

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RUBIA LUCIANE DOMINSCHK LIMA

ADENSAMENTO POPULACIONAL DA CULTURA DO GIRASSOL COMO  
ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM UM SISTEMA  
INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

CURITIBA

2016

RUBIA LUCIANE DOMINSCHEK LIMA

ADENSAMENTO POPULACIONAL DA CULTURA DO GIRASSOL COMO  
ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM UM SISTEMA  
INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Aníbal de Moraes

Co-orientadora: Prof. Dr. Claudete Reisdorfer Lang

Co-orientador: Dr. Edilson Batista de Oliveira

CURITIBA

2016

L732 Lima, Rubia Luciane Dominschek  
Adensamento populacional da cultura do girassol como  
estratégia de controle de plantas invasoras em um sistema  
integrado de produção agropecuária. / Rubia Luciane Dominschek  
Lima. - Curitiba: 2016.  
88 f.; il.

Orientador: Aníbal de Moraes  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.  
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia – Produção Vegetal.

1. Girassol – Cultivo. 2. Girassol. 3. Plantas Invasoras. I. Moraes,  
Aníbal de. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências  
Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção  
Vegetal. III. Título.

CDU 633.854.78:632.51



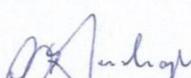
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
PRODUÇÃO VEGETAL

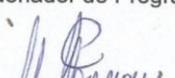
### PARECER

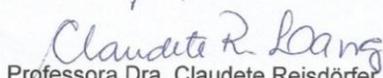
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **RUBIA LUCIANE DOMINSCHKE LIMA**, sob o título “**ADENSAMENTO POPULACIONAL DA CULTURA DO GIRASSOL COMO ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM UM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

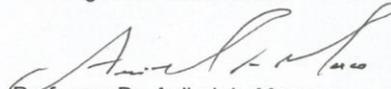
Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2016.

  
Professor Dr. Cícero Deschamps  
Coordenador do Programa

  
Dr. Alceu Luis Assmann  
Primeiro Examinador

  
Professora Dra. Claudete Reisdörfer Lang  
Segunda Examinadora

  
Professor Dr. Anibal de Moraes  
Presidente da Banca e Orientador

A meus pais, Desiré e Rubens,

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que agradeço todos os dias pela vida que tenho e pelas oportunidades que me fizeram chegar até aqui.

Agradeço a meus queridos pais, Desiré e Rubens, pela dedicação, por sempre me apoiarem em todas minhas escolhas, e por fazerem este momento possível.

À Professora Claudete Reisdorfer Lang, por ter acreditado em meu potencial como mestrande, e ao Professor Aníbal de Moraes por ter me acolhido como sua orientada. Agradeço a ambos pelas orientações e ensinamentos, não só no trabalho de pesquisa como em minha vida profissional.

De maneira geral, agradeço a todos os professores que participaram de minha jornada acadêmica, em especial aos professores integrantes do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), grupo que tenho muito orgulho de fazer parte.

Ao pesquisador Edilson Batista de Oliveira por sempre estar disponível e acessível, e por ter contribuído consideravelmente na decisão do delineamento experimental, das avaliações e análises estatísticas.

Ao colega Leonardo Deiss, pelas inúmeras discussões sobre o trabalho e por suas contribuições na pré-defesa.

A todos que, de alguma maneira, tornaram possível a realização deste trabalho, como Lucimara Antunes da coordenação do PGAPV; a querida Maria Emília Kudla do laboratório de fitotecnia; a professora Maristela Panobianco e a Roseli do Rocio Biora do Laboratório de Análise e Tecnologia de Sementes; aos colegas de pós-graduação Leonardo Deiss, Maurício Z. Schuster, Leonardo S. Symcak, Gilmar P. Triches, Rafael Bonatto, Breno Menezes; aos estagiários no NITA que viabilizaram a execução deste trabalho; em especial às minhas amigas Aline Utima, Delma F. F. Silva, Natália M. Gonzales e Édina C. P. Lopes, pela ajuda na condução do experimento e pelo apoio emocional em todos os momentos.

À minha família, especial a minha avó Elisabeth, por estar sempre preocupada com meu bem-estar e pelo apoio em todos os momentos.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

E finalmente agradeço meu companheiro Thiago Henrique De Lai, pelo apoio e confiança, por me ajudar nas tarefas mais árduas do experimento, por valorizar meu trabalho e por estar sempre presente mesmo com a distância.

*“Temos de nos tornar a mudança que queremos ver no mundo.”*

Mahatma Gandhi

ADENSAMENTO POPULACIONAL DA CULTURA DO GIRASSOL COMO  
ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM UM SISTEMA  
INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

**RESUMO**

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) representam uma alternativa a intensificação sustentável da produção vegetal e o girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura importante para estes sistemas. Uma das principais dificuldades de manejo nesta cultura consiste no controle de plantas invasoras, especialmente em condições de plantio direto em que o controle químico não é permitido. Portanto, o objetivo da pesquisa foi verificar o efeito do adensamento populacional de girassol no controle de plantas invasoras, e seu impacto na produtividade do girassol, em SIPA com *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage de um ano de idade, em uma Área de Proteção Ambiental. Para tanto, foram testadas duas populações (45 e 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>) em dois sistemas de produção (monocultivo de girassol e SIPA). Ainda, nas áreas de SIPA, as avaliações ocorreram em 5 posições (2,4; 4,8; 7,2; 9,6; e 12m) entre os renques de árvores. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais-PR. O delineamento foi em blocos ao acaso, com oito repetições. Para avaliar a ocorrência de plantas invasoras, foi determinada densidade plantas invasoras (número de indivíduos espécie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) e a matéria seca de plantas invasoras (g espécie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) aos 40, 70 e 100 dias após a emergência da cultura. Com estas avaliações foram calculados índices fitossociológicos, a fim de estudar a dinâmica da comunidade de plantas invasoras. Os componentes de rendimento do girassol analisados foram: diâmetro do capítulo, número de aquênios por capítulo, e peso de 1000 aquênios. Também foram observados os índices biométricos de altura de planta e área foliar. Os dados foram submetidos a análise de variância, e teste de Tukey a 5%, quando houve diferença entre os tratamentos. Para avaliação do efeito das posições no SIPA, procedeu-se com análise de regressão. Nas áreas com população de 90 mil pl. ha<sup>-1</sup> houve menor infestação de plantas invasoras, para ambos sistemas. Não houve diferença na ocorrência de plantas invasoras entre as posições no entre renque do SIPA. As principais plantas invasoras identificadas foram as mesmas nas duas populações e sistemas. A produtividade de girassol foi superior na população mais adensada em ambos sistemas, sendo que o SIPA obteve maior rendimento que o monocultivo, considerando as duas populações. No SIPA, somente uma das posições (à 2,4 m do renque de árvores) obteve rendimento médio inferior às demais. O adensamento populacional na cultura do girassol mostrou-se uma prática de manejo viável, tanto do ponto de vista de controle de plantas invasoras como de produtividade de aquênios. O trabalho reforça que os SIPA's representam uma alternativa a intensificação sustentável de produção vegetal. Ressalta-se, em considerações finais, que os resultados obtidos são fruto de um conjunto de estratégias que viabilizaram o plantio direto e o manejo de plantas invasoras em um cultivo agrícola sem uso de herbicidas.

**Palavras-chave:** Manejo cultural de plantas invasoras, Área de Proteção Ambiental, plantio direto sem uso de herbicidas.

## HIGH SUNFLOWER DENSITIES AS A STRATEGY OF WEEDS CONTROL IN AN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM

### ABSTRACT

Integrated Crop-livestock System (ILCS) represent an alternative to sustainable intensify agriculture and sunflower is an important crop for this systems. One of the main management difficulties identified in this crop is weed control, especially under no-till conditions when chemical weed control is not allowed. Therefore, the aim of this research was to evaluate the effect of greater sunflower population density on weed control, and its impact on sunflower yield, in ILCS with one-year-old *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage in an Environmental Protection Area. Two population densities were tested (45 e 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>) in two crop systems (sunflower monoculture and ILCS). Additional treatment was carry out in the ILCS, 5 positions (2,4; 4,8; 7,2; 9,6; e 12m) between the tree rows were evaluated. The experiment was taken at the Paraná Federal University Experimental Farm, in Pinhais-PR city. The design was a randomized block, with eight repetitions. To evaluate weeds, weed density (number of individuals' specie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) and weed dry matter (g specie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) were determined at 40, 70 and 100 days after crop emergence. Phytosociological indices were calculated to study the weed community dynamic. The yield components evaluated were: head diameter, number of achenes per head, and 1000-achene's weight. Also, plant height and leaf area were observed. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5 % probability, when significant differences were found. The effect of position in the ILCS was evaluated by regression analyses. There was less weed infestation on the high density treatment (90 mil pl. ha<sup>-1</sup>) in both systems. No different of weed occurrence was observed in the 5 positions between the tree rows. The main weeds identified were the same on the two population densities and systems. Sunflower yield was higher in the greater population density in both systems. Higher yield was observed in the ILCS, in both population densities. In the ILCS, only one position (2,4 m) had lower yield. Increasing population density in sunflower crop is a practicable management to control weeds and to gain higher yield under herbicide-free condition. This study reinforces that ILCS is an alternative to sustainable intensify agriculture. In final considerations is highlighted that the results obtained are consequence of a group of strategies that made possible manage weeds and stablish a no-till systems in an herbicide-free cropping system.

**KEY-WORDS:** Weed cultural management, Environmental Protection Area, herbicide-free no-till system.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – DENSIDADE (pl. m<sup>-2</sup>) E MATÉRIA SECA (g m<sup>-2</sup>) DE PLANTAS INVASORAS, SEGUNDO SISTEMA DE PRODUÇÃO NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO .....45
- FIGURA 2 – ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA RELATIVA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES ENCONTRADAS NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL E NO GIRASSOL EM SIPA, NAS TRÊS ÉPOCAS AVALIADAS .49
- FIGURA 3 – RENDIMENTO DE AQUÊNIOS (kg ha<sup>-1</sup>) ENTRE AS POPULAÇÕES DE GIRASSOL, NOS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO – SAFRA 2014/2015 .....51
- FIGURA 4 – REGRESSÕES DE ALTURA E ÁREA FOLIAR DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015 .....54
- FIGURA 5 – REGRESSÕES DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015.....55

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	RELAÇÃO DE INVASORAS IDENTIFICADAS AO LONGO DO EXPERIMENTO, DISTRIBUÍDAS POR FAMÍLIA E ESPÉCIE, COM INDICAÇÃO DA ÉPOCA DE IDENTIFICAÇÃO .....	47
TABELA 2 -	COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GIRASSOL, DIÂMETRO DO CAPÍTULO (cm), N° DE AQUÊNIOS POR CAPÍTULO, E PESO DE MIL AQUÊNIOS (g), NAS POPULAÇÕES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO – SAFRA 2014/2015 .....	52
TABELA 3 –	ÍNDICES BIOMÉTRICOS, ALTURA (cm) E ÁREA FOLIAR (m <sup>2</sup> ) DA PLANTA DE GIRASSOL, NAS POPULAÇÕES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO – SAFRA 2014-2015 .....	53

## LISTA DE SIGLAS

<b>APA</b>	–	Área de Proteção Ambiental
<b>DAE</b>	–	Dias após emergência
<b>DAS</b>	–	Dias após a semeadura
<b>De</b>	–	Densidade Absoluta (índice fitossociológico)
<b>DeR</b>	–	Densidade relativa (índice fitossociológico)
<b>Do</b>	–	Dominância Absoluta (índice fitossociológico)
<b>DoR</b>	–	Dominância relativa (índice fitossociológico)
<b>Fr</b>	–	Frequência Absoluta (índice fitossociológico)
<b>FrR</b>	–	Frequência relativa (índice fitossociológico)
<b>IIR</b>	–	Índice de importância Relativa (índice fitossociológico)
<b>P45</b>	–	Sigla referente ao tratamento com população de 45 mil pl. m <sup>2</sup>
<b>P90</b>	–	Sigla referente ao tratamento com população de 90 mil pl. m <sup>2</sup>
<b>PCPI</b>	–	Período crítico de prevenção a interferência
<b>SIPA</b>	–	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

## SUMÁRIO

<b>1 CAPÍTULO I .....</b>	<b>13</b>
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1.2.1 A Cultura do Girassol.....	15
1.2.2 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA).....	19
1.2.3 Produção agrícola em SIPA com presença de árvores .....	21
1.2.4 Estratégias alternativas ao controle químico de plantas invasoras, em condição de plantio direto .....	24
1.3 REFERÊNCIAS GERAIS .....	26
<b>2 CAPÍTULO II - ADENSAMENTO POPULACIONAL DA CULTURA DO GIRASSOL COMO ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM UM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA .....</b>	<b>37</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	39
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
2.3.1 Plantas invasoras .....	44
2.3.2 Componentes do Rendimento do Girassol.....	50
2.4 CONCLUSÃO .....	56
2.5 REFERÊNCIAS.....	57
<b>3 CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>86</b>

## 1 CAPÍTULO I

### 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, ganhos expressivos de produtividade foram alcançados através da simplificação dos agroecossistemas e do emprego intensivo de insumos, às custas de impactos negativos ao ambiente (TILMAN et al., 2002). Neste contexto que os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) (CARVALHO et al., 2014) são considerados uma alternativa a intensificação sustentável da produção vegetal (FAO, 2010; 2011).

Os SIPA se baseiam fundamentalmente na biodiversidade, aproveitando os serviços ecossistêmicos provenientes do aumento da complexidade dos agroecossistemas. Por se tratar de um sistema de produção mais dinâmico e complexo, demanda conhecimento sobre os fatores que interferem na produção das culturas envolvidas (RAMOS et al., 2009; OLIVEIRA, 2013). Em modelos de SIPA que integram culturas agrícolas e árvores tem-se ainda pouca informação sobre a performance das culturas (GAMBLE et al., 2014), bem como não estão esclarecidos todos os processos ecológicos entre seus componentes, sendo fundamental a ampliação de estudos científicos sobre os arranjos espaciais, fatores limitantes no sistema e rendimento das culturas agrícolas, em diferentes condições ambientais (BALBINO et al., 2011; FAO, 2011).

Entre as culturas agrícolas presentes em SIPA's com árvores, como milho, soja e algodão, o girassol representa uma importante opção às rotações nesses sistemas (SILVA et al., 2011; BRIGHENTI & CASTRO, 2013). Trata-se de uma cultura que se adapta a diversas condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada em praticamente todo o território nacional (AMABILE et al., 2003; SILVA et al., 2012). Além disso, apresenta características desejáveis como maior tolerância ao estresse hídrico, boa capacidade de aproveitamento dos resíduos das adubações dos cultivos anteriores, aumentando a capacidade de aproveitamento do solo, dos maquinários e dos fatores de produção (SILVA et al., 2011; BRIGHENTI & CASTRO, 2013).

A importância dos SIPA e de culturas mais rústicas, como o girassol, cresce em áreas onde há restrição ao uso de insumos, como Áreas de Proteção Ambiental (APA's). Nestas áreas, um dos principais desafios à produção agrícola consiste no

estabelecimento do plantio direto e no controle de plantas invasoras, em virtude da impossibilidade de aplicar-se herbicidas.

Mesmo em condições não restritivas, o manejo de plantas invasoras também consiste num desafio nos sistemas de produção de girassol, uma vez que há apenas dois herbicidas registrados para a cultura no Brasil (alacloro e trifluralina) (BRASIL, 2016). Além deste fator impeditivo ao uso de herbicidas no girassol, em SIPA com presença do componente arbóreo, especialmente nos primeiros anos, atenção deve ser dada ao uso adequado destes defensivos para que não atinjam as folhas e galhos das árvores.

Neste contexto que o estudo de estratégias alternativas ao controle químico de plantas invasoras ganha importância, especialmente na cultura do girassol, que o impacto da matocompetição pode causar perdas de até 70 % no rendimento de aquênios (VIDAL & MEROTTO JÚNIOR, 2001). De acordo com CONSTANTIN (2011), o mais importante componente de manejo é a própria cultura, e uma maneira de utilizá-la de forma a suprimir plantas invasoras é aumentar a densidade de plantio. O adensamento permite que a população da cultura, através do sombreamento pelo maior fechamento do dossel, suprima plantas invasoras, aumentando o efeito da vantagem do tamanho inicial da cultura em relação ao primeiro fluxo de emergência de plantas invasoras (WEINER et al., 2010; MARÍN & WEINER, 2014).

No entanto, para que tal estratégia seja aplicável, é preciso verificar o impacto do adensamento sobre o rendimento da cultura. No Brasil, estudos com densidade populacional na cultura do girassol observaram impacto negativo do adensamento na produtividade (BEVITÓRI & ANTAL, 1995; CASTRO et al., 2011; SOUZA et al. 2014). Porém, essa relação inversa entre adensamento e rendimento foi observada em condições experimentais onde houve o controle de plantas invasoras. Em condições de livre convívio com infestantes esta resposta pode ser diferente.

Ainda, trabalhos mundo afora demonstram que é possível adensar e obter maiores rendimentos na cultura do girassol (ROBINSON et al., 1980; SEDGHI et al., 2008; SUZER et al., 2010; ALI et al., 2012; IBRAHIM et al., 2012; RASOOL et al., 2015). Este efeito positivo do adensamento no rendimento depende de adequada condição nutricional, especialmente do nitrogênio (STEER et al., 1986; ALI et al., 2013), e ambiental (SEDGHI et al, 2008; BEZERRA et al., 2014).

Portanto, parte-se da hipótese de que o adensamento populacional pode servir como opção tecnológica ao manejo de plantas invasoras na cultura do girassol integrado

com árvores (SIPA), em área onde não há uso de herbicidas; e de que não haverá impacto negativo do adensamento no rendimento da cultura do girassol no SIPA, em condições edafoclimáticas não limitantes e livre convivência com plantas invasoras.

A fim de testar tal hipótese, este trabalho objetivou avaliar o efeito da densidade de semeadura sobre a ocorrência e composição da comunidade de plantas invasoras, na cultura do girassol integrada com eucaliptos (SIPA) e em monocultivo de girassol; bem como verificar o impacto do adensamento no rendimento da cultura do girassol, em condição de livre convivência com plantas invasoras, no sistema integrado com árvore e no cultivo solteiro.

Foram propostos como objetivos específicos: (1) Avaliar a ocorrência de plantas invasoras, determinando a densidade e matéria seca das plantas infestantes ao longo do ciclo da cultura do girassol, no sistema integrado com árvores e no monocultivo; (2) Avaliar a dinâmica da comunidade de plantas infestantes ao longo do ciclo da cultura do girassol, no sistema integrado com árvore e no monocultivo; (3) Verificar efeito das árvores sobre a ocorrência (densidade e matéria seca) de plantas invasoras no cultivo de girassol em SIPA; (4) Avaliar efeito do adensamento populacional no rendimento e nos componentes do rendimento no cultivo do girassol integrado com árvores e em monocultivo; (5) Verificar efeito das árvores sobre o rendimento e os componentes do rendimento no cultivo do girassol em SIPA, nas populações estudadas.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 A Cultura do Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, maior família das Angiospermas. Seu sistema radicular é pivotante e bastante ramificado. Seu caule é ereto, geralmente não ramificado, com altura variando entre 1,0 a 2,5 m, e com cerca de 20 a 40 folhas por planta. A inflorescência é um capítulo, onde se desenvolvem os frutos. O fruto do girassol contém uma semente (amêndoa) aleuro-oleaginosa, chamado de aquênio. O ciclo vegetativo do girassol varia entre 65 a 155 dias, dependendo das características de cada cultivar, data de semeadura, das condições edafoclimáticas, e do manejo (CASTRO & FARIAS, 2005).

Trata-se de uma cultura interessante do ponto de vista agrônomo, pois se adapta bem a diversas condições edafoclimáticas, tolera temperaturas baixas e estresse hídrico melhor que a maior parte das culturas cultivadas no Brasil. É classificada como insensível ao fotoperíodo, podendo ser cultivada em praticamente todo território nacional (CASTRO et al., 1997; UNGARO, 2000; AMABILE et al., 2003; CASTRO & FARIAS, 2005; SILVA et al., 2012). Ainda, em função de seu sistema radicular, apresenta uma boa capacidade de aproveitamento do solo, sendo capaz de aproveitar resíduos das adubações de cultivos anteriores (SILVA et al., 2011; BRIGHENTI & CASTRO, 2013). Tais características fazem do girassol uma cultura importante aos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA).

É uma cultura muito versátil quanto ao seu uso. Os frutos do girassol são a principal fonte de matéria-prima de onde retiram a maior parte dos subprodutos de valor comercial. O óleo contido em suas amêndoas (com teores de até 50%) é o principal produto proveniente do girassol. É considerado um dos óleos de melhor qualidade nutricional e organoléptica (aroma e sabor) entre os óleos vegetais, com alto teor de ácidos graxos polinsaturados, composto principalmente pelos ácidos graxos palmítico, esteárico, oléico e linoléico, sendo o oléico e o linoléico responsáveis por 90% do total (MANDARINO, 2005). Os frutos também podem servir para alimentação humana, utilizados em confeitarias, na produção de pães, bolos, biscoitos, ou então serem consumidos torrados; bem como para alimentação animal. Ainda, a torta resultante do processo de extração do óleo, muito rica em proteínas (entre 30 – 50%), pode ser utilizada na alimentação animal (PELEGRINI, 1985; DALL’AHNOL et al., 2005; EMBRAPA, 2016).

O girassol também pode ser cultivado como planta medicinal, ornamental, melífera, produtora de silagem e de forragem, e como adubação verde. Atualmente, representa uma nova alternativa de mercado para obtenção de biocombustíveis, em função do elevado teor de óleo nos aquênios e por sua característica de alta adaptabilidade (DALL’AHNOL et al., 2005; BACKES et al., 2008).

Devido estas características, corresponde a quarta oleaginosa mais produzida no mundo (USDA, 2013). Mundialmente, têm como maiores produtores a Ucrânia, Federação Russa, China, Romênia, e representando a América do Sul, a Argentina, conforme dados de 2014 (FAOSTAT, 2016). Dentre os países com maiores

rendimentos, se destacam países do leste europeu, tradicionais no cultivo de girassol, alcançando produtividades médias de até 3000 kg ha<sup>-1</sup>.

O Brasil tem pouca representatividade mundial na produção de girassol. Na safra de 2014/2015 foi produzido pouco mais de 150 mil toneladas de aquênios, sendo que a Argentina, quinta colocada em ranking de produção mundial, produziu pouco mais de 2 milhões de toneladas. Nesta mesma safra, foram plantados 111,5 mil ha, sendo que 84% desta área é representada pela região Centro-Oeste, pelos estados de Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul (citados em ordem de importância). As demais áreas produtivas estão localizadas em Minas Gerais e Rio Grande do Sul, com 14,0 e 3,3 mil ha plantados, respectivamente. Apesar da pouca área plantada, o Rio Grande do Sul apresenta os melhores rendimentos, com valores médios de 1617 kg ha<sup>-1</sup>. Já a produtividade média brasileira, foi de 1374 kg ha<sup>-1</sup> (safra 2014/2015) (CONAB, 2016).

A produtividade de aquênios na cultura do girassol é função de várias características agrônômicas, como diâmetro do capítulo, número de aquênios por capítulo, massa e teor de óleo nos aquênios, as quais, interagindo entre si e com o ambiente, possibilitam a expressão do potencial genético da variedade utilizada (SILVA et al., 1995).

Se destacam como fatores que afetam o rendimento da cultura: época de semeadura, variabilidade genética, fertilidade do solo, disponibilidade de água, densidade de plantio e o manejo de plantas invasoras (TOMICICH et al., 2003; ADEGAS et al., 2010). Por se tratar de uma cultura muito plástica (SADRAS et al., 2009), diferentes respostas em produtividade são encontradas em função da época de semeadura (BACKES et al., 2008; LAWAL et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011; CADORIN et al., 2012; KHAN et al., 2013); da densidade de plantio (NASROLLAHI et al., 2001; OLOWE et al., 2005; SEDGHI et al., 2008; IBRAHIM et al., 2012; BEZERRA et al., 2014); e condições edafoclimáticas (STEER et al., 1986; AMABILE et al., 2003; SILVA et al., 2007; SEDGHI et al., 2008; KALEEM et al., 2010; ZOBIOLE et al., 2010; PAIVA SOBRINHO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011; UCHÔA et al., 2011; BEZERRA et al., 2014), com interação entre estes fatores e diferentes cultivares.

A densidade de semeadura é fator determinante ao rendimento das culturas agrícolas. Para a cultura do girassol, no Brasil, trabalha-se com populações entre 40 e 50 mil pl. ha<sup>-1</sup>. Devido a alta plasticidade fenotípica da cultura do girassol,

pesquisadores brasileiros como BEVITÓRI & ANTAL (1995), e mais recentemente CASTRO et al. (2011) e SOUZA et al. (2014) constataram impacto negativo do adensamento no rendimento de aquênios. No entanto, tal resposta foi observada em condições experimentais na ausência de competição com plantas invasoras.

De fato, a cultura do girassol é menos responsiva ao adensamento do que outras culturas, como o milho por exemplo (VEGA & ANDRADE, 2002). No entanto, trabalhos mundo afora demonstram que é possível adensar e obter maiores rendimentos na cultura do girassol (ROBINSON et al., 1980; SEDGHI et al., 2008; SUZER et al., 2010; ALI et al., 2012; IBRAHIM et al., 2012; RASOOL et al., 2015). Este efeito positivo do adensamento no rendimento depende de adequada condição nutricional, especialmente do nitrogênio (STEER et al., 1986; ALI et al., 2013); e ambiental (SEDGHI et al., 2008; BEZERRA et al., 2014).

Outro fator determinante ao rendimento da cultura do girassol é o manejo de plantas invasoras, consiste numa das principais práticas adotadas no sistema de produção do girassol. A interferência dessas plantas pode resultar em perda de produtividade, menor qualidade do produto colhido ou aumento do custo de produção da cultura (ADEGAS et al., 2010). Em virtude da matocompetição, as perdas no rendimento de aquênios podem chegar a 70% (VIDAL & MEROTTO JÚNIOR, 2001).

O período que a interferência de plantas invasoras promove perdas para a cultura consiste no período crítico de prevenção a interferência (PCPI) (PITELLI, 1985). No caso do girassol, diversos trabalhos conduzidos em diversas partes do mundo que objetivaram determinar este período chegaram a uma janela que pode variar entre 20 e 45 dias após a emergência (JOHNSON, 1971; BOCHICCHIO & ARREGUI, 1974; GHOSH et al., 1979; BEDMAR et al., 1983; GIMÉNEZ & RIOS, 1986; FLECK et al., 1989). No Brasil, este período se encontra entre 15 a 40 dias após a emergência (BRIGHENTI et al., 2004; FURTADO et al., 2012; SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2013a; SILVA et al., 2013b), considerando trabalhos em diferentes regiões brasileiras.

Diante dos resultados variados encontrados pelos autores supracitados, percebe-se que os períodos de interferência entre a cultura do girassol e as plantas invasoras, bem como os prejuízos à produtividade advindos da interferência dessas espécies, podem variar, dependendo das condições de cultivo e da localidade (SILVA et al., 2012). No entanto, fica compreendido que, de maneira geral, a interferência de plantas invasoras causa perdas no primeiro terço do ciclo da cultura.

O controle químico, principal estratégia adotada ao manejo de plantas infestantes, é dificultado já que estão registrados apenas dois herbicidas para a cultura do girassol no Brasil (alacloro e trifluralina) (BRASIL, 2016). Isto limita, de forma considerável, as ações técnicas ao manejo de plantas invasoras, uma vez que grande parte das plantas infestantes em lavouras de girassol são dicotiledôneas (BRIGHENTI et al., 2003; BRIGHENTI et al., 2004; ADEGAS et al., 2010; PAES, 2010; SILVA et al., 2012), e tais produtos têm sua ação limitada a esta classe de plantas invasoras nessa cultura (CASTRO et al., 1997). Desta forma, ações preventivas às infestações bem como medidas de controle culturais são interessantes ao manejo integrado de plantas invasoras na cultura.

### 1.2.2 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA)

O aumento na demanda por produtos de origem animal e vegetal gerou uma pressão nos produtores para intensificar suas práticas agrícolas e pecuárias. Esta intensificação do uso do solo e dos demais recursos disponíveis à produção passaram a comprometer os serviços ecossistêmicos obtidos com a agricultura, especialmente a conservação dos recursos naturais, qualidade do solo e biodiversidade (BALBINO et al., 2011; SANDERSON et al., 2013; FRANZLUEBBERS et al., 2014). Em contrapartida a estes modelos de produção agropecuária altamente especializados e intensivos, é proposto o aumento da biodiversidade nos agroecossistemas como alternativa à intensificação da produção vegetal e animal nas próximas décadas (FAO, 2011).

Parte-se do princípio que a biodiversidade agrícola (*Agricultural Biodiversity*) consiste:

“... no termo que inclui todos componentes de diversidade biológica relevantes para alimentos e agricultura, bem como todos os componentes de diversidade biológica que constitui os ecossistemas agrícolas, também nomeados agroecossistemas: a variedade e variabilidade de animais, plantas e microrganismos, nos níveis genético, de espécies e de ecossistemas, que são necessários para sustentar funções chave dos agroecossistemas, sua estrutura e seus processos.” (*Convention on Biological Diversity – CBD*, in: <https://www.cbd.int/agro/whatis.shtml>).

É neste contexto que os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) (CARVALHO et al., 2014) foram recentemente reconhecidos como alternativa à intensificação sustentável (FAO, 2010), uma vez que a diversidade e complexidade são

propriedades inerentes a estes sistemas (ANGHINONI et al., 2013). No entanto, cabe ressaltar que a diversificação e integração da produção vegetal e animal não consiste em uma prática nova, já foi adotada ao longo dos séculos, em diferentes partes do mundo (FAO, 2010; NAIR, 2011; CARVALHO et al., 2014). Ocorre que os SIPA trazem um novo paradigma em seu modelo conceitual (FAO, 2010), pois tem como premissas explorar os sinergismos entre os componentes do agroecossistema de forma deliberada, o que difere esse sistema daqueles que visam puramente à rotação de culturas com outros propósitos, ou à simples exploração mais eficiente do espaço e diversificação da renda (CARVALHO et al., 2014).

Para melhor compreensão destes sistemas, tem-se a seguinte definição de SIPA estabelecida pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (2010):

*“A integração pode ser na fazenda bem como em uma região produtora que possa estar envolvida em alguma forma de especialização. Formas bem-sucedidas de integração envolvem uma integração intencional que reflita uma relação sinérgica entre os componentes (o todo é maior que a soma das partes) de culturas, animais e/ou árvores; e que esta relação sinérgica quando apropriadamente manejada resulte em aprimoramento da sustentabilidade social (inclusão da comunidade), econômica e ambiental e melhore as condições de vida daqueles agricultores que a manejem.”*

Percebe-se que não há definição explícita quanto ao arranjo dos componentes, mas contemplam-se as plantas e os animais. Complexas combinações podem ser desenvolvidas de acordo com a natureza dos componentes, os objetivos da produção e as culturas agrícolas envolvidas, bem como de acordo com as escalas espaciais nas quais a integração ocorre (CARVALHO et al., 2010). Dentre as possíveis associações pode-se citar as interações entre pecuária de corte ou leite e cultivos como soja, milho, arroz, eucalipto ou algodão, planejadas em diferentes escalas espaço-temporais, abrangendo a exploração do cultivo vegetal (grãos e floresta) e produção animal (ruminantes e monogástricos) na mesma área, de forma concomitante ou sequencial (ANGHINONI, et al., 2013).

Especificamente no subtropical brasileiro, local da realização do presente trabalho, os SIPA caracterizam-se pela rotação anual de pastos inverniais e culturas agrícolas de verão (como soja, milho, feijão e arroz), em sistema de plantio direto, em que o componente pastoril é utilizado para produzir carne ou leite (MORAES et al., 2014).

Como benefícios dos SIPA, pode-se citar: (1) aumento da resiliência do sistema, em virtude do aumento da diversidade biológica; (2) melhorias na qualidade do solo,

como aumento na infiltração de água, melhor controle da erosão, melhor eficiência na ciclagem de nutrientes (LEMAIRE et al., 2013; SANDERSON et al., 2013); (3) contribui no sequestro de carbono, controle de emissões de N e de redução nas emissões de gases de efeito estufa (LEMAIRE et al., 2013; SANDERSON et al., 2013; SALTON et al., 2014); (4) promove serviços ecossistêmicos, em função dos sinergismos entre os componentes (LEMAIRE et al., 2013; FRANZLUEBBERS et al., 2014; LEMAIRE et al., 2014); (5) contribui para adaptação e mitigação às mudanças climática globais; (6) reduz risco econômico (RYSCHAWY et al., 2012); (7) potencializa o uso da propriedade rural (CARVALHO et al., 2004).

### 1.2.3 Produção agrícola em SIPA com presença de árvores

Em SIPA as lavouras são encaradas de um ponto de vista ecológico (SANDERSON et al., 2013). Têm como premissas o aumento da diversidade e o uso de práticas conservacionistas do solo, aliadas a tecnologias disponíveis que promovam múltiplos benefícios ao agroecossistema, refletindo no rendimento das culturas de interesse.

O aumento da diversidade pode ser alcançado em várias escalas. No mesmo espaço, integrando lavouras com árvores por exemplo; ou no tempo, através de rotação de culturas e integração com animais nas diferentes épocas do ano. A diversificação consiste numas das principais características dos SIPA (LEMAIRE et al., 2014). Espera-se que com sistemas de produção mais complexos e diversos obtenha-se sinergismo entre seus componentes (FRANZLUEBBERS et al., 2014), resultando em: melhorias na estrutura física de solo; maior eficiência no uso de nutrientes pelas plantas; maior acúmulo de matéria orgânica nos solos; maior diversidade e atividade biológica do solo; alterações na ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras (SANDERSON et al., 2013; SALTON et al., 2014).

Pesquisas em SIPA que integram o componente agrícola com o componente arbóreo (comumente encontrados na literatura com a denominação de sistemas agroflorestais/*agroforestry* ou cultivo de aléias/*alley crop*) tem mostrado efeitos benéficos no crescimento de culturas agrícolas em função da diminuição de estresse pelo calor e pelo vento, da redução na perda por evapotranspiração, pelas menores temperaturas na superfície do solo, e pelo aumento na umidade do solo devido ao

sombreamento moderado de árvores (JOSE et al., 2004; BENAVIDES et al., 2009; QUINKENSTEIN et al., 2009; NERLICH et al., 2013). Em relação a qualidade do solo, tem-se benefícios como redução de processos erosivos e minimização da perda de nutrientes pelo maior volume e estratos do solo ocupados por raízes (NERLICH et al., 2013). Além disso, devido a presença de árvores, estes sistemas têm grande contribuição na redução da concentração de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (NAIR et al., 2009).

Conforme PORFIRIO-DA-SILVA (2006, 2007), a adoção de SIPA que integram o componente agrícola e arbóreo pode ser facilitada pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, para conservação do solo e da água e favorecimento do trânsito de máquinas. Para tanto, o arranjo espacial mais simples e eficaz é o de aleias (ou renques), em que as árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos. Quando se deseja privilegiar a produção de madeira, pode-se utilizar espaçamentos menores entre as aleias ou maior número de linhas em cada aleia (maior número de árvores por hectare). Para privilegiar a atividade agrícola ou pecuária, podem-se utilizar espaçamentos maiores entre as aleias ou aleias com menor número de linhas.

Na região central de Minas Gerais (Bioma Cerrado) tem-se um exemplo aplicado de SIPA integrando o componente arbóreo. Os arranjos são formados por consórcios de eucalipto com culturas anuais nos dois primeiros anos (principalmente arroz e soja ou, em alguns casos, sorgo e milho) com pastagem de capim braquiária a partir do terceiro ano, de forma agregada com pecuária de corte ou de leite nos anos consecutivos. No ano de implantação do sistema, com a presença do componente arbóreo, a lavoura é priorizada, pois a colheita dessa primeira safra contribui para a redução do custo de sua implantação (KRUSCHEWSKY et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007; SOUZA et al., 2007; COELHO JÚNIOR et al., 2008).

Percebe-se que costumeiramente, conforme exemplo acima, privilegia-se a integração de culturas agrícolas e árvores nos primeiros anos do SIPA. Isto porque, em meio aos benefícios devido aos sinergismos entre os componentes, há preocupação nesta modalidade de SIPA quanto ao potencial de competição interespecífica por recursos (radiação solar, água e nutrientes) (JOSE et al., 2004; HAGAN et al., 2009; FLETCHER III et al., 2012) à medida que as árvores se desenvolvem (BERTALOT, 2010; GAMBLE et al., 2014).

A disputa pelos recursos água e nutrientes se dá pela competição entre as raízes do componente agrícola e arbóreo. Conforme GONÇALVES & MELLO (2004), o tipo de raízes das árvores é uma característica inerente a espécie, no entanto, a intensidade de enraizamento (número e distribuição) determina o grau de exploração do volume de solo. A maneira com que o solo será explorado pelas raízes está diretamente relacionada com as condições locais do sítio, como textura, estrutura, fertilidade, presença de impedimentos físicos, oscilação na disponibilidade de água, condições climáticas (macro e microclima), e condições fisiográficas. Espera-se que as raízes das árvores, em condições não limitantes, se estabeleçam de forma a explorar camadas mais profundas do solo, funcionando como uma rede segura para os nutrientes que as raízes de culturas agrícolas não conseguem absorver devido sua concentração mais superficial (NERLICH et al., 2013).

Portanto, um dos principais fatores que afeta a produtividade agrícola em SIPA com a presença do componente arbóreo em condições de solo não limitantes, é a interceptação da radiação solar pelas árvores (ZOMBOUDRÉ et al., 2005; BENAVIDES et al., 2009; LEROY et al., 2009). Nestes sistemas a disponibilidade de luz é variável, de acordo com a densidade de árvores, o tamanho e tipo do dossel arbóreo; e heterogênea do ponto de vista espaço-temporal (BENAVIDES et al., 2009; LEROY et al., 2009).

A redução da quantidade e qualidade da luz interceptada pelas culturas afeta diretamente processos fisiológicos da planta. No entanto, esta limitação nem sempre resulta numa diminuição proporcional na produção vegetal, devido às respostas compensatórias na morfologia e bioquímica das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Essa capacidade de aclimação das plantas evidencia a necessidade de estudos em diferentes arranjos de SIPA com o componente arbóreo, sob diferentes condições ambientais. O desafio maior com no arranjo de culturas agrícolas tradicionalmente cultivadas e espécies arbóreas, como o eucalipto por exemplo, se deve ao fato de que a radiação solar consiste em um fator determinante ao potencial de rendimento das culturas agrícolas (LOOMIS & WILLIAMS, 1963; DOORENBOS & KASSAM, 1994).

Contudo, fica claro que o principal problema encontrado para o desenvolvimento de um SIPA com presença de árvores é a complexidade das interações entre seus diferentes componentes, as quais, em geral, são específicas para cada localidade e

arranjo de seus componentes, dificultando a generalização de conclusões ou recomendações com base em estudos isolados (RAMOS et al., 2009).

#### 1.2.4 Estratégias alternativas ao controle químico de plantas invasoras, em condição de plantio direto

O uso de herbicidas é uma característica marcante em sistemas de plantio direto. Já em cultivos sem uso de controle químico, como em lavouras orgânicas, o controle de plantas invasoras baseia-se fortemente no revolvimento do solo, conforme relato de HALDE et al. (2015). Dessa forma, conduzir lavouras em plantio direto sem o uso de herbicidas consiste num dos grandes desafios da atualidade para a pesquisa, assistência técnica e agricultores.

Para viabilizar o manejo de plantas invasoras em plantio direto, sem o uso de herbicidas, deve-se integrar um conjunto de práticas preventivas e culturais de controle. Entre tais práticas, cita-se as seguintes estratégias: rotação de culturas, uso de culturas de cobertura, manejo da palhada, seleção de variedades altamente competitivas, época de plantio, ajuste no arranjo e densidade de plantas, manejo da adubação, e alelopatia (MOYER et al., 1994; CONSTANTIN, 2011; CHAUHAN et al. 2012; MOHAMMADI et al., 2013; HALDE et al., 2015; NICHOLS et al., 2015).

A rotação de culturas, mesmo em condições onde há emprego de herbicidas, foi apontada por NICHOLS et al. (2015) como prática primordial para facilitar o manejo de plantas invasoras em sistemas de plantio direto. Quando culturas diferentes são exploradas em uma mesma área, modifica-se a intensidade de competição e os efeitos alelopáticos que as plantas invasoras são submetidas (CONSTANTIN, 2011). Ou seja, as plantas invasoras perdem agressividade aonde se pratica rotação de culturas (PRIMAVESI, 1992). Este efeito foi observado por PEREIRA & VELINI (2003), que constataram a eficiência e importância de programas de rotação no controle de plantas infestantes.

Tão importante quanto a rotação de culturas, é a manutenção permanente de cobertura viva, seja alternando cultivos agrícolas ao longo do ano (*Continuous Cropping*)(MOYER et al., 1994), utilizando culturas de cobertura (BALBINOT JR. et al., 2007), ou ainda integrando a produção agrícola com pastagens. O principal objetivo

é manter o solo ocupado, dificultando a instalação de infestantes (CONSTANTIN, 2011).

No planejamento dos cultivos ao longo do tempo, a escolha de culturas agrícolas ou plantas de cobertura que proporcionem formação de uma grande massa de palhada são desejáveis. A palhada é um ponto chave ao manejo de plantas invasoras no plantio direto, especialmente em condições sem uso de herbicida.

Palhadas densas e bem distribuídas na área de lavoura funcionam como barreira física à emergência de plantas invasoras. Proporcionam retardando do primeiro fluxo de emergência de invasoras, permitindo que a cultura ganhe vantagem inicial em relação as plantas invasoras (CHAUHAN et al., 2012).

Uma técnica utilizada para estabelecer o plantio direto sem uso de herbicidas é a sobressemeadura (HALDE et al., 2015). Como não há dessecação, deve-se atentar a época de semeadura da cultura de cobertura. É preciso que no momento da semeadura, a cultura de cobertura já esteja em fim de ciclo para adequada formação da palhada e para evitar competição com a cultura agrícola recém semeada. Ainda, para se obter uma boa condição de cobertura pela palhada, é preciso regular a densidade de plantio e a adubação, especialmente nitrogenada, da cultura de cobertura.

Além do efeito físico, a palha em decomposição pode liberar aleloquímicos, que, por sua vez, podem reduzir a emergência e/ou crescimento de plantas invasoras em virtude do efeito alelopático (TREZZI & VIDAL, 2004; SOUZA et al., 2006). A título de exemplo, a cultura do girassol foi apontada por alguns estudos como tendo efeito alelopático inibitório em sementes de trigo e picão-preto (*Bidens pilosa* L.) (SILVA et al., 2009).

Por fim, as demais práticas citadas anteriormente devem estar aliadas a estratégias que deem vantagem competitiva a cultura agrícola frente às plantas invasoras. O ideal é alcançar uma rápida cobertura do solo pela cultura agrícola. Isto é obtido através da escolha de variedades adaptadas à região, que sejam mais agressivas em seu crescimento, bem como pelo adequado manejo nutricional (CONSTANTIN, 2011).

O arranjo de plantas e a densidade de plantio estão relacionados com o nível de cobertura do solo pela cultura agrícola. Já em 1973, FISCHER & MILES constataram o importante papel do arranjo de plantas na competição entre culturas agrícolas e plantas invasoras. Em seu estudo, observaram que a máxima supressão de plantas invasoras foi

obtida quando a cultura agrícola estava mais uniformemente distribuída. Isto se reflete em arranjos em que o espaçamento entre linhas é mais estreito, como visto na cultura do girassol por SILVA et al. (1995). Numa mesma população de plantas de girassol, o espaçamento entre linhas mais estreito favoreceu maior cobertura do solo, proporcionando maior supressão de plantas invasoras.

Quanto a densidade de plantio, de maneira geral, o adensamento da semeadura promove supressão de plantas invasoras. Tal efeito já foi confirmado em cereais de inverno (MEDD et al., 1985; WEINER et al., 2001; OLSEN et al., 2005a; OLSEN et al., 2005b; OLSEN et al., 2006; OLSEN et al., 2012); na cultura do milho (MOHAMMADI et al., 2012; MARÍN & WEINER, 2014), e até mesmo em olerícolas, como a beterraba (CARVALHO & GUZZO, 2008).

As estratégias apresentadas possibilitam o manejo de plantas invasoras em plantio direto sem o uso de herbicidas, no entanto, devem ser adotadas com adaptações a diferentes condições ambientais e culturas agrícolas. Ainda, há de se considerar que este conjunto de estratégias alternativas ao controle químico de invasoras podem ter sua ação potencializada em sistemas mais diversos, como os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA).

### 1.3 REFERÊNCIAS GERAIS

ADEGAS, F. S. OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V.; PRETE, C.E.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010.

ALI A., AHMAD A., KHALIQ T.; AKHTAR J. Planting density and nitrogen rates optimization for growth and yield of sunflower (*helianthus annuus* L.) hybrids. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 22, n.4, p.1070-1075, 2012.

ALI, A.; AHMAD, A.; KHALIQ, T; ALI, A.; AHMAD, M. Nitrogen nutrition and planting density effects on sunflower growth and yield: a review. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.12, n.12, p. 1024-1035, 2013.

AMABILE, R. F.; GUIMARÃES, D., P.; FARIAS NETO, A., L. Análise de crescimento de girassol em latossolo com diferentes níveis de saturação por bases no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária**, v.2, p. 219-224, 2003.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Tópicos em Ciência do Solo. In: Araújo, A. P.; Avelar, B. J. R., (Eds.). **Abordagem sistêmica do solo em**

**sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro.** Viçosa: UFV, cap. 8, p. 221-278, 2013.

BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio no planalto norte catarinense. *Scientia Agraria*, v.9, n.1, p. 41-48, 2008.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, N.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura- pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, 2011.

BALBINOT JR., A. A.; MORAES, A.; BACKES, R.L. Efeito de coberturas de inverno e sua época de manejo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 473 - 480, 2007.

BEDMAR, F. Relevamiento de malezas en cultivo de girassol en el centro sudeste de la provincia de Buenos Aires. In: REUNIÓN ARGENTINA SOBRE LA MALEZA Y SU CONTROL, 10., 1983, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: ASAM, 1983. v. 11, n. 4, p. 200-208.

BENAVIDES, R.; DOUGLAS, G. B.; OSORO, K. Silvopastoralism in New Zealand: review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. **Agroforest Systems**, v. 76, p. 327–350, 2009.

BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDOZA E.; PINTO, M. S. V. Desempenho da cultura do milho (*zea mays* l.) em sucessão com aveia-preta (*avena strigosa* schreb.) sob manejos agroflorestal e tradicional. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 597-608, 2010.

BEVITÓRI, R.; ANTAL, J. B. **Efeito da densidade de semeadura sobre as características da planta de girassol.** Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1995, 10 p. (Comunicado Técnico, n. 32)

BEZERRA, F. T. C.; DUTRA, A. S.; BEZERRA, M. A. F.; OLIVEIRA FILHO, A.F.; BARROS, G. L. Comportamento vegetativo e produtividade de girassol em função do arranjo espacial das plantas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 335-343, 2014.

BOCHICCHIO, J.; ARREGUI, C. Determinacion del periodo de competencia de malezas mediante labores en el cultivo de girasol. In: REUNION NACIONAL DE GIRASOL, 2., 1974, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: Instituto Agroindustrial de Oleaginosos, 1974. p. 117-120.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura. Agrofit – consulta de ingrediente ativo. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 16 jan. 2016.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; GAZZIERO, D.L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 651-657, 2003.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JR., R.S.; SCAPIM, C.A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Período de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 251-257, 2004.

BRIGHENTI, A. M. & CASTRO, C. O GIRASSOL COMO OPÇÃO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA. In: XX Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol - VIII Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 2013, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2013, p. 116-119.

CADORIN, A. M. R.; SOUZA, V. Q.; MANFRON, P. A.; CARON, B. O.; MEDEIROS, S. L. P. Características de plantas de girassol, em função da época de semeadura, na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.42, n.10, 2012.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; ANGHINONI, I. **Integração lavoura-pecuária**: como aumentar a rentabilidade, otimizar o uso da terra e minimizar os riscos. In: II Simpósio da Carne Bovina: Integração Lavoura Pecuária. Porto Alegre, v. 1, p. 6-36, 2004.

CARVALHO, L.B. & GUZZO, C.D. Adensamento da beterraba no manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 73-82, 2008.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; TERRA LOPES, M. L.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; LIMA WESP, C.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems, **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 88, p. 259–273, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definitions and terminologies for Integrated Crop-Livestock System. **Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5 (Especial), p. 1040-1046, 2014.

CASTRO, C.; CASTILGIONI, V. B. R.; ANTAL, B.; LEITE, R. M. V. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1997. 36 p. (Circular Técnica, 13).

CASTRO, C. de; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do Girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 163-210.

CASTRO, C.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, F. A.; LEITE, R. M. V. B. B.; RODAK, B. W. Avaliação do arranjo de plantas de girassol. In: 19º Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol – 7º Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 2011, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2011, p. 241-245.

CHAUHAN, B. S.; SINGH, R. G., MAHAJAN, G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. **Crop Protection**, v. 38, p. 57 – 65, 2012.

COELHO JÚNIOR, L.M.; REZENDE, J.L.P. de; OLIVEIRA, A.D. de; COIMBRA, L.A.B.; SOUZA, A.N. de. Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco. **Cerne**, v.14, p.368-378, 2008.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB)**. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, V.3 Safra 2015/16 – Quarto Levantamento. 2015. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_14\\_17\\_16\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 05 de janeiro de 2015.

CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; HIROKO, M. (Ed.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 67-78.

DALL'AGNOL, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; TOLEDO, J. F. F. A cultura do girassol no Brasil. In: PUIGNAU, Juan (Ed.) **Mejoramiento genético de girassol**. Montevideo: IICA, PROCISUR, 1994. p. 37-41.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento de culturas**. Tradução de GHEYI, H.R.; SOUZA, A.A.; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. Campina Grande, Paraíba, UFPB, 1994. 306p.

**EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA)**. Girassol. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2016.

FISCHER, R. A.; MILES, R. E. The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds: A Theoretical Analysis. **Mathematical Biosciences**, v. 18, p. 335- 350, 1973.

FLECK, N. G.; PINTO, J. J. O.; MENGARDA, I. P. Interferência de plantas daninhas na cultura do girassol: Competição no tempo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 9, p. 1139-1147, 1989.

FLETCHER III, E. H.; THETFORD, M.; SHARMA, J.; JOSE, S. Effect of root competition and shade on survival and growth of nine woody plant taxa within a pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch] alley cropping system. **Agroforest Systems**, v. 86, p. 49-60, 2012.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO)**. An International Consultation on Integrated Crop-Livestock Systems: The Way Forward for Sustainable Production Intensification. *Integrated Crop Management*, v.13, 2010.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO)**. Biodiversity for Food and Agriculture: Contributing to food security and sustainability in a changing world. ISBN 978-92-5-106748-2, 67 p, 2011.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - STATISTICS DIVISION (FAOSTAT).** Production-Crops. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em 24 de janeiro de 2016.

FURTADO, G. F.; SOUSA, J. R. M.; SOUSA JUNIOR, J. R.; LACERDA, R. R. A. L.; SANTOS SOUZA, A. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 12-17, 2012.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Crop and cattle production responses to tillage and cover crop management in an integrated crop–livestock system in the southeastern USA. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 62-72, 2014.

GAMBLE, J. D.; JOHNSON, G.; SHEAFFER, C. C.; CURRENT, D. A.; WYSE, D. L. Establishment and early productivity of perennial biomass alley cropping systems in Minnesota, USA. **Agroforest Systems**, v. 88, p. 75–85, 2014.

GIMÉNEZ, R.; RIOS, A. Control de malezas. In: **Girasol: algunos aspectos de manejo y producción**. La Estanzuela: Estación Experimental La Estanzuela, 1986. p. 15-22.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. The root system of trees. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. p. 223 – 270.

GHOSH, G. S.; SINGH, S.; FHOSH, A. K. Response of sunflower to weed control. **India Pesticides**, v. 13, n. 3, p. 44-46, 1979.

HADEL, C.; Bamford, K. C.; EntZ, M. H. Crop agronomic performance under a six-year continuous organic no-till system and other tilled and conventionally-managed systems in the northern Great Plains of Canada. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 213, p. 121–130, 2015.

HAGAN, D. L.; JOSE, S.; THETFORD, M.; BOHN, K. Production physiology of three native shrubs intercropped in a Young longleaf pine plantation. **Agroforest Systems**, v. 76, p. 283–294, 2009.

HOCHMAN, Z.; CARBERRY, P. S.; ROBERTSON, M. J.; GAYDON, D. S.; BELL L. W.; MCINTOSH, P. C. Prospects for ecological intensification of Australian agriculture. **European Journal of Agronomy**, v. 44, p. 109-123, 2013.

IBRAHIM, H. M. Response of Some Sunflower Hybrids to Different Levels of Plant Density. **APCBEE Procedia**, n. 4, p. 175-182, 2012.

JOHNSON, B. J. Effect of weed competition on sunflower. **Weed Sci.**, v. 19, n. 4, p. 378-380, 1971.

JOSE, S.; GILLESPIE, A. R.; PALLARDY, S. G. Interspecific interactions in temperate agroforestry. **Agroforest Systems**, v. 61, p. 237–255, 2004.

KALEEM, S.; HASSAN, F.; RAZZAP, A.; MANAF, A.; SALEEM, A. Growth rhythms in sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to environmental disparity. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n.15, p. 2242-2251, 2010

KEATING, B. A.; CARBERRY, P. S.; BINDRABAN, P. S.; ASSENG, S.; MEINKE, H.; DIXON, J. Eco-efficient Agriculture: Concepts, Challenges, and Opportunities. **Crop Science**, v. 50, p. 109-110, 2010.

KHAN, S. U.; KHAN, A.; GURMANI, A. R.; JALAL-UD-DIN. Oil yield, fatty acid profile, achene yield and yield attributes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by autumn planting conditions in Islamabad. **Pakistan Journal of Botany** v. 45, n.1, p. 107-110, 2013.

KRUSCHEWSKY, G.C.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T.K. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp. em sistema agrossilvipastoril no Cerrado. **Cerne**, v.13, p.360-367, 2007.

LAMONICA, K. R.; BARROSO, D. G. **Sistemas Agroflorestais**: aspectos básicos e recomendações. Manual Técnico 07. Niterói: Programa Rio Rural, 2008.

LAWAL, B. A.; OBIGBESAN, G. O.; AKANBI, W. B.; KOLAWOLE, G. O. Effect of planting time on sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity in Ibadan, Nigeria. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 13, p. 3049-3054, 2011.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P.C.F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee>, 2013.

LEMAIRE, G. et al. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.190, p.4-8, 2014.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; FRANZLUEBBERS, A.; CHABBI, A. Grassland–Cropping Rotations: An Avenue for Agricultural Diversification to Reconcile High Production with Environmental Quality. **Environmental Management**, DOI10.1007/s00267-015-0561-6, 2015.

LEROY, C.; SABATIER, S.; WAHYUNI, N. S.; BARCZI, J.; DAUZAT, J.; LAURANS, M.; AUCLAIR, D. Virtual trees and light capture: a method for optimizing agroforestry stand design. **Agroforest Systems**, v. 77, p. 37–47, 2009.

LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, v.3, p.67-72, 1963.

MANDARINO, J. M. G. Óleo de girassol como alimento funcional. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 43-49.

MARÍN., C. & WEINER, J. Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. **Weed Research**, v. 54, 467–474, 2014.

MEDD, R. W. et al. The influence of wheat density and spatial arrangement on annual ryegrass, *Lolium rigidum* Gaudin, competition. *Aust. J. Agric. Res.*, v. 36, n. 3, p. 361-371, 1985. **American Journal of Plant Sciences**, v.3, p. 425-429, 2012.

MOHAMMADI, G. R.; GHOBADI, M. E.; SHEIKHEH-PO, S. Phosphate Biofertilizer, Row Spacing and Plant Density Effects on Corn (*Zea mays* L.) Yield and Weed Growth. **American Journal of Plant Sciences**, v.3, p. 425-429, 2012.

MOHAMMADI, G. R. Alternative Weed Control Methods: A Review. In: SOLONESKI, S.; LARRAMENDY, M. (Ed). **Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges**. Intech: 2013, p. 117-159. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/54164>, acesso em 10 de janeiro de 2016.

MORAES, A., CARVALHO, P. C. F., ANGHINONI, I., LUSTOSA, S. B. C. COSTA, S. E.V. G. A., KUNRATH, T. R. Integrated Crop-Livestock Systems in the Brazilian Subtropics. **European Journal of Agronomy**, v.57 p. 4 – 9, 2014.

MOYER, J. R.; ROMAN, E. S.; LINDWALL, C. W.; BLACKSHAW, R. E. Weed management in conservation tillage systems for wheat production in North and South America. **Crop Protection**, v. 13, n. 4, p. 243 – 259.

NAIR, P. K.R.; KUMAR, B.M.; NAIR, V.D. Agroforestry as a strategy for carbono sequestration. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172, p. 10–23, 2009.

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, p 784-790, 2011.

NASROLLAHI, H.; SHIRANI-RAD, A. H.; KHOURGAMI, A.; HAGHIABI, K. Effect of Plant Density on Yield and Oil Percent of Sunflower Early Cultivars in Second Culture. **International Journal of Science and Advanced Technology**, n.1, v.10, 2011.

NERLICH, K.; GRAEFF-HÖNNINGER, S.; CLAUPEIN, W. Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany. **Agroforest Systems**, v. 87, p. 475–492, 2013.

NICHOLS, V.; VERHULST, N.; COX, R.; GOVAERTS, B. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. **Field Crops Research**, v. 183, p. 56–68, 2015.

OLIVEIRA, R. B.; RANAL, M. A.; LOPES, F. C.; OLIVATO, A. V. D. Qualidade fisiológica de cipselas de girassol em função de largura e época de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n. 3, p. 435 - 446, 2011.

OLIVEIRA, A. C. O cultivo do girassol em sistema agroflorestal na região sul do Brasil. Curitiba: UFPR, 2013. **Dissertação**. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

LOWE, V. I. O. Effect of plant population density on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the transition zone of south west Nigeria. **Tropical Agricultural Research & Extension**, v.8, 2005.

OLSEN, J.; KRISTENSEN, L.; WEINER, J. Effects of density and spatial pattern of winter wheat on suppression of different weed species. **Weed Science**, v. 53, n. 5, p. 690-694, 2005a.

OLSEN, J. et al. Increased density and spatial uniformity increase weed suppression by spring wheat. **Weed Research**, v. 45, n. 4, p. 316-321, 2005b.

OLSEN, J.; KRISTENSEN, L.; WEINER, J. Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. **Weed Biology Management**, v. 6, n. 3, p. 165-173, 2006.

OLSEN, J. M.; GRIEPENTROG, H.; NIELSEN, J.; WEINER, J. How Important are Crop Spatial Pattern and Density for Weed Suppression by Spring Wheat? **Weed Science**, v.60, n. 3, p. 501-509, 2012.

PAES, H. M. F. Estudo fitossociológico e georreferenciamento na cultura de girassol em função de diferentes manejos. Campos dos Goytacazes: UENF, 2010. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.

PAIVA SOBRINHO, S.; TIEPPO, R. C.; SILVA, T. J. A. Desenvolvimento inicial de plantas de girassol em condições de estresse hídrico. **Enciclopédia biosfera**, vol.7, N.12, P. P. 1-12, 2011.

PELEGRINI, B. **Girassol uma planta solar que das Américas conquistou o mundo**. São Paulo: Cone, 1985, 117 p.

PEREIRA, F. A. R.; VELINI, E. D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.355-363, 2003.

PITELLI, R. A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, n. 129, p. 16-27, 1985.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens**: I. Procedimentos para introdução de árvores em pastagens. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 8p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 155).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança no uso da terra. In: FERNANDES, E.N.; MARTINS, P. do C.; MOREIRA, M.S. de P.; ARCURI, P.B. (Ed.). **Novos desafios para o leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.197-210, 2007.

PRIMAVESI, A. **Agricultura Sustentável**. São Paulo, Nobel, 143p. 1992.

QUINKENSTEIN, A.; WOLLECKE, J.; BOHM, C.; GRUNEWALD, H.; FREESE D.; SCHNEIDER, B.U.; HUTTL, R.F. Ecological benefits of the alley cropping agroforestry system in sensitive regions of Europe. **Environmental Science & Policy**, v. 12, p. 1112–1121, 2009

RAMOS, S. F.; CHABARIBERY, D.; MONTEIRO, A. V. V. M.; DA SILVA, J. R. Sistemas Agroflorestais: a estratégia para a preservação ambiental e geração de renda aos agricultores familiares. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 39, n. 6, 2009.

RASOOL, K.; WAJID, A.; SANALLAH; GHAFAR, A.; SHOAIB, M.; ARSHAD, M.; ABBAS, S. Optimizing nitrogen rate and planting density for sunflower under irrigated conditions of Punjab. **SAARC J. Agri.**, v.13, n.1, p.174-187, 2015.

RIBEIRO, S. C.; CHAVES, H. M. L.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L. da. Estimativa do abatimento de erosão aportado por um sistema agrossilvipastoril e sua contribuição econômica. **Revista Árvore**, v.31, p.285-293, 2007.

RIBEIRO, M. F. S.; DAROS, E.; CAIRES, E. F.; VASCONCELLOS, M. E. C. Desempenho agrônomo da cultura do girassol em diferentes condições edafoclimáticas do Sudeste paranaense. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p.550-560, 2011.

ROBINSON, R. G.; FORD, J. H.; LUENSCHEN, W. E.; RABAS, D. L.; SMITH, L. J.; WARNES, D. D.; WIERSMA, J. V. Response of Sunflower to plant population. **Agronomy Journal**, v.72, n.6, 1980.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J. P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, doi:10.1017/S1751731112000675, 2012.

SADRAS, V. O.; REYNOLDS, M. P.; VEJA, A. J.; PETRIE, P. R.; ROBINSON, R. Phenotypic plasticity of yield and phenology in wheat, sunflower and grapevine. **Field Crops Research**, v. 110, p. 242-250, 2009.

SALTON, J. C. et al. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG, M.; NICHOLS, K.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 28, p. 129-144, 2013.

SEDGHI, M.; SHARIFI, E. S.; NAMVAR, A.; KHANDAN-E-BEJANDI, T.; MOLAEI, P. Response of sunflower yield and grain filling period to plant density and weed interference. **Research Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 9, p. 1048-1053, 2008.

SILVA, P. R. F.; RIZZARDI, M. A.; TREZZI, M. M.; ALMEIDA, M. L. Densidade e arranjo de plantas em girassol. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 30, n. 6, p. 797-810, 1995.

SILVA, M. L. O., FARIA, M. A.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P.; LIMA, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n.5, p.482-488, 2007.

SILVA, H. L.; TREZZI, M. M.; MARCHESE, J. A.; BUZZELLO, G.; MIOTTO JR., E.; PATEL, F.; DEBASTIANI, F.; FIORESE, J. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 655-663, 2009.

SILVA, H.R.F.; AQUINO, L.A.; BATISTA, C.H. Efeito residual do adubo fosfatado na produtividade do girassol em sucessão do algodoeiro. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5, p. 786-793, out. 2011.

SILVA, J. I. C.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R.; CARDOSO, L. A.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1255-1266, 2013a.

SILVA, R. E.; REIS, M. R.; MENDES, K. F.; AQUINO, L. A.; PACHECO, D. D.; RONCHI, C. P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Bragantia**, v. 72, n. 3, p.255-261, 2013

SILVA, J.I.C.; MARTINS, D.; PEREIRA, M.R.R.; RODRIGUES-COSTA, A.C.P.; COSTA, N.V. Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 27-36, 2012.

SOUZA, L. S. et al. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.

SOUZA, A. N.; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J. M. de. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Cerne**, v.13, p.96-106, 2007.

SOUZA, L. H. B.; PEIXOTO, C. P.; SILVEIRA, P. S.; LEDO, C. A. S.; LIMA, V. P.; SANTOS, A. P. S. G. Características agronômicas e rendimento de girassol em diferentes épocas de semeadura e populações de plantas no recôncavo da Bahia. **Bioscience Journal**, v. 30, n.1, p. 90-100, 2014.

STEER, B. T.; COALDRAKE, P. D.; PEARSON, C. J.; CANTY, C. P. Effects of nitrogen supply and population density on plant development and yield components of irrigated sunflower (*Helianthis annuus* L.). **Field Crops Research**, v. 13, p. 99-115, 1986.

SÜZER, S. Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower hybrids. **HELIA**, v. 33, n.53, p. 207-214, 2010.

- TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.758p.
- TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671-677, 2002.
- TOMICH, T. R. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 756-762, 2003.
- TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.
- UCHÔA, S. C. P.; IVANOFF, M. E. A.; ALVEZ, J. M. A.; SEDIYAMA, T.; MARTINS, S. A. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção de cultivares de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 8-15, 2011.
- UNGARO, M. R. G. **Cultivo e processamento de girassol**. Viçosa (MG): CPT, 2000.
- USDA. United States Department of Agriculture: Foreign Agricultural Service. Table 14: Sunflower seed area, yield and production. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/wap/current/>>. Acesso em: 5 de maio de 2013.
- VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. 152 p.
- WEINER, J.; ANDERSEN, S. B.; WILLE, W.K.-M.; GRIEPENTROG, H. W.; OLSEN, J. N. Evolutionary Agroecology: the potential for cooperative, high density, weed-suppressing cereals. **Evolutionary Applications**, v. 3, p. 473–479, 2010.
- WEINER, J.; GRIEPENTROG, H. W.; KRISTENSEN, L. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. **J. Appl. Ecol.**, v. 38, n. 4, p. 784-790, 2001.
- ZOMBOUDRÉ, G.; ZOMBRÉ, G.; OUEDRAOGO, M.; GUINKO, S.; ROY MACAULEY, H. Réponse physiologique et productivité des cultures dans un système agroforestier traditionnel: cas du maïs (*Zea mays* L.) associé au karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.) dans la zone est du Burkina Faso. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, v. 9, p. 75–85, 2005.
- ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; MOREIRA, A. Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido brs 191 cultivado no estado do Paraná. **Rev. bras. ol. fibros.**, v.14, n.2, p.55-62, 2010.

## 2 CAPÍTULO II - ADENSAMENTO POPULACIONAL DA CULTURA DO GIRASSOL COMO ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM UM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

### RESUMO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura importante para os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) e uma das principais dificuldades de manejo nesta cultura consiste no controle de plantas invasoras, especialmente em condições em que o controle químico não é permitido. Portanto, o objetivo da pesquisa foi verificar o efeito do adensamento populacional do girassol no controle de plantas invasoras, e seu impacto na produtividade do girassol, em SIPA com *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage de um ano de idade, em uma Área de Proteção Ambiental. Para tanto, foram testadas duas populações (45 e 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>) em dois sistemas de produção (monocultivo de girassol e SIPA). Ainda, nas áreas de SIPA, as avaliações ocorreram em 5 posições (2,4; 4,8; 7,2; 9,6; e 12m) entre os renques de árvores. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais-PR. O delineamento foi em blocos ao acaso, com oito repetições. Para avaliar a ocorrência de plantas invasoras, foi determinada densidade plantas invasoras (número de indivíduos espécie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) e a matéria seca de plantas invasoras (g espécie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) aos 40, 70 e 100 dias após a emergência da cultura. Com estas avaliações foram calculados índices fitossociológicos, a fim de estudar a dinâmica da comunidade de plantas invasoras. Os componentes de rendimento do girassol analisados foram: diâmetro do capítulo, número de aquênios por capítulo, e peso de 1000 aquênios. Também foram observados os índices biométricos de altura de planta e área foliar. Os dados foram submetidos a análise de variância, e teste de Tukey a 5%, quando houve diferença entre os tratamentos. Para avaliação do efeito das posições no SIPA, procedeu-se com análise de regressão. Nas áreas com população de 90 mil pl.ha<sup>-1</sup> houve menor infestação de plantas invasoras, para ambos sistemas. Não houve diferença na ocorrência de plantas invasoras entre as posições no entre renque do SIPA. As principais plantas invasoras identificadas foram as mesmas nas duas populações e sistemas. A produtividade de girassol foi superior na população mais adensada em ambos sistemas, sendo que o SIPA obteve maior rendimento que o monocultivo, considerando as duas populações. No SIPA, somente uma das posições (à 2,4 m do renque de árvores) obteve rendimento médio inferior às demais. O adensamento populacional na cultura do girassol mostrou-se uma prática de manejo viável, tanto do ponto de vista de controle de plantas invasoras como de produtividade de aquênios. O trabalho reforça que os SIPA representam uma alternativa a intensificação sustentável de produção vegetal.

**Palavras-chave:** Manejo cultural de plantas invasoras, Área de Proteção Ambiental, plantio direto sem uso de herbicidas.

## HIGH SUNFLOWER DENSITIES AS A STRATEGY OF WEEDS CONTROL IN AN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM

### ABSTRACT

Sunflower is an important crop for the Integrated Crop-livestock System (ILCS), and one of the main management difficulties identified in this crop is weed control, especially under no-till conditions when chemical weed control is not allowed. Therefore, the aim of this research was to evaluate the effect of greater sunflower population density on weed control, and its impact on sunflower yield, in ILCS with one-year-old *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage in an Environmental Protection Area. Two population densities were tested (45 e 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>) in two crop systems (sunflower monoculture and ILCS). Additional treatment was carry out in the ILCS, 5 positions (2,4; 4,8; 7,2; 9,6; e 12 m) between the tree rows were evaluated. The experiment was taken at the Paraná Federal University Experimental Farm, in Pinhais-PR city. The design was a randomized block, with eight repetitions. To evaluate weeds, weed density (number of individuals' specie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) and weed dry matter (g specie<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>) was determined at 40, 70 and 100 days after crop emergence. Phytosociological indices were calculated to study the weed community dynamic. The yield components evaluated were: head diameter, number of achenes per head, and 1000- achene's weight. Also, plant height and leaf area were observed. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5 % probability, when significant differences were found. The effect of position in the ILCS was evaluated by regression analyses. There was less weed infestation on the high density treatment (90 mil pl.ha<sup>-1</sup>) in both systems. No different of weed occurrence was observed in the 5 positions between the tree rows. The main weeds identified were the same on the two population densities and systems. Sunflower yield was higher in the greater population density in both systems. Higher yield was observed in the ILCS, in both population densities. In the ILCS, only one position (2,4 m) had lower yield. Increasing population density in sunflower crop is a practicable management to control weeds and to gain higher yield under free-herbicide conditions. This study reinforces that ILCS is an alternative to sustainable intensify agriculture.

**KEY-WORDS:** Weed cultural management, Environmental Protection Area, herbicide-free no-till system.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) (CARVALHO et al., 2014) são considerados uma alternativa a intensificação sustentável da produção vegetal (FAO, 2010; 2011). Como a diversidade e complexidade são propriedades inerentes a estes sistemas (ANGHINONI et al., 2013), do ponto de vista agrícola, têm como uma de suas premissas a rotação de culturas.

O girassol representa uma cultura importante às rotações nesses sistemas (BRIGHENTI & CASTRO, 2013). Trata-se de uma cultura com alta adaptabilidade e versatilidade (AMABILE et al., 2003; SILVA et al., 2012). Além disso, apresenta características desejáveis como maior tolerância ao estresse hídrico, boa capacidade de aproveitamento dos resíduos das adubações dos cultivos anteriores, aumentando assim, a capacidade de aproveitamento do solo, dos maquinários e dos fatores de produção (SILVA et al., 2011; BRIGHENTI & CASTRO, 2013).

A importância dos SIPA's e de culturas rústicas, como o girassol, cresce em áreas com restrição de uso de insumos, especialmente defensivos. Um exemplo é o cultivo agrícola em Áreas de Proteção Ambiental (APA's), em que os principais desafios consistem no estabelecimento do plantio direto e no controle de plantas invasoras.

Especialmente na cultura do girassol, também há dificuldades ao manejo de plantas invasoras, mesmo em condições tradicionais de cultivo em que o controle químico é utilizado. Isto porque apenas dois herbicidas estão registrados para a cultura do girassol no Brasil (alacloro e trifluralina) (BRASIL, 2016), limitando, de forma considerável, as ações técnicas de manejo, já que tais produtos têm sua ação limitada a principal classe de plantas infestantes na cultura, as dicotiledôneas (CASTRO et al., 1997; BRIGHENTI et al., 2003; BRIGHENTI et al., 2004; ADEGAS et al., 2010; PAES, 2010; SILVA et al., 2012). Além deste fator impeditivo ao uso de herbicidas no girassol, nos SIPA em que o componente arbóreo está presente, especialmente nos primeiros anos, atenção deve ser dada ao uso adequado destes defensivos para que não atinjam as folhas e galhos das árvores.

Neste contexto, estratégias de manejo que prevaleça o controle cultural de plantas invasoras são desejáveis. De acordo com CONSTANTIN (2011), o mais importante componente de manejo é a própria cultura, e uma maneira de utilizá-la de forma a suprimir plantas invasoras é aumentar a densidade de plantio. O adensamento

permite que a população da cultura, através do sombreamento pelo maior fechamento do dossel, suprima plantas invasoras, aumentando o efeito da vantagem do tamanho inicial da cultura em relação ao primeiro fluxo de emergência de plantas invasoras (WEINER et al., 2010; MARÍN & WEINER, 2014).

Espera-se que o adensamento na população de plantas de girassol consista numa estratégia ao manejo de plantas invasoras em áreas de SIPA com árvores, quando o controle químico não pode ser utilizado. Tal prática já foi confirmada em outras culturas como o milho (MARÍN & WEINER, 2014) e o trigo (OLSEN et al. 2012), no entanto é necessário avaliar o impacto do adensamento no rendimento do girassol, em condição de livre convivência com plantas invasoras, para validar esta estratégia na cultura.

Dessa forma, objetivou-se verificar o efeito da densidade de semeadura sobre a ocorrência e composição da comunidade de plantas invasoras, em dois sistemas de produção do girassol, monocultivo e girassol integrado com eucaliptos de um ano (SIPA), em uma Área de Proteção Ambiental. Outro objetivo da pesquisa foi avaliar o impacto do adensamento da população de plantas no rendimento da cultura do girassol, em condições edafoclimáticas não limitantes e de livre convívio com plantas invasoras, nos dois sistemas supracitados.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento faz parte do projeto realizado pelo Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA) localizado na Estação Experimental do Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná e localizada no município de Pinhais - PR.

As coordenadas geográficas centrais aproximadas são 25°23'30'' S de latitude, 49°07'30'' O de longitude, com altitude média de 920 m. O clima, segundo Köppen, é do tipo Cfb – Temperado Húmido com Verão Temperado, caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperaturas médias máxima de 22,5 ° C e mínima de 12,5 ° C; não possui estação seca definida e há ocorrência de geadas. Os dados termo pluviométricos referentes ao período de duração do experimento encontram-se em ANEXO 1.

São encontrados na área experimental solos da classe dos Latossolos, Cambissolos, e associações de ambos, sendo também verificadas pequenas porções de

Gleissolos (SUGAMOSTO, 2002). De acordo com análise de solo (ANEXO 2), não houve restrições ao desenvolvimento do experimento. Na área experimental não há alumínio tóxico ( $Al^{+3}$ ), e os valores de V % estavam entre 61 e 77, em julho de 2014.

O delineamento foi em blocos ao acaso com oito repetições. No experimento foram testadas duas populações de girassol, 45 mil e 90 mil plantas por hectare (pl.  $ha^{-1}$ ) (P45 e P90, respectivamente); em dois sistemas de produção, monocultivo de girassol, e girassol em um Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA). O arranjo do SIPA consiste na integração de girassol com *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Ainda, dentro do tratamento SIPA, foram avaliadas cinco posições no entre renque (área útil de 12m) em relação à linha das árvores, que consistiram em 2,4; 4,8; 7,2; 9,6; e 12 metros (APÊNDICE 1 e 2).

O experimento foi instalado no ano agrícola de 2014/2015, correspondente à segunda safra de verão do SIPA, quando os eucaliptos estavam com 1 ano, altura e diâmetro médio de 3,05 m e 3,03 cm, respectivamente. Os renques de eucalipto foram alocados em curva de nível, com espaçamento entre linhas de 14 m e 2 m na linha, no sentido predominante noroeste-sudeste. A cultura antecessora de verão ao girassol foi milho, com cobertura de inverno composta predominantemente por aveia.

O girassol (híbrido Aguará 6) foi estabelecido em sistema de plantio direto. A semeadura ocorreu em 22/09/2014, em sobressemeadura a cobertura de inverno, com espaçamento de 0,45 entre linhas. Neste momento a aveia encontrava-se em início de maturação. Dessa forma, o próprio efeito mecânico da semeadora propiciou o estabelecimento da palhada, que foi de 9  $ton.ha^{-1}$  em média (APÊNDICE 30). A germinação ocorreu 10 dias após a semeadura (DAS), em função de temperaturas médias baixas, média de 14,3°C para este período (SIMEPAR, 2015).

A cultura foi adubada de forma que a competição por nutrientes não fosse um fator limitante ao desenvolvimento das populações de girassol, com 200 kg de  $P_2O_5$ , na forma de fosfato natural na base, e com 200 kg de N e 100 kg de  $K_2O$  em cobertura, 20 DAS. O raleio para estabelecimento das populações ocorreu entre os estádios V4 e V6. Em virtude de o experimento estar estabelecido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Iraí (Decreto n° 2200) (PARANÁ, 2000), nenhum defensivo agrícola foi utilizado.

As avaliações de plantas invasoras foram realizadas em três épocas: aos 40, 70 e 100 DAE. As amostragens foram efetuadas arremessando-se, aleatoriamente, um quadro de ferro com área interna de 0,25  $m^2$ , sendo três repetições por unidade experimental.

As plantas invasoras foram identificadas e o número de indivíduos por espécie foi contabilizado. No caso de espécies da família Poaceae foi contabilizado o número de perfilhos; nas espécies *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. e *Rumex obtusifolius* L. foi contabilizado o número de talos presentes no quadrado amostrado. Por fim, foi determinada matéria seca (MS) de plantas invasoras por espécie, secando as amostras em estufa à 65 ° C até atingirem peso constante. A partir destas avaliações foi estimada a densidade e MS de plantas invasoras por metro quadrado, para cada tratamento.

A fim de estudar a composição da comunidade de plantas invasoras nos diferentes tratamentos, foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos propostos por MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974): Frequência Absoluta (Fr) = n° de quadrados onde a espécie foi encontrada/n° total de quadrados; Frequência relativa (FrR) = frequência da espécie x 100/frequência total das espécies; Densidade Absoluta (De)= n° total de indivíduos da espécie/área amostrada; Densidade relativa (DeR) = densidade da espécie x 100/densidade total das espécies; Abundância Absoluta = n° total de indivíduos da espécies/n° total de quadrados onde a espécies foi encontrada; Dominância Absoluta (Do) = MS de plantas invasoras da espécie/área amostrada; Dominância relativa (DoR) = dominância da espécie x 100/dominância total das espécies; Índice de importância Relativa = FrR + DR + DoR, de uma mesma espécie. Para comparação entre os sistemas, também foi calculado o coeficiente de similaridade, segundo a fórmula proposta por SORENSEN (1972):  $2 \times n^\circ \text{ de espécies comuns aos dois sistemas de produção} / (n^\circ \text{ de espécies do monocultivo} + n^\circ \text{ de espécies do SIPA})$ .

Foram avaliados os índices biométricos de área foliar e altura de planta. Para avaliação da área foliar foram coletadas todas as folhas de dez plantas em cada unidade experimental, no pleno florescimento. Em laboratório, foram medidas a maior largura e o comprimento de cada folha. A área foliar foi estimada de acordo com modelo proposto por AQUINO et al. (2011), segundo a equação:  $Y = 0,5405.(L*C)^{1,0212}$ , onde C = comprimento da folha (cm) e L = maior largura da folha (cm). Foi determinada altura de todas as plantas amostradas na colheita, medindo-se a planta a partir da base até a inserção do capítulo, com o auxílio de trena.

A colheita ocorreu na última semana de fevereiro. Os capítulos foram colhidos manualmente, com auxílio de tesoura de poda. Foram amostradas 2 linhas de 5 metros em cada unidade experimental.

Cada capítulo foi acondicionado separadamente para análise dos componentes de rendimento. Em laboratório, os capítulos foram secos em estufa à 40 ° C para eliminar o excesso de umidade. Na sequência, os resquícios florais foram limpos, e o diâmetro de todos capítulos amostrados foi determinado com fita métrica, medindo-se duas posições perpendiculares entre si para se considerar o valor médio. A debulha foi manual. Prosseguiu-se com a limpeza dos aquênios de cada capítulo, primeiro passando em peneira de 2 mm para retirada de resíduos finos, seguindo com a limpeza de palha e grãos chochos em soprador de sementes General. As amostras foram pesadas em balança com precisão de 0,01g. A umidade dos aquênios foi determinada por método indireto, com medidor de umidade de grãos G600, a partir de uma amostra composta de 150 g de todos capítulos oriundos de uma mesma unidade experimental. Para estimativa do peso de mil aquênios, foram contados 400 aquênios de cada tratamento. A estimativa do n° de aquênios por capítulo foi extrapolado a partir do peso, já que cada capítulo foi pesado separadamente. Os dados de rendimento e peso de mil aquênios foram corrigidos a 11% de umidade.

As variáveis foram analisadas dentro do SIPA, para verificar efeito das posições. Na comparação entre sistemas, foi considerada a média das posições no SIPA. Especialmente na análise de produtividade, o rendimento do SIPA foi comparado em relação ao monocultivo de duas formas: foi realizada uma análise comparativa considerando a área perdida devido a presença do renque de árvores (redução de 14,3%); e outra considerando o rendimento da área útil do entre renque, extrapolado para hectares. Foi realizada análise de correlação de Pearson entre a produtividade e os componentes do rendimento.

As variáveis foram analisadas no software R, versão 3.1.1 (R CORE TEAM, 2014). Os pressupostos de homogeneidade de variâncias e normalidade de resíduos foram verificados, prosseguindo com análise de variâncias (ANOVA), e teste de médias, quando houve diferença significativa a nível de 5%. As regressões polinomiais foram analisadas no software R e os gráficos gerados no software Excel® 2013. Todos os quadros de análise de variância estão disponíveis para consulta em APÊNDICES.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Plantas invasoras

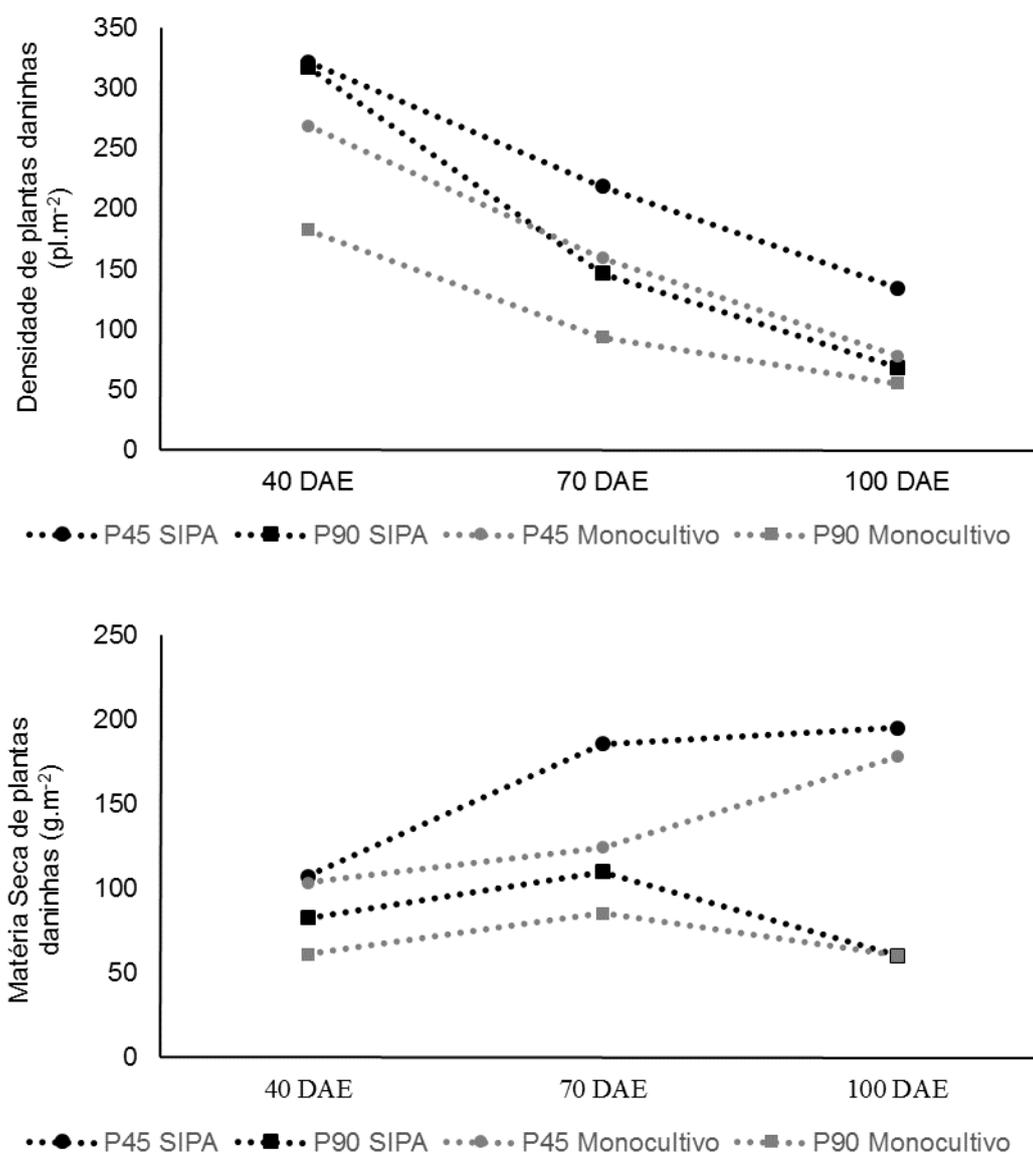
No Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), não foi constatado efeito da posição em relação as árvores na densidade ( $p = 0,1492$ ) e matéria seca ( $p = 0,3652$ ) de plantas invasoras, nas épocas avaliadas, nas duas populações de girassol. A não observação de diferença entre as posições pode ser explicada pelo pequeno porte das árvores, que tinham 1 ano na implantação da lavoura de girassol nos entre renques. Dessa forma, a discussão do trabalho prosseguirá em torno do efeito das populações de girassol e dos sistemas, na incidência e dinâmica da comunidade de plantas infestantes.

A população de girassol mais adensada (90 mil pl.ha<sup>-1</sup>) apresentou médias inferiores tanto para densidade ( $p < 0,0001$ ) quanto para matéria seca ( $p < 0,0001$ ) de plantas invasoras por m<sup>2</sup>. Apenas aos 40 DAE, não houve diferença na densidade de plantas invasoras entre as populações (P45 e P90) no SIPA (interação População x Sistema x Época,  $p = 0,095$ ) (FIGURA 1). No entanto, este comportamento da densidade aos 40 DAE não refletiu na matéria seca de invasoras, que neste período foi 23% inferior em P90 comparada à P45.

Já no terço final do ciclo do girassol, a densidade média de plantas invasoras no monocultivo foi de 78,0 pl. m<sup>-2</sup> em P45 e de 55,3 pl. m<sup>-2</sup> em P90, representando uma redução de 29,06 % de plantas infestantes. No SIPA, a redução na densidade de plantas invasoras foi de quase 50%, com médias de 134,0 e 68,6 pl. m<sup>-2</sup>, para P45 e P90, respectivamente. O efeito do adensamento fica evidente ao observar os dados de MS de plantas invasoras (FIGURA 1), já que a redução chegou a 66,2 % no monocultivo, e de 69,2 % no SIPA, aos 100 DAE.

De maneira geral, o adensamento da sementeira promove supressão de plantas invasoras, como já foi constatado em cereais de inverno (MEDD et al., 1985; WEINER et al., 2001; OLSEN et al., 2005a; OLSEN et al., 2005b; OLSEN et al., 2006; OLSEN et al., 2012); na cultura do milho (MOHAMMADI et al., 2012; MARÍN & WEINER, 2014), e até mesmo em olerícolas, como a beterraba (CARVALHO & GUZZO, 2008). No milho MARÍN & WEINER (2014) também observaram redução expressiva na matéria seca de plantas invasoras em virtude do adensamento (99 mil pl.ha<sup>-1</sup>), ultrapassando os 70%.

FIGURA 1 – DENSIDADE (pl. m<sup>-2</sup>) E MATÉRIA SECA (g m<sup>-2</sup>) DE PLANTAS INVASORAS, SEGUNDO SISTEMA DE PRODUÇÃO NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO



NOTA: P45 e P90 são abreviações de população de 45 mil pl.ha<sup>-1</sup> e 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em termos de valores médios de matéria seca de plantas invasoras, tanto BRIGHENTI et al. (2004) quanto SILVA et al. (2012), em seus levantamentos na cultura do girassol, também encontraram médias superiores à 100 g m<sup>-2</sup> em lavouras com populações de 42,8 mil pl. ha<sup>-1</sup>, em condição de livre convivência com as plantas invasoras. Isto demonstra que a área estudada se encontra dentro dos padrões de infestação de plantas invasoras observados em outros experimentos realizados com cultura do girassol.

Na comparação entre os sistemas, foi observado médias superiores de densidade de plantas invasoras (pl. m<sup>-2</sup>) ( $p < 0,0001$ ) no SIPA, nas duas populações de girassol. Quanto a matéria seca acumulada pelas plantas invasoras, em P45, o SIPA também apresentou maiores médias ( $p < 0,0126$ ), com média geral entre as épocas de 162,55 g m<sup>-2</sup> contra 135,18 g m<sup>-2</sup> no monocultivo. No entanto, em P90, não houve diferença entre os sistemas, a ponto de, na última época de avaliação, ser observado o mesmo acúmulo médio de matéria seca de plantas invasoras (60g m<sup>-2</sup>) em ambos sistemas.

Acredita-se que a maior incidência de plantas invasoras no SIPA, especialmente em P45, se deve a presença da linha de árvores, a qual serve de fonte dispersora de plantas invasoras. Isto porque, nos primeiros anos do sistema, devido ao pequeno porte, as árvores não têm capacidade de suprimir as plantas infestantes abaixo de sua copa. Contudo, o adensamento mostrou-se capaz de contornar este fato nos SIPA, uma vez que a matéria seca de plantas invasoras (g m<sup>-2</sup>) não diferiu entre os sistemas, para as três épocas avaliadas, neste tratamento (P90).

Quanto às épocas de avaliação, a densidade de plantas invasoras foi decrescente ao longo do tempo, tanto nas 2 populações, como nos dois sistemas (FIGURA 1). Cabe destacar que no SIPA, na população de 90 mil pl. ha<sup>-1</sup>, a redução na densidade entre as épocas 40 e 70 DAE foi mais pronunciada (interação População x Sistema x Época,  $p = 0,095$ ). Este comportamento decrescente da densidade de plantas invasoras no tempo também foi observado por BRIGHENTI et al. (2004) e SILVA et al. (2012) na cultura do girassol, uma vez que o primeiro fluxo germinativo é sempre o maior, proporcionando densidades maiores no desenvolvimento inicial da cultura.

Com relação a MS acumulada pelas plantas invasoras, houve interação significativa entre a população de plantas e a época ( $p < 0,001$ ). Em P45, o acúmulo de matéria seca de plantas invasoras foi crescente ao longo do tempo. Isto é esperado, já que normalmente a infestação por plantas invasoras é máxima ao fim do ciclo da cultura (ADEGAS et al., 2010), motivo pelo qual alguns pesquisadores, como BEDMAR et al. (1983) e BRIGHENTI et al. (2003), escolheram o fim do ciclo do girassol para realizarem seus levantamentos fitossociológicos.

Já em P90, apesar da tendência de maior acúmulo aos 70 DAE (FIGURA 1), não houve diferença entre as épocas. Comportamento semelhante foi observado na comunidade infestante da cultura da soja por SPADOTTO et al. (1994) e no girassol por

BRIGHENTI et al. (2004), o qual foi atribuído à morte de plantas e, especialmente, à maior taxa de senescência de folhas e ramos.

TABELA 1 – RELAÇÃO DE PLANTAS INVASORAS IDENTIFICADAS AO LONGO DO EXPERIMENTO, DISTRIBUÍDAS POR FAMÍLIA E ESPÉCIE, COM INDICAÇÃO DA ÉPOCA DE IDENTIFICAÇÃO

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Época de identificação (DAE)		
		40	70	100
Alliaceae	<i>Nothoscordum gracile</i> (Aiton) Stearn		x	x
Apiaceae	<i>Daucus pusillus</i> Michx.		x	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	x	x	x
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.		x	
Asteraceae	<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	x	x	x
Asteraceae	<i>Bidens Pilosa</i> L.	x	x	x
Asteraceae	<i>Coniza bonariensis</i> (L.) Cronquist	x	x	x
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	x	x	x
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.		x	
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L.	x	x	x
Convolvulaceae	<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth	x	x	x
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	x	x	x
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	x	x	x
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L.	x		
Poaceae	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	x	x	
Poaceae	<i>Cynodon sp.</i>	x	x	x
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	x	x	
Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	x	x	x
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	x	x	x
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	x	x	x
Labiatae	<i>Stachys arvensis</i> L.	x	x	x
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	x	x	x
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	x	x	x
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	x	x	x
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes		x	
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.		x	

Durante todas as avaliações realizadas no experimento, foram identificadas 27 espécies, agrupadas em 16 famílias (TABELA 1). As principais famílias presentes foram Asteraceae e Poaceae, com 7 e 6 espécies, respectivamente. As demais famílias obtiveram apenas uma espécie representante. Asteraceae e Poaceae realmente são duas das principais famílias de plantas invasoras existentes no Brasil, comumente

encontradas em áreas tradicionais de produção agrícola, como as de girassol (BRIGHENTI et al, 2003; ADEGAS et al, 2010; PAES, 2010).

A maior parte das espécies foi identificada em todas as épocas de amostragem (TABELA 1). No SIPA foram identificadas 25 espécies, e no monocultivo 20. Entre os sistemas o índice de similaridade foi de 0,8, considerado alto, já que 18 espécies foram comuns a ambos.

A principal espécie identificada, considerando todo experimento, foi *Bidens pilosa* L. (picão-preto). Esta espécie esteve bem distribuída em todos os tratamentos ao longo do tempo, com frequências variando de 0,83 a 0,98 (APÊNDICE 4 a 9). Apenas na avaliação aos 40 DAE, *Bidens pilosa* L. foi a segunda espécie em importância na comunidade de plantas invasoras (FIGURA 2), em que *Lolium multiflorum* Lam. foi a principal espécie em importância.

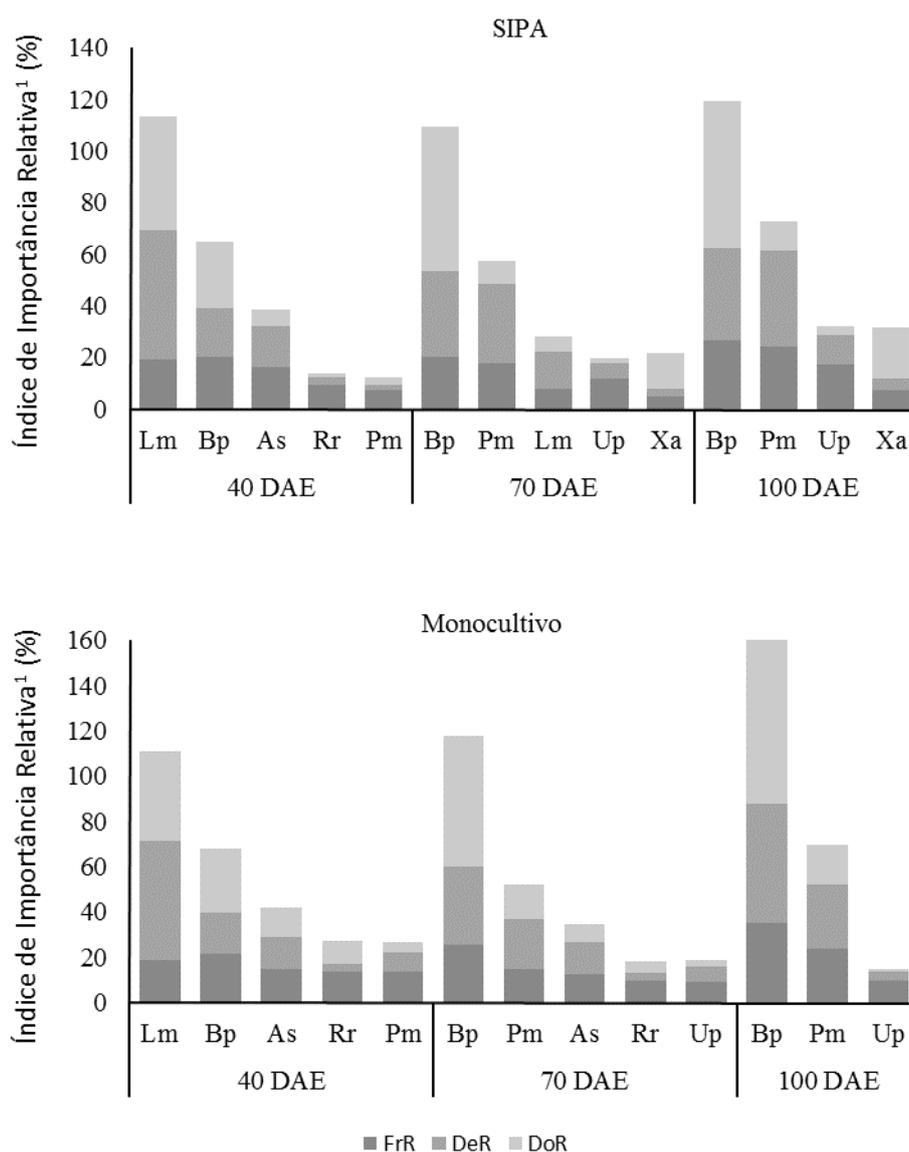
Nas demais épocas o picão-preto foi a espécie mais importante, sendo que seu IIR crescente ao longo do tempo. Na pesquisa realizada por BRIGHENTI et al. (2004) em Londrina, o picão-preto também correspondeu a principal espécie da comunidade infestante na lavoura de girassol. Outros trabalhos envolvendo plantas invasoras na cultura do girassol (BRIGHENTI et al. 2003; ADEGAS et al. 2010; SILVA et al., 2012) identificaram outras espécies com maiores IIR, já que foram desenvolvidos na região do Cerrado.

Aos 40 DAE, além de *Bidens pilosa* L., as principais espécies que compunham a comunidade de plantas invasoras, foram *Lolium multiflorum* Lam. (azevém), *Avena strigosa* Schreb. (aveia preta), *Raphanus raphanistrum* L. (nabiça) e *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião), em ambos sistemas (FIGURA 2). Tais espécies apontadas como principais neste experimento aos 40 DAE, correspondem as mesmas encontradas por ADEGAS et al. 2010, em levantamento fitossociológico nos estágios iniciais da cultura do girassol, no Rio Grande do Sul. A aveia, o azevém e a nabiça são espécies tipicamente encontradas no outono/inverno na região Sul (LORENZI, 2000) e, portanto, tiveram sua importância diminuída na avaliação subsequente, não sendo mais encontradas ao 100 DAE.

Já o capim-colonião esteve bem distribuído em ambos sistemas aos 40 DAE (Fr entre 0,75 e 0,50). No entanto, os valores de dominância absoluta da espécie não foram superiores a 6 g m<sup>-2</sup>, em função da presença de perfilhos novos nesta época de amostragem. Sua importância cresceu ao longo do tempo, em ambos sistemas, em

função do aumento de sua frequência e dominância relativa (FIGURA 2). Correspondeu a segunda espécie mais importante nos levantamentos de 70 e 100 DAE.

FIGURA 2 – ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA RELATIVA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES ENCONTRADAS NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL E NO GIRASSOL EM SIPA, NAS TRÊS ÉPOCAS AVALIADAS



NOTA: As espécies apresentadas representam 80% do IIR total (300%);

Espécies: *Lolium multiflorum* Lam. (Lm); *Bidens Pilosa* L. (Bp); *Avena strigosa* Schreb. (As); *Raphanus raphanistrum* L. (Rr); *Panicum maximum* Jacq. (Pm); *Urochloa plantaginea* (Link) R. D. Webster (Up); *Xanthium strumarium* L. (Xa).

(1) Índice de Importância Relativa (IIR) = Frequência relativa (FrR) + Densidade Relativa (DeR) + Dominância Relativa (DoR)

Outra espécie importante em ambos sistemas aos 70 e 100 DAE foi *Urochloa plantaginea* (Link) R. D. Webster (capim-marmelada). Tal espécie se destacou por ser muito frequente, no entanto apresentou baixas dominâncias absolutas, refletindo em baixas dominâncias relativas (entre 1,2 % e 3,5 % considerando os dois sistemas, nas épocas de 70 e 100 DAE) (FIGURA 2).

As populações influenciaram na densidade e dominância absoluta das principais espécies encontradas nos dois sistemas avaliados (APÊNDICE 4 a 9). No entanto não houve diferença na densidade e dominância relativa (%), das principais espécies encontradas nas duas populações. Ou seja, em termos de importância, a comunidade de plantas infestantes teve as mesmas espécies principais nas duas populações, bem como nos dois sistemas (FIGURA 2).

### 2.3.2 Componentes do Rendimento do Girassol

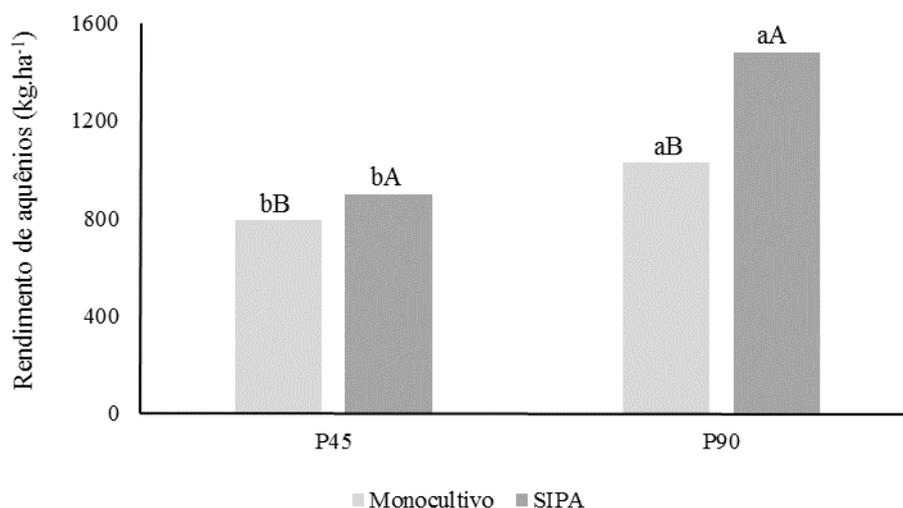
O adensamento proporcionou maior rendimento de aquênios ( $p < 0,0001$ ) em ambos sistemas. Houve interação entre sistema e população ( $p = 0,0006$ ) devido diferença na grandeza da resposta, uma vez que no monocultivo o incremento médio de produtividade em função do adensamento foi de 22,8%, e no SIPA, foi de 39,3% (produtividade do SIPA considerando rendimento da área útil do entre renque, extrapolado para hectares) (FIGURA 3).

O rendimento do SIPA foi maior ( $p < 0,0001$ ) nas duas populações, na comparação que considera o rendimento da área útil do entre renque extrapolado para hectares (FIGURA 3). Na estimativa de produtividade do SIPA que considera a área perdida pelos renques de árvores, a produtividade do SIPA em P45 não diferiu do monocultivo, 769 e 792 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (interação Sistema x População,  $p = 0,0006$ ). Sendo que em P90 o rendimento do SIPA foi superior (1267 kg ha<sup>-1</sup> contra 1026 kg ha<sup>-1</sup> do monocultivo), mesmo considerando perda de 14,3 % de área.

Os dados de componentes de rendimento do girassol auxiliam a compreensão destes resultados (TABELA 2). Um dos componentes que mais contribui no rendimento é o diâmetro do capítulo, já que influencia tanto o tamanho dos aquênios como o número de aquênios por capítulo (RASOOL et al., 2015). Esta característica foi preponderante para observação de maiores produtividades na população adensada. Apresentou forte correlação com a produtividade ( $r = 0,74$ ), e influenciou no número de

aquênios por capítulo, característica diretamente relacionada com os rendimentos observados nas duas populações ( $r = 0,95$ ) (APÊNDICE 27).

FIGURA 3 – RENDIMENTO DE AQUÊNIOS ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) ENTRE AS POPULAÇÕES DE GIRASSOL, NOS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO – SAFRA 2014/2015



NOTA: Letras minúsculas diferentes indicam diferença a nível de 5% pelo teste de Tukey entre populações dentro dos sistemas. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença a nível de 5% pelo teste de Tukey entre sistemas dentro das populações.

Comparação que considera o rendimento da área útil do entre renque do SIPA, extrapolado para hectares.

P45 e P90 são abreviações de população de 45 mil  $\text{pl}\cdot\text{ha}^{-1}$  e 90 mil  $\text{pl}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

No monocultivo o diâmetro em P45 foi superior à P90 ( $p < 0,0001$ ), médias de 13,23 e 11,09 cm, respectivamente. Esta diferença no tamanho foi pequena, considerando que outros trabalhos envolvendo populações de girassol verificaram reduções entre 4 e 14 cm no diâmetro do capítulo ao se dobrar a densidade populacional (BEVITÓRI & ANTAL, 1995; ORLANDO, 2008; SEDGHI et al., 2008; ALI et al., 2012; IBRAHIM et al., 2012; RASSOL et al., 2015).

A pequena diferença no tamanho do capítulo no monocultivo, e a ausência de diferença desta característica no SIPA (interação Sistema x População,  $p = 0,019$ ) estão relacionadas com a maior incidência de plantas invasoras na população de 45 mil  $\text{pl}\cdot\text{ha}^{-1}$  (FIGURA 1). A matocompetição influencia negativamente o tamanho do capítulo (SILVA et al., 2012). Dessa forma, em P45, devido a competição interespecífica o tamanho do capítulo foi similar à P90, onde há competição intraespecífica. Por isso no monocultivo a diferença no rendimento entre as populações foi menor, já que os

capítulos foram um pouco maiores em P45; e no SIPA, como não houve diferença entre o tamanho dos capítulos, a produtividade foi quase 40% superior onde havia mais plantas por área.

TABELA 2 - COMPONENTES DO RENDIMENTO DO GIRASSOL, DIÂMETRO DO CAPÍTULO (cm), N° DE AQUÊNIOS POR CAPÍTULO, E PESO DE MIL AQUÊNIOS (g), NAS POPULAÇÕES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO – SAFRA 2014/2015

SISTEMA	Diâmetro do capítulo (cm)		N° aquênios por capítulo		Peso de mil aquênios (g)	
	P45	P90	P45	P90	P45	P90
Monocultivo	13,2 aA	11,1 bA	598,6 aA	485,5 bB	32,8 aA	28,3 bB
SIPA	12,5 aA	11,8 aA	584,5 aA	508,2 bA	34,1 aA	32,3 bA

NOTA: Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas idênticas não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Tukey, enquanto valores em uma mesma coluna, seguidos por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

P45 e P90 são abreviações de população de 45 mil pl.ha<sup>-1</sup> e 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O número aquênios por capítulo e o peso de mil aquênios foram superiores na população de P45 ( $p < 0,0001$ , para ambas características). Esta relação inversa entre estas características e o aumento da população de plantas é função da maior competição entre plantas (CASTRO et al., 2011; ALI et al., 2013; RASOOL et al., 2015).

Para estas mesmas características, os sistemas diferiram apenas em P90 (interação significativa,  $p < 0,05$ ), em que o SIPA apresentou maiores médias, de 508,2 aquênios por capítulo e 32,3 g de peso de mil aquênios, contra 485,5 aquênios por capítulo e 28,3 g de peso de mil aquênios no monocultivo.

Sob a ótica de sistemas, acredita-se que o menor rendimento do monocultivo, especialmente na população de 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>, se deve a observação visual de maior severidade da doença mancha-de-alternaria (*Alternaria helianthi*) nas plantas de girassol neste sistema. Pelo mesmo motivo, o peso e o número de aquênios por capítulo foi menor na monocultivo em P90. Em geral, populações mais adensadas apresentam maior severidade pela mancha de alternaria na cultura do girassol (BAUER et al., 2013).

No SIPA a presença do renque de árvores pode ter funcionado como um quebra vento, influenciando negativamente a dispersão da doença nos entre renques. Este efeito da presença da linha de árvores na incidência e severidade de doenças em SIPA foi discutido por NORTON (1988), YAMOAHA & BURLEIGH (1990), SCHROTH et al.

(1995), SCHROTH et al. (2000), e SUDMEYER & SPEIJERS (2007), em condições tropicais.

Os dados biométricos do girassol de altura e área foliar corroboram com as repostas em função do adensamento encontradas na literatura (BEVITÓRI & ANTAL, 1995; NASROLLAHI et al., 2001; XIAO et al., 2006; SEDGHI et al., 2008; SUZER et al., 2010; CASTRO et al., 2011; ALI et al., 2012; IBRAHIM et al., 2012; ALI et al., 2013; BEZERRA et al., 2014; RASOOL et al., 2015). A altura foi maior na população mais adensada ( $p = 0,0003$ ), e a área foliar foi maior na população de 45 mil pl.ha<sup>-1</sup> ( $p < 0,0001$ ) (TABELAS 3).

TABELA 3 – ÍNDICES BIOMÉTRICOS, ALTURA (cm) E ÁREA FOLIAR (m<sup>2</sup>) DA PLANTA DE GIRASSOL, NAS POPULAÇÕES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO – SAFRA 2014-2015

SISTEMA	Altura (cm)		Área Foliar (m <sup>2</sup> )	
	P45	P90	P45	P90
Monocultivo	189,50 bA	205,31 aA	0,522 aA	0,399 bA
SIPA	185,68 bA	199,50 aA	0,396 aB	0,290 bB

NOTA: Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas idênticas não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Tukey, enquanto valores em uma mesma coluna, seguidos por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

P45 e P90 são abreviações de população de 45 mil pl.ha<sup>-1</sup> e 90 mil pl.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

FONTE: Pesquisa de campo

Os sistemas não tiveram efeito sobre a altura de plantas. Prevaleceu o efeito da competição intraespecífica, em que as plantas em um ambiente com espaço reduzido, buscam crescer em altura (ALI et al., 2013; RASOOL et al., 2015). A área foliar foi menor no SIPA ( $p < 0,0001$ ) em ambas populações. De modo geral, o sombreamento traz aumento de área foliar (LIN et al., 2001; PILAU, 2014). Portanto, o efeito de sombreamento pode não ter sido um fator preponderante sobre esta característica na média geral do SIPA.

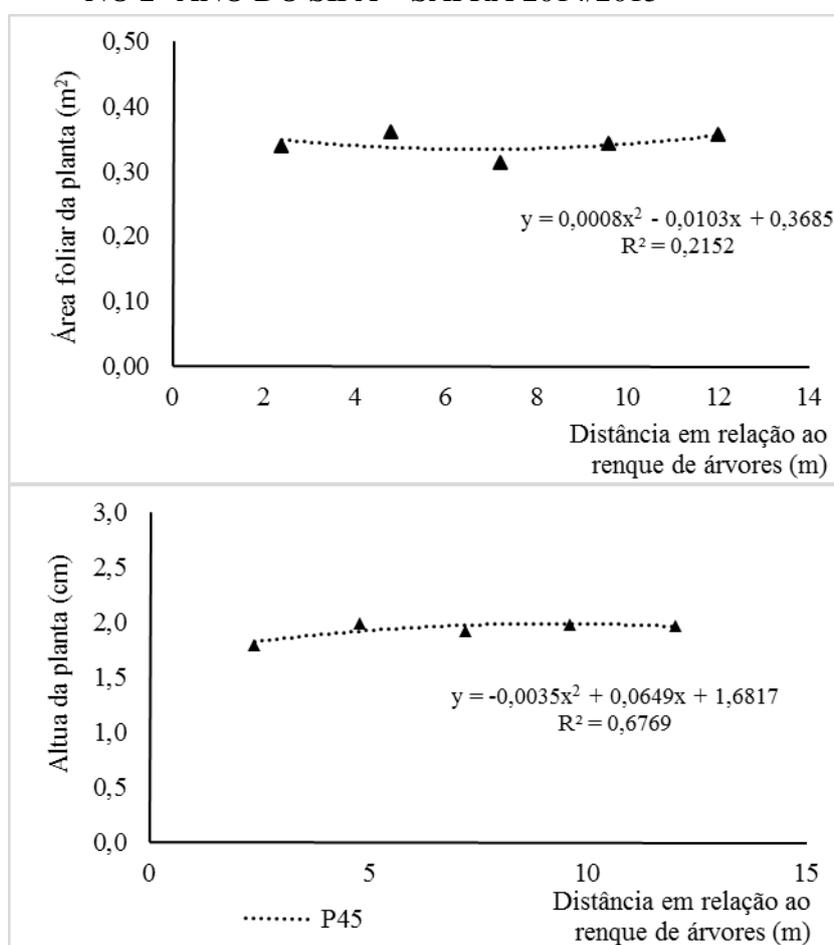
Dentro do SIPA, as avaliações nas diferentes posições em relação ao renque de árvores evidenciam mesmo comportamento das duas populações de girassol em todos parâmetros discutidos anteriormente. Ambas populações tiveram mesma resposta nas diferentes posições (APÊNDICE 28 e 29).

A posição de 2,4 m se destacou por ser menos produtiva, com menor diâmetro do capítulo, conseqüentemente, menor número de aquênios por capítulo, e também menor altura (a nível de 5% pelo teste de Tukey). A área foliar de plantas não diferiu

entre as posições. O peso de mil aquênios foi maior em 2,4 m em relação à 7,2 e 9,6 m, não diferindo entre 4,8 e 12 m (FIGURAS 4 e 5).

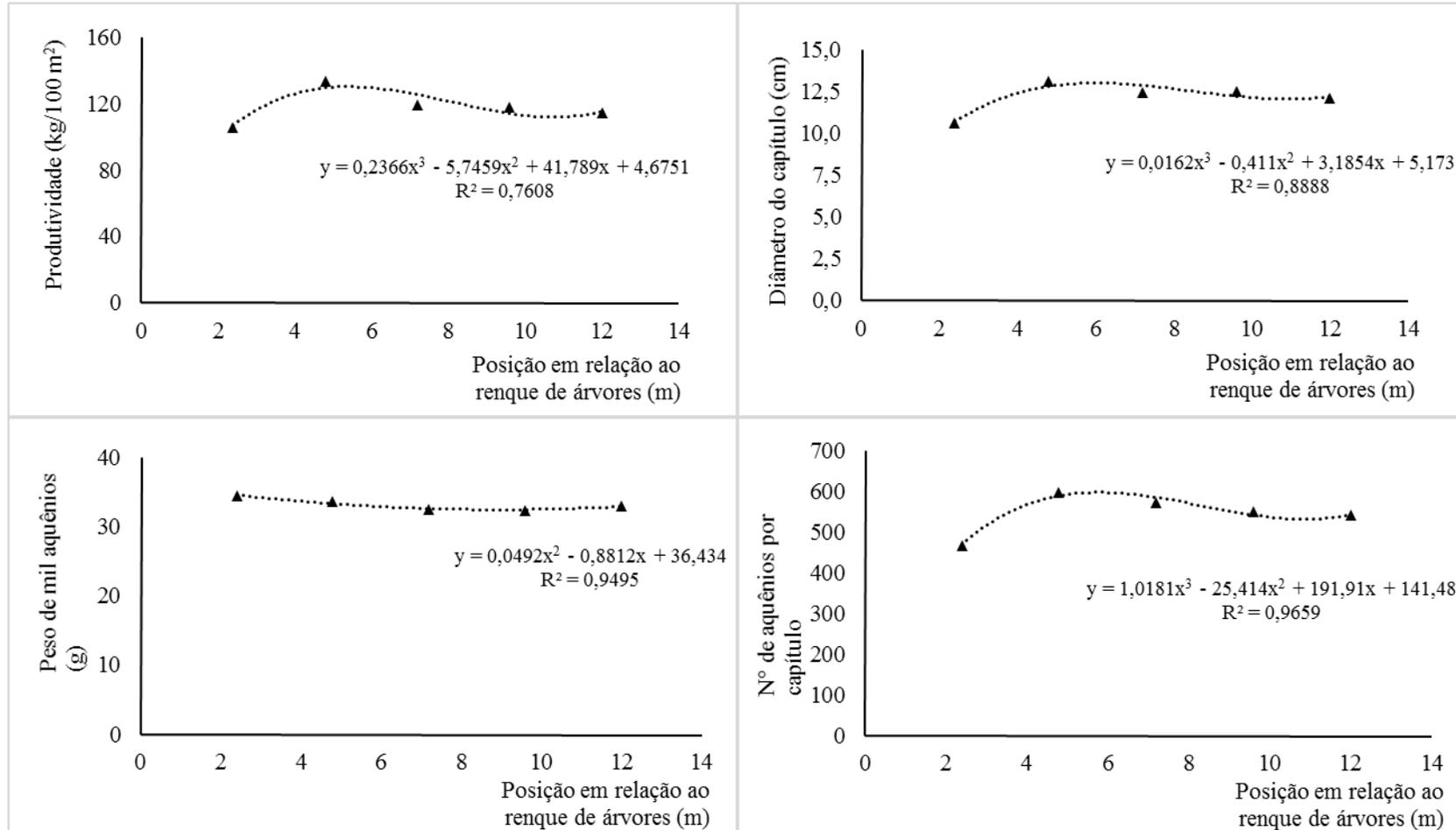
O resultado inferior de 2,4 m em produtividade, e nos principais componentes do rendimento (diâmetro de capítulo e n° de aquênios por capítulo) demonstram que houve efeito limitante nesta posição. Acredita-se que esta limitação deve ter sido por maior tempo de sombreamento, tendo em vista que esta posição está mais a sudoeste no entre renque (APÊNDICE 1).

FIGURA 4 – REGRESSÕES DE ALTURA E ÁREA FOLIAR DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015



NOTA: Pontos (•) referente as médias observadas na população de 90 mil pl.m<sup>2</sup>;  
Pontos (▲) referente as médias observadas na população 45 mil pl.m<sup>2</sup>.  
Como não houve interação entre População e Posição, foram apresentadas regressões com os valores médios das populações nas 5 posições, para cada variável.

FIGURA 5 – REGRESSÕES DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015



NOTA: Pontos (•) referente às médias observadas na população de 90 mil pl.m<sup>2</sup>; pontos (▲) referente às médias observadas na população 45 mil pl.m<sup>2</sup>.  
Como não houve interação entre População e Posição, foram apresentadas regressões com os valores médios das populações nas 5 posições, para cada variável.

A posição de 4,8 m se destacou como mais produtiva (a nível de 5% pelo teste de Tukey), com tendência a apresentar maior diâmetro de capítulo e maior n° de aquênios por capítulo (FIGURA 4). Levanta-se a hipótese de que o sombreamento moderado pode ser benéfico ao rendimento do girassol, já que se trata de uma planta de metabolismo C3, que apresenta perdas por fotorrespiração, e ainda evapotranspira consideravelmente (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Contudo, o SIPA ainda não teve seu rendimento limitado devido ao sombreamento nesta segunda safra agrícola, considerando que houve compensação da produtividade da posição 2,4 m pela posição 4,8 m, e que os rendimentos no SIPA foram superiores ao monocultivo.

## 2.4 CONCLUSÃO

Os resultados confirmam que o controle cultura de plantas invasoras exercido pela população adensada de girassol se mostrou viável tecnicamente. Foi observado redução expressiva na densidade e matéria seca de plantas invasoras com a maior densidade de girassol (90 mil pl. ha<sup>-1</sup>) tanto em SIPA quanto em monocultivo. O SIPA apresentou maior densidade e matéria seca de plantas invasoras em relação ao monocultivo na população de 45 mil pl. ha<sup>-1</sup>. Na população de 90 mil pl. ha<sup>-1</sup>, a densidade de plantas invasoras também foi superior no SIPA, no entanto o efeito do adensamento nivelou o acúmulo de matéria seca de plantas infestantes entre os sistemas.

As principais espécies componentes da comunidade infestante foram as mesmas entre as populações e sistemas. Foi observado maior número de espécies de plantas invasoras no SIPA.

Em termos produtivos, a população de 90 mil pl.ha<sup>-1</sup> obteve maiores rendimentos em ambos sistemas, em condições de livre convivência com plantas invasoras. O adensamento teve efeito negativo nos componentes de rendimento do girassol, exceto no SIPA, que não houve diferença entre o diâmetro do capítulo nas populações estudadas.

O SIPA foi mais produtivo que o monocultivo, mesmo considerando a área perdida devido a presença dos renques de árvores, na população de 90 mil pl. ha<sup>-1</sup>. Dentro dos renques do SIPA, houve efeito limitante na posição de 2,4 m, sendo esta limitação atribuída ao maior número de horas de sombreamento nesta posição.

## 2.5 REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S. OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V.; PRETE, C.E.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010.

ALI A., AHMAD A., KHALIQ T.; AKHTAR J. Planting density and nitrogen rates optimization for growth and yield of sunflower (*helianthus annuus* L.) hybrids. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 22, n.4, p.1070-1075, 2012.

ALI, A.; AHMAD, A.; KHALIQ, T; ALI, A.; AHMAD, M. Nitrogen nutrition and planting density effects on sunflower growth and yield: a review. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.12, n.12, p. 1024-1035, 2013.

AMABILE, R. F.; GUIMARÃES, D., P.; FARIAS NETO, A., L. Análise de crescimento de girassol em latossolo com diferentes níveis de saturação por bases no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária**, v.2, p. 219-224, 2003.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Tópicos em Ciência do Solo. In: Araújo, A. P.; Avelar, B. J. R., (Eds.). **Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro**. Viçosa: UFV, cap. 8, p. 221-278, 2013.

AQUINO, L. A.; SANTOS JÚNIOR, V. C.; GUERRA, J. V. S.; COSTA, M. M. Estimativa de área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 832-836, 2011.

BAUER, F. C.; GONÇALVES, A. E.; NAGAOKA, A. K. Severidade de *Alternaria helianthi* na cultura do girassol em diferentes espaçamentos e populações de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 2, p. 149-154, 2013.

BEDMAR, F. Relevamiento de malezas en cultivo de girassol en el centro sudeste de la provincia de Buenos Aires. In: REUNIÓN ARGENTINA SOBRE LA MALEZA Y SU CONTROL, 10., 1983, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: ASAM, 1983. v. 11, n. 4, p. 200-208.

BEVITÓRI, R.; ANTAL, J. B. **Efeito da densidade de semeadura sobre as características da planta de girassol**. Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1995, 10 p. (Comunicado Técnico, n. 32)

BEZERRA, F. T. C.; DUTRA, A. S.; BEZERRA, M. A. F.; OLIVEIRA FILHO, A.F.; BARROS, G. L. Comportamento vegetativo e produtividade de girassol em função do arranjo espacial das plantas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 335-343, 2014.

**BRASIL**. Ministério da Agricultura. Agrofit – consulta de ingrediente ativo. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 16 jan. 2016.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; GAZZIERO, D.L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 651-657, 2003.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JR., R.S.; SCAPIM, C.A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Período de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 251-257, 2004.

BRIGHENTI, A. M. & CASTRO, C. O GIRASSOL COMO OPÇÃO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA. In: XX Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol - VIII Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 2013, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2013, p. 116-119.

CARVALHO, L.B. & GUZZO, C.D. Adensamento da beterraba no manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 73-82, 2008.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definitions and terminologies dor Integrated Crop-Livestock System. *Ciência Agrônômica*, v. 45, n. 5 (Especial), p. 1040-1046, 2014.

CASTRO, C.; CASTILGIONI, V. B. R.; ANTAL, B.; LEITE, R. M. V. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1997. 36 p. (Circular Técnica, 13).

CASTRO, C.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, F. A.; LEITE, R. M. V. B. B.; RODAK, B. W. Avaliação do arranjo de plantas de girassol. In: 19º Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol – 7º Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 2011, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2011, p. 241-245.

CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; HIROKO, M. (Ed.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 67-78.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO)**. An International Consultation on Integrated Crop-Livestock Systems: The Way Forward for Sustainable Production Intensification. *Integrated Crop Management*, v.13, 2010.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO)**. Biodiversity for Food and Agriculture: Contributing to food security and sustainability in a changing world. ISBN 978-92-5-106748-2, 67 p, 2011.

IBRAHIM, H. M. Response of Some Sunflower Hybrids to Different Levels of Plant Density. **APCBEE Procedia**, n.4, p. 175 – 182, 2012.

PAES, H. M. F. Estudo fitossociológico e georreferenciamento na cultura de girassol em função de diferentes manejos. Campos dos Goytacazes: UENF, 2010. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.

LIN, C.H.; et al. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.53, p.269-281, 2001.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.

MARÍN., C. & WEINER, J. Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. **Weed Research**, v. 54, 467–474, 2014.

MEDD, R. W. et al. The influence of wheat density and spatial arrangement on annual ryegrass, *Lolium rigidum* Gaudin, competition. *Aust. J. Agric. Res.*, v. 36, n. 3, p. 361-371, 1985. **American Journal of Plant Sciences**, v.3, p. 425-429, 2012.

MOHAMMADI, G. R.; GHOBADI, M. E.; SHEIKHEH-PO, S. Phosphate Biofertilizer, Row Spacing and Plant Density Effects on Corn (*Zea mays* L.) Yield and Weed Growth. **American Journal of Plant Sciences**, v.3, p. 425-429, 2012.

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

NASROLLAHI, H.; SHIRANI-RAD, A. H.; KHOURGAMI, A.; HAGHIABI, K. Effect of Plant Density on Yield and Oil Percent of Sunflower Early Cultivars in Second Culture. **International Journal of Science and Advanced Technology**, n.1, v.10, 2011.

NORTON, R. L. Windbreaks: benefits to orchard and vineyard crops. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 22-23, p. 205-213, 1988.

OLSEN, J.; KRISTENSEN, L.; WEINER, J. Effects of density and spatial pattern of winter wheat on suppression of different weed species. **Weed Sci.**, v. 53, n. 5, p. 690-694, 2005a.

OLSEN, J. et al. Increased density and spatial uniformity increase weed suppression by spring wheat. **Weed Res.**, v. 45, n. 4, p. 316-321, 2005b.

OLSEN, J.; KRISTENSEN, L.; WEINER, J. Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. **Weed Biol. Manag.**, v. 6, n. 3, p. 165-173, 2006.

OLSEN, J. M.; GRIEPENTROG, H.; NIELSEN, J.; WEINER, J. How Important are Crop Spatial Pattern and Density for Weed Suppression by Spring Wheat? **Weed Science**, v.60, n. 3, p. 501-509, 2012.

ORLANDO, A. F. Cultivo de girassol na “safrinha” no oeste do Paraná: efeito do espaçamento entre linhas e populações de plantas. Frederico Westphalen: UFSM, 2014. **Dissertação**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

PARANÁ. Decreto Nº 2200, de 12 de junho de 2000. **Acresce o nome do município de Campina Grande do Sul na redação, do Decreto Estadual nº 1753, de 06/05/96 e aprova o Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de Proteção Ambiental do Iraí - APA DO IRAÍ.** Curitiba. Diário Oficial Nº 5763 de 14 junho 2000.

PILAU, J. Efeitos do sombreamento na produção de matéria seca, valor nutritivo, morfologia e anatomia de azevém em sistemas agroflorestais. Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE, 2008. **Dissertação.** Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

**R CORE TEAM.** R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical computing, Vienna, Austria, 2014. URL <http://www.R-project.org/>.

RASOOL, K.; WAJID, A.; SANALLAH; GHAFAR, A.; SHOAIB, M.; ARSHAD, M.; ABBAS, S. Optimizing nitrogen rate and planting density for sunflower under irrigated conditions of Punjab. **SAARC J. Agri.**, v.13, n.1, p.174-187, 2015.

SCHROTH, G.; BALLE, P.; PELTIER, R. Alley cropping groundnut with *Gliricidia sepium* in Côte d'Ivoire: effects on yields, microclimate and crop diseases. **Agroforestry Systems**, n.29, p. 147 - 163, 1995.

SCHROTH, G; KRAUSS, U.; GASPAROTTO, L; DUARTE AGUILAR, J. A.; VOHLAND, K. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. **Agroforestry Systems**, n.50, p. 199 - 241, 2000.

SEDGHI, M.; SHARIFI, E. S.; NAMVAR, A.; KHANDAN-E-BEJANDI, T.; MOLAEI, P. Response of sunflower yield and grain filling period to plant density and weed interference. **Research Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 9, p. 1048-1053, 2008.

SILVA, H.R.F.; AQUINO, L.A.; BATISTA, C.H. Efeito residual do adubo fosfatado na produtividade do girassol em sucessão do algodoeiro. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 786-793, out. 2011.

SILVA, J.I.C.; MARTINS, D.; PEREIRA, M.R.R.; RODRIGUES-COSTA, A.C.P.; COSTA, N.V. Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 27-36, 2012.

SPADOTTO, C. A.; MARCONDES, D. A.S.; LUIZ, A. J.B.; SILVAS, C. A. R. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura de soja: uso do modelo "broken-stick". **Planta daninha**, vol.12, n.2, pp. 59-62, 1994.

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

SUDMEYER, R. A.; SPEIJERS, J. Influence of windbreak orientation, shade and rainfall interception on wheat and lupin growth in the absence of below-ground competition. **Agroforest Systems**, n. 71, p. 201 – 214, 2007.

SUGAMOSTO, M.L. Uso de técnicas de Geoprocessamento para elaboração do Mapa de Aptidão Agrícola e Avaliação da Adequação de Uso do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, Município de Pinhais-Paraná. Curitiba: UFPR, 2002. **Dissertação**. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.

SÜZER, S. Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower hybrids. *HELIA*, v. 33, n.53, p. 207-214, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 758p

WEINER, J.; GRIEPENTROG, H. W.; KRISTENSEN, L. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *J. Appl. Ecol.*, v. 38, n. 4, p. 784-790, 2001.

WEINER, J.; ANDERSEN, S. B.; WILLE, W.K.-M.; GRIEPENTROG, H. W.; OLSEN, J. N. Evolutionary Agroecology: the potential for cooperative, high density, weed-suppressing cereals. *Evolutionary Applications*, v. 3, p. 473–479, 2010.

XIAO, S.; CHEN, S.; ZHAO, L.; WANG, G. Density effects on plant height growth and inequality in sunflower populations. *Journal of integrative plant biology*, v. 48, n. 5, p. 513-519, 2006.

YAMOAH, C. F.; BURLEIGH, J. R. Alley cropping *Sesbania sesban* (L) Merrill with food crops in the highland region of Rwanda. *Agrofor Systems*, n.10, p. 169 - 181, 1990.

### 3 CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O adensamento se mostrou uma opção tecnológica interessante na cultura do girassol, tendo em vista a dificuldade no manejo de plantas invasoras nessa cultura. Além do benefício propriamente dito na redução da comunidade de plantas infestantes, apresenta vantagens econômica, ambiental e de saúde pública, pois permite a redução ou até mesmo a não utilização de herbicidas na cultura do girassol, como foi o caso da área experimental deste estudo.

Do ponto de vista produtivo, o adensamento, em condições de livre convivência com plantas invasoras, foi mais vantajoso que a população normalmente recomendada em cultivos de girassol no Brasil. Sobretudo, a população de 90 mil pl.ha<sup>-1</sup> no SIPA (1478,2 kg.ha<sup>-1</sup>) foi similar à média nacional registrada no mesma safra (2014/2015), a qual foi de 1374 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016). Trata-se de um resultado positivo, uma vez que os únicos insumos utilizados para o cultivo do girassol neste experimento foram semente e adubo. Verificou-se efeito positivo do sistema no rendimento, apesar de se tratar de um SIPA em início de segundo ano.

No entanto, cabe ressaltar que os resultados obtidos refletem um conjunto estratégias ao manejo de plantas invasoras em uma área de plantio direto sem uso de herbicidas. Como a área experimental do NITA encontra-se em uma Área de Proteção Ambiental (APA), a impossibilidade de utilização de herbicidas impõe dois principais desafios ao cultivo agrícola: estabelecer a palhada e controlar plantas invasoras.

Para viabilizar o plantio direto nas áreas de lavoura, procedeu-se com a técnica de sobressemeadura. O sucesso do correto estabelecimento da palha é função da fenologia da cultura de inverno na ocasião da semeadura. A aveia preta, utilizada como cobertura de inverno, precisa estar em fase final de ciclo, para senescer após a passagem da semeadora (APÊNDICE 30).

As estratégias ao manejo das plantas invasoras consistiram: no manejo da cobertura de inverno, estabelecimento de uma palhada densa, arranjo de plantas com entrelinha estreita, aumento na densidade de semeadura, plantabilidade, e rotação de culturas.

Como apresentado na revisão de literatura, a palhada é um ponto chave ao controle de plantas invasoras em condições sem uso de herbicidas. A ideia é, num primeiro momento, fornecer ao fluxo de emergência de plantas invasoras, uma barreira

física imposta por uma espessa palhada de aveia. Para tanto, foi feita adubação nitrogenada substancial (200 kg de N), a fim de favorecer a formação de uma grande massa verde de aveia.

Quando ao arranjo de plantas, o girassol foi estabelecido com espaçamento entre linhas de 0,45 m entre linhas, em uma população de 90 mil plantas.ha<sup>-1</sup>. Neste arranjo, busca-se favorecer uma rápida cobertura do solo pelo dossel da cultura, dando a ela vantagem competitiva em relação as plantas invasoras.

Porém, nenhuma das práticas acima citadas tem efeito se não houver cautela nas práticas relacionadas a plantabilidade. Deve-se atentar à correta regulagem da semeadora, à escolha correta do disco de semeadura (especialmente para sementes de girassol), à profundidade de semeadura e à velocidade de semeadura, principalmente no caso de sobressemeadura com um grande volume de massa verde.

Por fim, mas não menos importante, está a prática de rotação de culturas. Na área, o girassol é sucedido pelo milho, uma cultura com maior potencial de competição com as infestantes. Trata-se de uma cultura que tolera mais o adensamento (comparado com o girassol), é semeado numa densidade superior a 111 mil pl.ha<sup>-1</sup>, também com 0,45 entre linhas. Por se tratar de uma planta C4, com crescimento inicial mais rápido (comparado ao girassol), e devido a própria arquitetura da planta, consegue cobrir mais rapidamente e de forma mais intensa o solo.

Assim o cultivo agrícola em uma APA está sendo possível. A longo prazo, a dinâmica de planta invasoras deve ser avaliada nos SIPA's, bem como a eficiência da adoção das estratégias supracitadas no controle de invasoras nesta condição de plantio direto sem uso de herbicida.

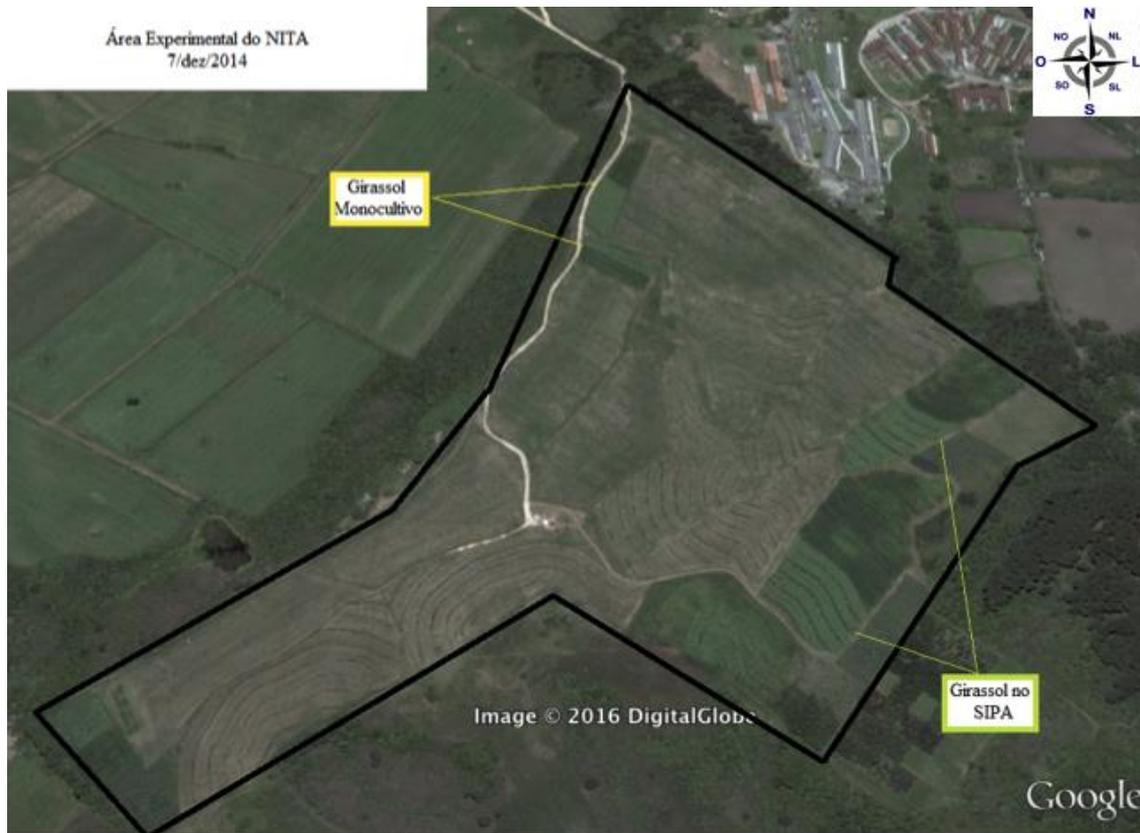
## APÊNDICES

APÊNDICE 1 –	ÁREA EXPERIMENTAL DO NITA, COM INDICAÇÃO DOS LOCAIS ONDE FORAM ALOCADOS OS BLOCOS PARA OS TRATAMENTOS DE MONOCULTIVO DE GIRASSOL E DE GIRASSOL NO SIPA .....67
APÊNDICE 2 –	ESQUEMA DO ARRANJO DO CULTIVO DE GIRASSOL NO SIPA, COM INDICAÇÃO DOS TRATAMENTOS ADICIONAIS (POSIÇÕES 2,4; 4,8; 7,2; 9,6 e 12 m) NESTE SISTEMA.....68
APÊNDICE 3 –	RELAÇÃO DE PLANTAS INVASORAS IDENTIFICADAS AO LONGO DO EXPERIMENTO, DISTRIBUÍDAS POR FAMÍLIA, ESPÉCIE, COM INDICAÇÃO DO NOME COMUM E CLASSE DE CADA ESPÉCIE.....68
APÊNDICE 4 –	ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NAS LAVOURAS DE GIRASSOL NO SIPA, AOS 40 DAE.....70
APÊNDICE 5 –	ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL, AOS 40 DAE .....71
APÊNDICE 6 –	ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NAS LAVOURAS DE GIRASSOL NO SIPA, AOS 70 DAE .....72
APÊNDICE 7 –	ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL, AOS 70 DAE .....73
APÊNDICE 8 –	ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NAS LAVOURAS DE GIRASSOL NO SIPA, AOS 100 DAE.....74
APÊNDICE 9 –	ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL NO SIPA, AOS 100 DAE.....75
APÊNDICE 10 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DENSIDADE DE PLANTAS INVASORAS (g.m <sup>-2</sup> ) DENTRO DO SIPA .....76

APÊNDICE 11 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MATÉRIA SECA DE PLANTAS INVASORAS ( $\text{g.m}^{-2}$ ) DENTRO DO SIPA .....	76
APÊNDICE 12 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DENSIDADE DE PLANTAS INVASORAS ( $\text{g.m}^{-2}$ ), COMPARAÇÃO GERAL.....	77
APÊNDICE 13 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MATÉRIA SECA DE PLANTAS INVASORAS ( $\text{g.m}^{-2}$ ), COMPARAÇÃO GERAL.....	77
APÊNDICE 14 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PRODUTIVIDADE DE AQUÊNIOS ( $\text{kg.m}^{-2}$ ), COMPARAÇÃO GERAL (RENDIMENTO DO SIPA CALCULADO A PARTIR DO RENDIMENTO DA ÁREA ÚTIL DO ENTRE RENQUE, EXTRAPOLADO PARA HECTARE .....	78
APÊNDICE 15 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PRODUTIVIDADE DE AQUÊNIOS ( $\text{kg.m}^{-2}$ ), COMPARAÇÃO GERAL (RENDIMENTO DO SIPA CALCULADO CONSIDERANDO ÁREA PERDIDA PELA PRESENÇA DAS LINHAS DE ÁRVORES.....	78
APÊNDICE 16 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DIÂMETRO DO CAPÍTULO (cm), COMPARAÇÃO GERAL.....	78
APÊNDICE 17 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE NÚMERO DE AQUÊNIOS POR CAPÍTULO, COMPARAÇÃO GERAL.....	79
APÊNDICE 18 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PESO DE MIL AQUÊNIOS (g), COMPARAÇÃO GERAL .....	79
APÊNDICE 19 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ALTURA DA PLANTA DE GIRASSOL (cm), COMPARAÇÃO GERAL .....	79
APÊNDICE 20 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ÁREA FOLIAR DA PLANTA DE GIRASSOL ( $\text{cm}^2$ ), COMPARAÇÃO GERAL.....	80
APÊNDICE 21 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE RENDIMENTO DE AQUÊNIOS ( $\text{kg.100 m}^{-2}$ ) DENTRO DO SIPA .....	80
APÊNDICE 22 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DIÂMETRO DO CAPÍTULO (cm) DENTRO DO SIPA.....	80
APÊNDICE 23 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE NÚMERO DE AQUÊNIOS POR CAPÍTULO, DENTRO DO SIPA .....	81

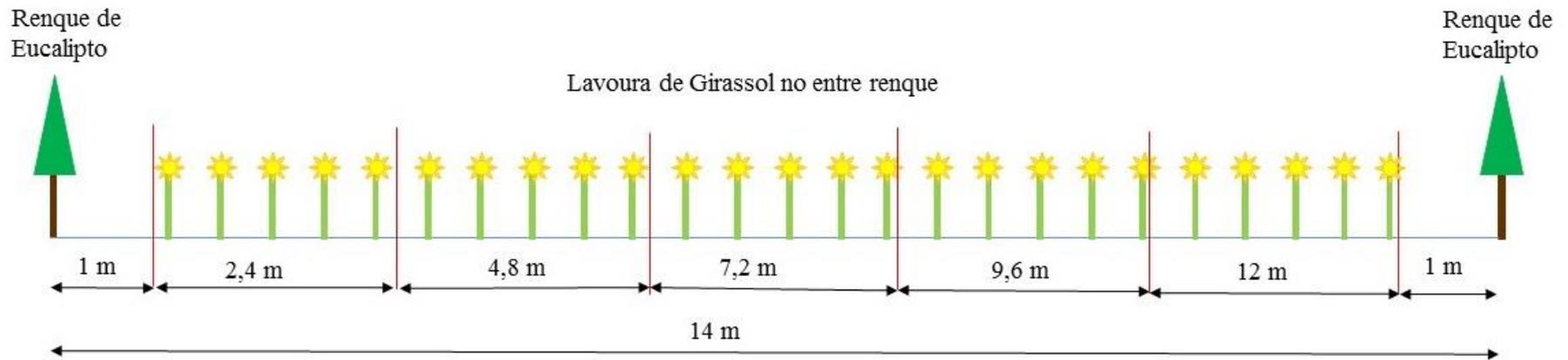
APÊNDICE 24 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PESO DE MIL AQUÊNIOS (g) DENTRO DO SIPA .....	81
APÊNDICE 25 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ALTURA DA PLANTA DE GIRASSOL (cm) DENTRO DO SIPA .....	81
APÊNDICE 26 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ÁREA FOLIAR DA PLANTA DE GIRASSOL (cm <sup>2</sup> ) DENTRO DO SIPA .....	82
APÊNDICE 27 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE OS COMPONENTES DO REDIMENTO E A PRODUTIVIDADE	82
APÊNDICE 28 – REGRESSÕES DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015.....	83
APÊNDICE 29 – REGRESSÕES DE ALTURA E ÁREA FOLIAR DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015.....	84
APÊNDICE 30 – ESTABELECIMENTO DA CULTURA DO GIRASSOL.....	85

APÊNDICE 1 – ÁREA EXPERIMENTAL DO NITA, COM INDICAÇÃO DOS LOCAIS ONDE FORAM ALOCADOS OS BLOCOS PARA OS TRATAMENTOS DE MONOCULTIVO DE GIRASSOL E DE GIRASSOL NO SIPA



FONTE: Adaptado de imagens do software Google Earth Pro (imagem datada de 7/12/2014).

APÊNDICE 2 – ESQUEMA DO ARRANJO DO CULTIVO DE GIRASSOL NO SIPA, COM INDICAÇÃO DOS TRATAMENTOS ADICIONAIS (POSIÇÕES 2,4; 4,8; 7,2; 9,6 e 12 m) NESTE SISTEMA



APÊNDICE 3 – RELAÇÃO DE PLANTAS INVASORAS IDENTIFICADAS AO LONGO DO EXPERIMENTO, DISTRIBUÍDAS POR FAMÍLIA, ESPÉCIE, COM INDICAÇÃO DO NOME COMUM E CLASSE DE CADA ESPÉCIE

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	CLASSE
Alliaceae	<i>Nothoscordum gracile</i> (Aiton) Stearn	alho-bravo, alho-silvestre, cebolinha-de-cheiro	Monocotiledônea
Apiaceae	<i>Daucus pusillus</i> Michx.	cenoura-brava, cenoura-do-mato, cenoura-selvagem	Dicotiledônea
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	Perna-de-saracura, bredo-d'água, erva-de-jacaré, alternantera	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrasito, picão-roxo, catinga-de-bode, erva-de-são-joão	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	Losna, losna-brava, artemija, absinto	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Bidens Pilosa</i> L.	picão-preto, picão, pico-pico, fura-capá, piolho-de-padre	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Coniza bonariensis</i> (L.) Cronquist	buva, voadeira, rabo-de-foguete, margaridinha-do-campo	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	fazendeiro, picão-branco, botão-de-ouro	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	serralha, chicória-brava, serralha-lisa, serralheira	Dicotiledônea
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L.	carrapicho-bravo, carrapicho-grande, carrapichão	Dicotiledônea
Convolvulaceae	<i>Ipomea purpurea</i> (L.)	corda-de-viola, campanhia, corriola, bons-dias	Dicotiledônea
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	nabiça, nabo-bravo, nabo, rabanete-de-cavalo	Dicotiledônea
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	tiriricão, tiririca-amarela, junça, junquinho	Monocotiledônea
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	amendoim-bravo, leiteira, flor-de-poetas, café-do-diabo	Dicotiledônea
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L.	avica, ervilhaca, viça.	Dicotiledônea
Poaceae	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	aveia preta, aveia, aveia-estrigosa, aveia-negra, aveião	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) Hitchc.	capim-marmelada, marmelada, papuã, capim-são-paulo	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Cynodon sp.</i>	capim-bermuda, grama-seda, bermudinha	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Azevém, jôio, Azevém-anual, azevém-italiano	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	capim-colonião, capim-coloninho, capim-milhã	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	capim-quicuí, quicuí, capim-kikuyo, kikuyo	Monocotiledônea
Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i> L.	orelha-de-urso, hortelã-das-raças, urtiga-mansa	Dicotiledônea
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	guanxuma, mata-pasto, vassourinha, relógico	Dicotiledônea
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	azedinha, trevo-azedo, pé-de-pombo, trevo, três-corações	Dicotiledônea
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	língua-de-vaca, labaga	Dicotiledônea
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	poaia-branca, poaia, poaia-do-campo	Dicotiledônea
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-pretinha, erva-moura, pimenta-de-galinha	Dicotiledônea

APÊNDICE 4 – ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NAS LAVOURAS DE GIRASSOL NO SIPA, AOS 40 DAE

Espécie	Fr	FrR (%)	D (pl.m <sup>2</sup> )	DR (%)	Do (g.m <sup>2</sup> )	DoR (%)	IIR (%)	A
<b>População 45 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,88	18,89	165,93	50,88	44,43	42,11	111,89	46,96
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,97	20,68	66,07	20,26	29,66	28,12	69,05	17,09
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,75	16,04	47,13	14,45	6,02	5,71	36,21	15,71
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,46	9,80	10,63	3,26	1,46	1,38	14,44	5,80
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,38	8,20	6,57	2,01	2,90	2,75	12,96	4,28
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0,17	3,57	4,80	1,47	6,70	6,35	11,39	7,20
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,12	2,50	7,63	2,34	6,40	6,07	10,91	16,36
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,17	3,57	5,67	1,74	5,01	4,75	10,06	8,50
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,21	4,46	4,10	1,26	1,05	1,00	6,71	4,92
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,24	5,17	1,40	0,43	0,25	0,23	5,83	1,45
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	0,12	2,50	2,63	0,81	1,10	1,04	4,35	5,64
<i>Oxalis corniculata</i> L.	0,08	1,60	0,60	0,18	0,09	0,08	1,87	2,00
Outros <sup>(1)</sup>	0,14	3,03	2,93	0,90	0,42	0,40	4,33	5,18
<b>População 90 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,90	19,41	156,34	49,40	38,19	45,74	114,56	43,51
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,92	19,96	53,93	17,04	20,05	24,02	61,02	14,60
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,75	16,12	57,46	18,16	5,84	6,99	41,27	19,26
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,40	8,61	9,80	3,10	1,08	1,29	13,00	6,15
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,20	4,40	8,61	2,72	5,14	6,15	13,27	10,58
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,32	6,96	5,25	1,66	2,68	3,21	11,83	4,08
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0,20	4,40	3,02	0,95	3,73	4,47	9,81	3,71
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,22	4,76	7,66	2,42	1,52	1,82	9,00	8,69
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,07	1,47	4,44	1,40	3,23	3,87	6,74	16,38
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,21	4,58	1,19	0,37	0,25	0,30	5,26	1,40
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	0,09	2,01	2,44	0,77	0,68	0,82	3,60	6,55
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,11	2,38	1,15	0,36	0,13	0,16	2,90	2,62
<i>Oxalis corniculata</i> L.	0,08	1,83	0,85	0,27	0,11	0,13	2,23	2,50
Outros <sup>(2)</sup>	0,14	3,11	4,34	1,37	0,85	1,02	5,51	7,53

NOTA: Espécies com frequência menor que 0,05 foram agrupadas no item “Outras”.

- (1) *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist, *Cynodon sp.*, *Euphorbia heterophylla* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Ipomea purpurea* (L.), *Sida rhombifolia* L.
- (2) *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist, *Cynodon sp.*, *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomea purpurea* (L.), *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., *Sida rhombifolia* L., *Stachys arvensis* L.

APÊNDICE 5 – ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL, AOS 40 DAE

Espécie	Fr	FrR (%)	D (pl.m <sup>2</sup> )	DR (%)	Do (g.m <sup>2</sup> )	DoR (%)	IIR (%)	A
<b>População 45 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,79	17,27	155,50	57,91	42,92	46,33	121,51	49,11
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,92	20,00	39,00	14,53	20,03	21,62	56,15	10,64
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,71	15,45	35,50	13,22	11,81	12,74	41,42	12,53
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,63	13,64	7,33	2,73	10,91	11,77	28,14	2,93
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,63	13,64	18,50	6,89	4,42	4,77	25,29	7,40
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,29	6,36	1,50	0,56	0,26	0,28	7,20	1,29
<i>Cynodon sp.</i>	0,17	3,64	5,50	2,05	0,57	0,61	6,29	8,25
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,17	3,64	1,17	0,43	0,19	0,21	4,28	1,75
Outros <sup>(1)</sup>	0,29	6,36	4,50	1,68	1,55	1,67	9,71	3,86
<b>População 90 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,75	20,45	84,67	46,78	20,31	33,61	100,85	28,22
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,83	22,73	39,00	21,55	21,27	35,20	79,48	11,70
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,50	13,64	28,33	15,65	7,74	12,80	42,09	14,17
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,50	13,64	17,17	9,48	2,98	4,92	28,04	8,58
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,50	13,64	6,50	3,59	5,67	9,39	26,62	3,25
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,29	7,95	1,33	0,74	0,28	0,47	9,16	1,14
Outros <sup>(2)</sup>	0,29	7,95	4,00	2,21	2,18	3,60	13,76	3,43

NOTA: Espécies com frequência menor que 0,05 foram agrupadas no item "Outras".

(1) *Artemisia verlotorum* Lamotte, *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., *Galinsoga parviflora* Cav., *Rumex obtusifolius* L., *Vicia sativa* L.

(2) *Artemisia verlotorum* Lamotte, *Cynodon sp.*, *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomea purpurea* (L.) Roth, *Galinsoga parviflora* Cav., *Panicum maximum* Jacq., *Xanthium strumarium* L.

APÊNDICE 6 – ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NAS LAVOURAS DE GIRASSOL NO SIPA, AOS 70 DAE

Espécie	Fr	FrR (%)	D (pl.m <sup>2</sup> )	DR (%)	Do (g.m <sup>2</sup> )	DoR (%)	IIR (%)	A
<b>População 45 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,98	19,67	72,77	32,64	101,82	55,66	107,96	18,50
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,87	17,33	64,93	29,12	17,99	9,83	56,29	18,73
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,43	8,50	33,70	15,11	11,48	6,27	29,89	19,82
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,63	12,50	15,40	6,91	4,37	2,39	21,80	6,16
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0,23	4,50	6,90	3,09	22,70	12,41	20,00	7,67
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,12	2,33	7,20	3,23	10,02	5,48	11,04	15,43
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,38	7,67	2,60	1,17	1,70	0,93	9,76	1,70
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,29	5,83	3,10	1,39	3,35	1,83	9,06	2,66
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,19	3,83	4,10	1,84	4,58	2,50	8,17	5,35
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,15	3,00	2,60	1,17	1,26	0,69	4,85	4,33
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,20	4,00	1,07	0,48	0,29	0,16	4,63	1,33
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	0,10	2,00	1,30	0,58	0,68	0,37	2,96	3,25
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	0,09	1,83	0,50	0,22	0,19	0,11	2,16	1,36
<i>Ipomea purpurea</i> (L.)	0,09	1,83	0,37	0,16	0,12	0,07	2,06	1,00
<i>Stachys arvensis</i> L.	0,08	1,50	0,33	0,15	0,04	0,02	1,67	1,11
<i>Oxalis corniculata</i> L.	0,07	1,33	0,40	0,18	0,04	0,02	1,53	1,50
Outros <sup>(1)</sup>	0,12	2,33	5,70	2,56	2,33	1,27	6,16	12,21
<b>População 90 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,98	21,23	51,63	33,84	64,00	56,27	111,34	13,24
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,84	18,33	48,67	31,89	9,86	8,67	58,89	14,46
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,33	7,08	20,67	13,54	6,26	5,51	26,13	15,90
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0,27	5,81	3,87	2,53	16,91	14,87	23,21	3,63
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,53	11,43	7,97	5,22	1,77	1,56	18,21	3,79
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,18	3,99	4,07	2,66	5,08	4,47	11,12	5,55
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,26	5,63	1,93	1,27	1,48	1,30	8,20	1,87
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,19	4,17	3,33	2,18	0,81	0,71	7,07	4,35
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,23	5,08	1,63	1,07	0,83	0,73	6,89	1,75
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,07	1,45	2,57	1,68	3,27	2,87	6,01	9,63
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,22	4,72	1,03	0,68	0,17	0,15	5,54	1,19
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	0,09	2,00	1,13	0,74	0,60	0,53	3,27	3,09
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	0,08	1,63	0,33	0,22	0,18	0,16	2,01	1,11
<i>Stachys arvensis</i> L.	0,08	1,63	0,37	0,24	0,05	0,04	1,92	1,22
<i>Ipomea purpurea</i> (L.)	0,06	1,27	0,23	0,15	0,07	0,06	1,48	1,00
<i>Oxalis corniculata</i> L.	0,05	1,09	0,43	0,28	0,04	0,03	1,41	2,17
Outros <sup>(2)</sup>	0,16	3,45	2,73	1,79	2,36	2,07	7,31	4,32

NOTA: Espécies com frequência menor que 0,05 foram agrupadas no item “Outras”.

- (1) *Ageratum conyzoides* L., *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist, *Cynodon* sp., *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., *Sida rhombifolia* L., *Solanum americanum* Mill.
- (2) *Cynodon* sp., *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist, *Daucus pusillus* Michx., *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn, *Richardia brasiliensis* Gomes, *Sida rhombifolia* L., *Solanum americanum* Mill.

APÊNDICE 7 – ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL, AOS 70 DAE

Espécie	Fr	FrR (%)	D (pl.m <sup>2</sup> )	DR (%)	Do (g.m <sup>2</sup> )	DoR (%)	IIR (%)	A
<b>População 45 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,96	23,71	39,00	24,76	62,69	50,53	99,00	10,17
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,63	15,46	42,33	26,88	26,91	21,69	64,04	16,93
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,54	13,40	25,33	16,08	12,32	9,93	39,41	11,69
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,54	13,40	6,83	4,34	9,00	7,25	24,99	3,15
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,17	4,12	19,33	12,28	5,92	4,77	21,17	29,00
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,42	10,31	8,00	5,08	4,05	3,26	18,65	4,80
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,46	11,34	2,50	1,59	0,84	0,67	13,60	1,36
<i>Cynodon</i> sp.	0,13	3,09	12,17	7,72	1,42	1,14	11,96	24,33
Outros <sup>(1)</sup>	0,21	5,15	2,00	1,27	0,92	0,74	7,17	2,40
<b>População 90 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,96	27,06	41,50	44,46	55,55	65,18	136,70	10,83
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,50	14,12	16,17	17,32	7,55	8,86	40,29	8,08
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	0,42	11,76	11,00	11,79	5,48	6,43	29,98	6,60
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,29	8,24	7,67	8,21	1,79	2,10	18,55	6,57
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,33	9,41	1,83	1,96	0,58	0,67	12,05	1,38
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0,21	5,88	1,83	1,96	2,54	2,98	10,83	2,20
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,21	5,88	1,67	1,79	1,30	1,53	9,20	2,00
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,17	4,71	2,17	2,32	1,69	1,98	9,01	3,25
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,08	2,35	4,00	4,29	1,38	1,62	8,26	12,00
<i>Stachys arvensis</i> L.	0,13	3,53	0,50	0,54	0,06	0,07	4,14	1,00
Outros <sup>(2)</sup>	0,25	7,06	5,00	5,36	7,30	8,57	20,98	5,00

NOTA: Espécies com frequência menor que 0,05 foram agrupadas no item "Outras".

- (1) *Artemisia verlotorum* Lamotte, *Euphorbia heterophylla* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Stachys arvensis* L., *Xanthium strumarium* L.
- (2) *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist, *Cynodon* sp., *Oxalis corniculata* L., *Rumex obtusifolius* L., *Sonchus oleraceus* L., *Xanthium strumarium* L.

APÊNDICE 8 – ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NAS LAVOURAS DE GIRASSOL NO SIPA, AOS 100 DAE

Espécie	Fr	FrR (%)	D (pl.m <sup>2</sup> )	DR (%)	Do (g.m <sup>2</sup> )	DoR (%)	IIR (%)	A
<b>População 45 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,98	25,32	49,23	36,67	12,62	111,27	57,51	119,50
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,92	23,81	48,13	35,85	13,13	21,34	11,03	70,69
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,69	17,97	15,87	11,82	5,73	6,53	3,38	33,16
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0,23	5,84	6,40	4,77	7,11	40,80	21,09	31,70
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,12	3,03	7,23	5,39	15,50	9,04	4,67	13,09
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,23	5,84	1,43	1,07	1,59	0,92	0,47	7,39
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	0,15	3,90	0,83	0,62	1,39	0,78	0,40	4,92
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,10	2,60	1,37	1,02	3,42	1,24	0,64	4,26
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,13	3,46	0,53	0,40	1,00	0,16	0,09	3,95
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	0,08	1,95	0,97	0,72	3,22	0,73	0,38	3,04
<i>Ipomea purpurea</i> (L.)	0,07	1,73	0,33	0,25	1,25	0,15	0,08	2,06
Outros <sup>(1)</sup>	0,18	4,55	1,93	1,44	2,76	0,52	0,27	6,26
<b>População 90 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,86	28,45	23,80	34,61	6,93	34,19	56,21	119,28
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,75	24,86	26,63	38,73	8,88	6,71	11,03	74,62
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,49	16,30	7,47	10,86	3,80	2,22	3,64	30,80
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0,26	8,56	2,80	4,07	2,71	11,69	19,22	31,85
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,14	4,70	2,50	3,64	4,41	1,95	3,20	11,53
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,08	2,49	3,03	4,41	10,11	2,53	4,17	11,06
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,14	4,70	0,57	0,82	1,00	0,16	0,26	5,78
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	0,06	1,93	0,67	0,97	2,86	0,43	0,71	3,61
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	0,06	1,93	0,27	0,39	1,14	0,25	0,41	2,73
Outros <sup>(2)</sup>	0,18	6,08	1,03	1,50	1,41	0,70	1,15	8,73

NOTA: Espécies com frequência menor que 0,05 foram agrupadas no item “Outras”.

- (1) *Cynodon* sp., *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist, *Oxalis corniculata* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sida rhombifolia* L., *Stachys arvensis* L.
- (2) *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist, *Cynodon* sp., *Cyperus esculentus* L., *Ipomea purpurea* (L.), *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn, *Oxalis corniculata* L., *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., *Sida rhombifolia* L., *Stachys arvensis* L.

APÊNDICE 9 – ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS PRESENTES NO MONOCULTIVO DE GIRASSOL, AOS 100 DAE

Espécie	Fr	FrR (%)	D (pl.m <sup>2</sup> )	DR (%)	Do (g.m <sup>2</sup> )	DoR (%)	IIR (%)	A
<b>População 45 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,96	35,38	39,33	50,43	10,26	142,84	69,20	155,01
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,75	27,69	28,67	36,75	9,56	51,39	24,89	89,34
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,25	9,23	2,83	3,63	2,83	2,16	1,05	13,91
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,21	7,69	1,33	1,71	1,60	1,11	0,54	9,94
<i>Cynodon sp.</i>	0,17	6,15	2,33	2,99	3,50	0,14	0,07	9,21
<i>Xanthium strumarium</i> L.	0,08	3,08	0,33	0,43	1,00	7,36	3,57	7,07
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,08	3,08	2,33	2,99	7,00	0,96	0,47	6,54
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,13	4,62	0,50	0,64	1,00	0,37	0,18	5,44
Outros <sup>(1)</sup>	0,08	3,08	0,33	0,43	1,00	0,10	0,05	3,55
<b>População 90 mil pl.ha<sup>-1</sup></b>								
<i>Bidens Pilosa</i> L.	0,96	34,33	30,33	54,98	7,91	46,05	76,49	165,81
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0,54	19,40	11,00	19,94	5,08	6,49	10,78	50,12
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	0,21	7,46	5,67	10,27	6,80	5,60	9,30	27,04
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	0,29	10,45	2,17	3,93	1,86	0,77	1,28	15,66
<i>Cyperus esculentus</i> L.	0,29	10,45	1,17	2,11	1,00	0,29	0,48	13,04
<i>Cynodon sp.</i>	0,08	2,99	2,83	5,14	8,50	0,54	0,89	9,02
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,17	5,97	1,00	1,81	1,50	0,19	0,32	8,10
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	0,13	4,48	0,50	0,91	1,00	0,23	0,38	5,77
Outros <sup>(2)</sup>	0,13	4,48	0,50	0,91	1,00	0,04	0,06	5,45

NOTA: Espécies com frequência menor que 0,05 foram agrupadas no item “Outras”.

(1) *Euphorbia heterophylla* L., *Stachys arvensis* L.

(2) *Euphorbia heterophylla* L, *Ipomea purpurea* (L.) Roth, *Stachys arvensis* L.

APÊNDICE 10 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DENSIDADE DE PLANTAS  
INVASORAS (pl.m<sup>-2</sup>) DENTRO DO SIPA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	69216	9888	1,7142	0,10739	
População	1	143590	143590	24,8925	1,309 <sup>-6</sup>	***
Posição	4	27422	6856	1,1885	0,31705	
Época	2	1747383	873691	151,4613	2,2 <sup>-16</sup>	***
População x Posição	4	22843	5711	0,9900	0,41407	
População x Época	2	48944	24472	4,2424	0,01568	*
Posição x Época	8	19570	2446	0,4241	0,90574	
População x Posição x Época	8	42063	5258	0,9115	0,50792	
Resíduos	201	1159451	5768			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 11 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MATÉRIA SECA DE PLANTAS  
INVASORAS (g.m<sup>-2</sup>) DENTRO DO SIPA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	106371	15196	8,4581	4608 <sup>-9</sup>	***
População	1	337522	337522	187,8661	2,2e <sup>-16</sup>	***
Posição	4	6549	1637	0,9113	0,45831	
Época	2	111856	55928	31,1297	1,670 <sup>-12</sup>	***
População x Posição	4	16342	4085	2,2740	0,06261	.
População x Época	2	103461	51731	28,7934	1,010 <sup>-11</sup>	***
Posição x Época	8	17877	2235	1,2438	0,27528	
População x Posição x Época	8	7358	920	0,5119	0,84665	
Resíduos	201	361118	1797			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 12 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DENSIDADE DE PLANTAS  
INVASORAS (pl.m<sup>-2</sup>), COMPARAÇÃO GERAL

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Sistema	1	3,9729	3,9729	43,4623	6,849 <sup>-9</sup>	***
Sistema/Bloco	14	2,5150	0,1796	1,9653	0,03355	*
População	1	3,8725	3,8725	42,3639	9,698 <sup>-9</sup>	***
Sistema x População	1	0,0026	0,0026	0,0287	0,86589	
Época	2	23,2255	11,6127	127,0402	2,2 <sup>-16</sup>	***
Sistema x Época	2	0,0058	0,0029	0,0318	0,96871	
População x Época	2	0,4949	0,2474	2,7069	0,07373	.
Sistema x População x Época	2	0,4457	0,2228	2,4377	0,09475	.
Resíduos	70	6,3987	0,0914			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1;

Resposta de log (y).

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 13 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MATÉRIA SECA DE PLANTAS  
INVASORAS (g.m<sup>-2</sup>), COMPARAÇÃO GERAL

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Sistema	1	24,273	24,273	6,5590	0,012593	*
Sistema/Bloco	14	84,871	6,062	1,6381	0,090231	.
População	1	287,183	287,183	77,6024	5,920 <sup>-13</sup>	***
Sistema x População	1	0,268	0,268	0,0724	0,788735	
Época	2	65,632	32,816	8,8675	0,000369	***
Sistema x Época	2	19,599	9,799	2,6479	0,077882	.
População x Época	2	105,233	52,617	14,2180	6,577 <sup>-6</sup>	***
Sistema x População x Época	2	4,107	2,053	0,5548	0,576673	
Resíduos	70	259,049	3,701			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

Resposta de raiz quadrada de (y).

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 14 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PRODUTIVIDADE DE AQUÊNIOS (kg.m<sup>-2</sup>), COMPARAÇÃO GERAL (RENDIMENTO DO SIPA CALCULADO A PARTIR DO RENDIMENTO DA ÁREA ÚTIL DO ENTRE RENQUE, EXTRAPOLADO PARA HECTARE)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p
Sistema	1	0,51144	0,51144	89,919	1797 <sup>-7</sup> ***
Sistema/Bloco	14	0,90067	0,06433	11,311	2,576 <sup>-5</sup> ***
População	1	1,14891	1,14891	201,996	1,037 <sup>-9</sup> ***
Sistema x População	1	0,11117	0,11117	19,545	0,00058 ***
Resíduos	14	0,07963	0,00569		

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

Reposta de log (y).

- (1) Graus de Liberdade.
- (2) Soma de Quadrados.
- (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 15 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PRODUTIVIDADE DE AQUÊNIOS (kg.m<sup>-2</sup>), COMPARAÇÃO GERAL (RENDIMENTO DO SIPA CALCULADO CONSIDERANDO ÁREA PERDIDA PELA PRESENÇA DAS LINHAS DE ÁRVORES)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p
Sistema	1	0,07793	0,07793	13,701	0,00237 **
Sistema/Bloco	14	0,90066	0,06433	11,311	2,576 <sup>-5</sup> ***
População	1	1,14891	1,14891	201,998	1,03 <sup>-9</sup> ***
Sistema x População	1	0,11117	0,11117	19,545	0,00058 ***
Resíduos	14	0,7963	0,00569		

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

Reposta de log (y).

- (1) Graus de Liberdade.
- (2) Soma de Quadrados.
- (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 16 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DIÂMETRO DO CAPÍTULO (cm), COMPARAÇÃO GERAL

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p
Sistema	1	0,0048	0,0048	0,0088	0,92648
Sistema/Bloco	14	19,7483	1,4106	2,6198	0,04111 *
População	1	17,0382	17,0382	31,6437	6,26 <sup>-05</sup> ***
Sistema x População	1	3,8157	3,8157	7,0866	0,01859 *
Resíduos	14	7,5381	0,5384		

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

- (1) Graus de Liberdade.
- (2) Soma de Quadrados.
- (3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 17 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE NÚMERO DE AQUÊNIOS POR  
CAPÍTULO, COMPARAÇÃO GERAL

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Sistema	1	7,027 <sup>-7</sup>	7,027 <sup>-7</sup>	28,6204	0,000103	***
Sistema/Bloco	14	2,6199 <sup>-6</sup>	1,8714 <sup>-7</sup>	7,6213	0,000256	***
População	1	1,3076 <sup>-6</sup>	1,3076 <sup>-6</sup>	53,2514	3,926 <sup>-6</sup>	***
Sistema x População	1	1,6062 <sup>-7</sup>	1,6062 <sup>-7</sup>	6,5412	0,02278	*
Resíduos	14	3,4376 <sup>-7</sup>	2,4550 <sup>-8</sup>			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

Resposta de  $y^1$ .

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 18 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PESO DE MIL AQUÊNIOS (g),  
COMPARAÇÃO GERAL

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Sistema	1	55,430	55,430	21,3412	0,000398	***
Sistema/Bloco	14	76,577	5,470	2,1059	0,08793	.
População	1	81,008	81,008	31,1888	6,727 <sup>-5</sup>	***
Sistema x População	1	13,861	13,861	5,3364	0,03664	*
Resíduos	14	36,363	2,597			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 19 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ALTURA DA PLANTA DE  
GIRASSOL (cm), COMPARAÇÃO GERAL

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Sistema	1	185,83	185,83	2,3682	0,146119	
Sistema/Bloco	14	2850,73	203,62	2,5950	0,042587	*
População	1	1755,90	1755,90	22,3773	0,0003221	***
Sistema x População	1	7,98	7,98	0,1017	0,7545395	
Resíduos	14	1098,55	78,47			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 20 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ÁREA FOLIAR DA PLANTA DE GIRASSOL (cm<sup>2</sup>), COMPARAÇÃO GERAL

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Sistema	1	11049759	11049759	70,7747	7,588 <sup>-7</sup>	***
Sistema/Bloco	14	23520276	1680020	10,7607	3,473 <sup>-5</sup>	***
População	1	10424966	10424966	66,7728	1,069 <sup>-6</sup>	***
Sistema x População	1	57133	57133	0,3659	0,5549	***
Resíduos	14	2185762	156126			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 21 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE RENDIMENTO DE AQUÊNIOS (kg.100 m<sup>-2</sup>) DENTRO DO SIPA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	1,3978	0,1997	9,5013	5,404 <sup>-8</sup>	***
População	1	5,2724	5,2724	250,863	2,2 <sup>-16</sup>	***
Posição	4	0,5918	0,1480	7,0396	9,467 <sup>-5</sup>	***
População x Posição	4	0,0613	0,0153	0,7295	0,5752	
Resíduos	63	1,3241	0,0210			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

Resposta de log (y).

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 22 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE DIÂMETRO DO CAPÍTULO (cm) DENTRO DO SIPA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	0,011294	0,0016134	8,3646	3,427 <sup>-7</sup>	***
População	1	0,001988	0,019877	10,3051	0,002089	**
Posição	4	0,008744	0,0021860	11,3334	5,444 <sup>-7</sup>	***
População x Posição	4	0,000347	0,0000868	0,4502	0,771840	
Resíduos	63	0,012152	0,0001929			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

Resposta de raiz quadrada de (y<sup>-1</sup>).

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 23 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE NÚMERO DE AQUÊNIOS POR  
CAPÍTULO, DENTRO DO SIPA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	519801	74257	13,2901	2,173 <sup>-10</sup>	***
População	1	116544	116544	20,8585	2,354 <sup>-5</sup>	***
Posição	4	154398	38599	6,9083	0,0001122	***
População x Posição	4	12488	3122	0,5587	0,6934037	
Resíduos	63	352006	5587			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 24 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PESO DE MIL AQUÊNIOS (g)  
DENTRO DO SIPA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	76,076	10,868	5,5607	5,134 <sup>-5</sup>	***
População	1	69,629	69,629	35,6261	1,2 <sup>-7</sup>	***
Posição	4	47,746	11,936	6,1073	0,0003224	***
População x Posição	4	1,126	0,281	0,1440	0,9650065	
Resíduos	63	123,130	1,954			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 25 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ALTURA DA PLANTA DE  
GIRASSOL (cm) DENTRO DO SIPA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	9265,1	1323,6	10,7482	7,940 <sup>-9</sup>	***
População	1	3767,8	3767,8	30,5962	6,533 <sup>-7</sup>	***
Posição	4	4142,6	1035,6	8,4099	1,678 <sup>-5</sup>	***
População x Posição	4	255,4	63,8	0,5185	0,7224	
Resíduos	63	7758,2	123,1			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; (.) 0,1.

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 26 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE ÁREA FOLIAR DA PLANTA DE GIRASSOL (cm<sup>2</sup>) DENTRO DO SIPA

FONTES DE VARIAÇÃO	GL <sup>1</sup>	SQ <sup>2</sup>	QM <sup>3</sup>	F	p	
Bloco	7	5,5713 <sup>-5</sup>	7,959 <sup>-6</sup>	3,2933	0,004776	**
População	1	1,3356 <sup>-4</sup>	1,3356 <sup>-4</sup>	55,265	3,489 <sup>-10</sup>	***
Posição	4	1,7909 <sup>-5</sup>	4,477 <sup>-6</sup>	1,8526	0,129922	
População x Posição	4	4,29 <sup>-6</sup>	1,072 <sup>-6</sup>	0,4437	0,776524	
Resíduos	63	1,5225 <sup>-4</sup>	2,417 <sup>-6</sup>			

NOTA: Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; ( . ) 0,1.

Resposta de raiz quadrada de (y<sup>-1</sup>).

(1) Graus de Liberdade.

(2) Soma de Quadrados.

(3) Quadrado Médio.

APÊNDICE 27 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE OS COMPONENTES DO REDIMENTO E A PRODUTIVIDADE

	Diâmetro Capítulo <sup>1</sup>	N de aquênios por capítulo <sup>2</sup>	Peso de mil aquênios
Produtividade	0,74 ***	0,95 ***	0,05

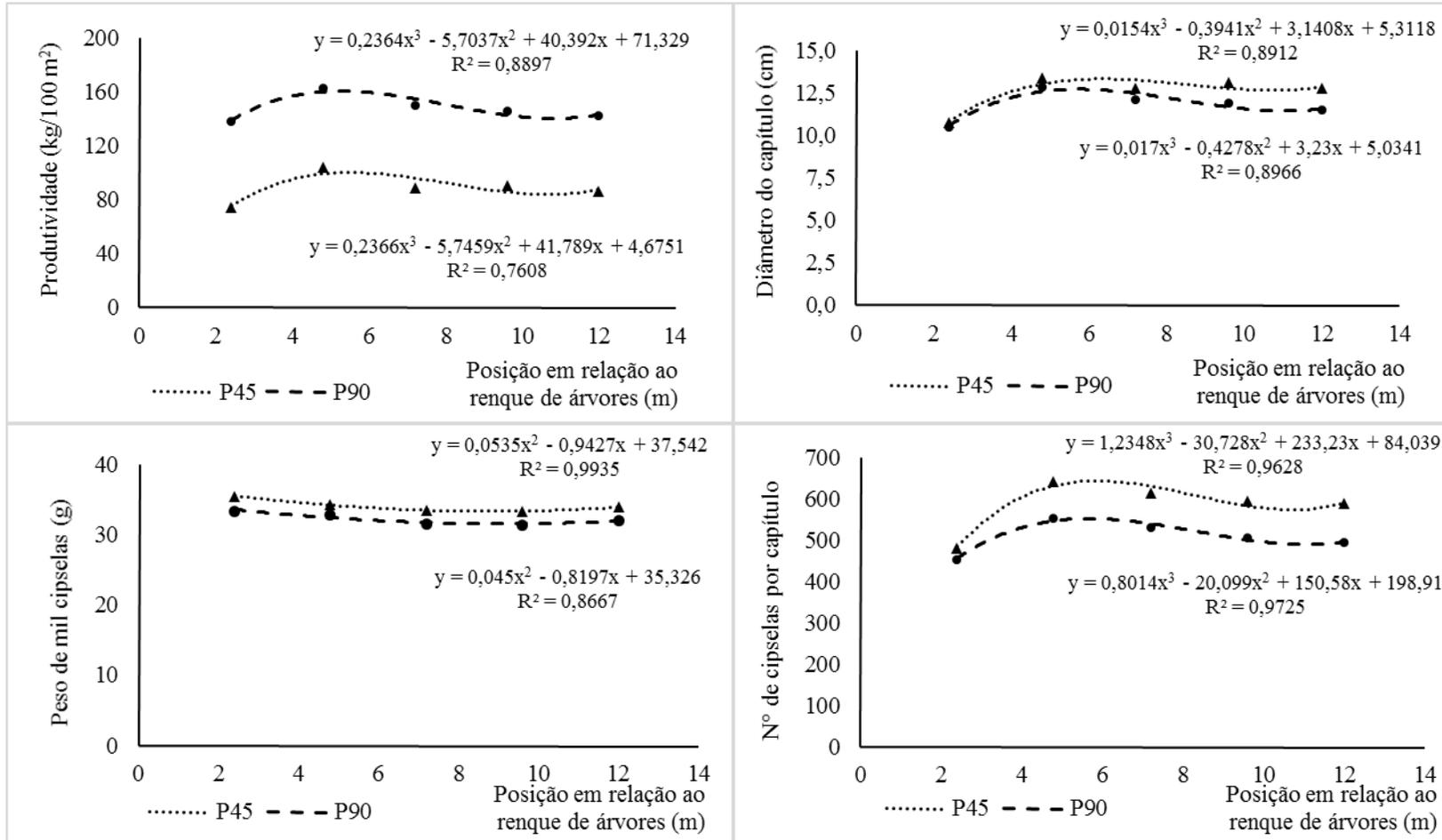
NOTA: Em virtude de a produtividade ser decorrente de duas populações, a análise de correlação levou em conta a soma dos diâmetros de capítulo e do número de aquênios por capítulo em um metro linear.

Códigos de significância: (\*\*\*) 0,001; (\*\*) 0,01; (\*) 0,05; ( . ) 0,1.

(1) Soma dos diâmetros de capítulos em um metro linear.

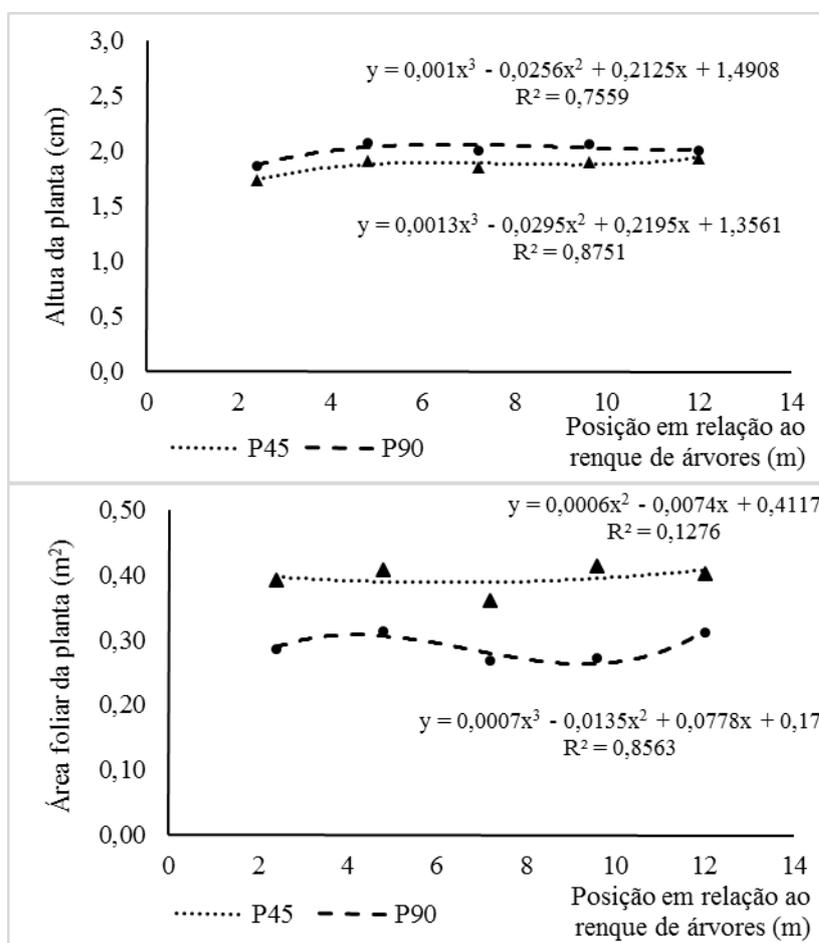
(2) Soma do número de aquênios de capítulos em um metro linear.

APÊNDICE 28 – REGRESSÕES DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015



NOTA: Pontos (●) referente às médias observadas na população de 90 mil pl.m²; pontos (▲) referente às médias observadas na população 45 mil pl.m².

APÊNDICE 29 – REGRESSÕES DE ALTURA E ÁREA FOLIAR DE GIRASSOL NO 2º ANO DO SIPA – SAFRA 2014/2015



NOTA: Pontos (•) referente as médias observadas na população de 90 mil pl.m<sup>2</sup>; pontos (▲) referente as médias observadas na população 45 mil pl.m<sup>2</sup>.

## APÊNDICE 30 – ESTABELECIMENTO DA CULTURA DO GIRASSOL

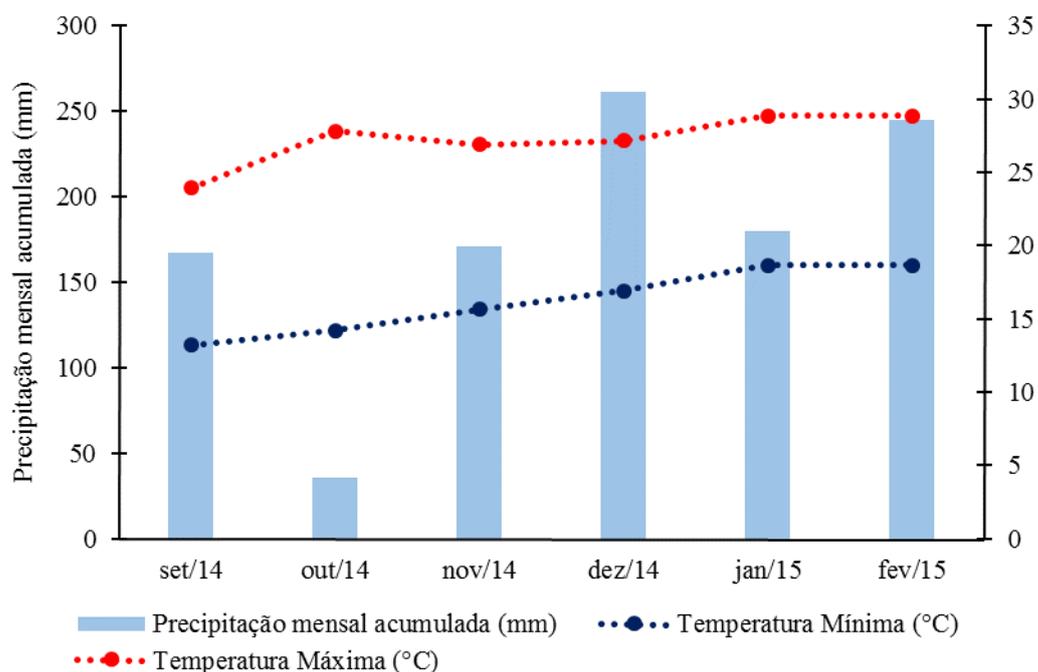


NOTA: a, b, c – Sobressemeadura do Girassol; d, e, f– Palhada da cobertura de inverno

**ANEXOS**

ANEXO 1 - DADOS METEOROLÓGICOS DA ESTAÇÃO DE PINHAIS - PR REFERENTE AO PERÍODO DO EXPERIMENTO (SETEMBRO/2014 – FEVEREIRO/2015) .....	87
ANEXO 2 – ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL - JULHO/2014 ...	87

ANEXO 1 - DADOS METEOROLÓGICOS DA ESTAÇÃO DE PINHAIS - PR  
REFERENTE AO PERÍODO DO EXPERIMENTO (SETEMBRO/2014  
– FEVEREIRO/2015)



Fonte: Adaptado de SIMEPAR, 2015.

ANEXO 2 – ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL – JULHO/2014

Sistema de Produção	pH		Al <sup>+3</sup>	H+Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	SB	T	P	C	V	m	Ca/Mg
	CaCl <sub>2</sub>	SMP	cmol.c.dm <sup>-3</sup>							mg.dm <sup>-3</sup>	g.dm <sup>-3</sup>	%		
SIPA (B1,B2,B3,B4)	5,6	6,3	0	4	6,7	3,8	0,13	10,63	14,63	1,8	27,4	73	0	1,76
SIPA (B5,B6,B7,B8)	5,6	6,4	0	3,4	4,7	3,3	0,12	8,12	11,52	1,8	15,3	70	0	1,42
Monocultivo (B1,B2,B3,B4)	5,3	6	0	5	4,9	2,8	0,12	7,82	12,82	2,4	25,3	61	0	1,75
Monocultivo (B5,B6,B7,B8)	5,9	6,5	0	3,4	7	4,6	0,08	11,68	15,08	2,2	24,3	77	0	1,52

FONTE: Laboratório de Solos - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola – UFPR.