

ALEX TRISTÃO CARDOSO PINTO COELHO

**INTERFERÊNCIA DE BUVA E CAPIM-AMARGOSO NO CRESCIMENTO,
DESENVOLVIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Antonio Alberto da Silva

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2019**

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

C672i
2019
Coelho, Alex Tristão Cardoso Pinto, 1987-
Interferência de buva e capim-amargoso no crescimento,
desenvolvimento e acúmulo de nutrientes em plantas de soja /
Alex Tristão Cardoso Pinto Coelho. – Viçosa, MG, 2019.
38 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Antonio Alberto da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 35-38.

1. *Glycine max*. 2. Competição (Biologia). 3. *Conyza bonariensis*. 4. *Digitaria insularis*. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. II. Título.

CDD 22. ed. 633.34

ALEX TRISTÃO CARDOSO PINTO COELHO

**INTERFERÊNCIA DE BUVA E CAPIM-AMARGOSO NO CRESCIMENTO,
DESENVOLVIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE
SOJA**

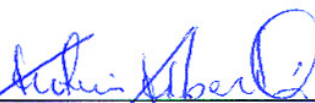
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de outubro de 2019.

Assentimento:



Alex Tristão Cardoso Pinto Coelho
Autor



Prof. Antonio Alberto da Silva
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de viver a vida e me permitir a realização dos meus sonhos.

Aos meus pais Maria José e Joaquim, por todas as lições de companheirismo, amizade, caridade, dedicação, compreensão e perdão que vocês me dão a cada dia. Tenho muito orgulho e sou privilegiado por ter pais tão especiais.

Ao meu irmão Anderson, que está sempre pronto para me apoiar em tudo nesta vida.

À minha esposa Cris, por todo amor, carinho e compreensão em todos os momentos da minha vida.

A toda a minha família, avós, primos(as), tios(as), cunhados(as) e sogra, por estarem sempre me apoiando.

A todos os servidores, corpo administrativo e professores do curso, que me ajudaram a conseguir essa conquista.

Aos meus colegas de turma do mestrado profissional, cuja troca de experiências e conhecimento me fez crescer profissionalmente.

Aos colegas Lucas Heringer e Leonardo D'Antonino, pelo apoio e ajuda na condução desta dissertação.

Ao meu orientador Antonio Alberto da Silva, pela orientação e amizade nos momentos em que mais precisei.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

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

BIOGRAFIA

ALEX TRISTÃO CARDOSO PINTO COELHO, filho de Joaquim Cardoso Pinto Coelho e Maria José Tristão Pinto Coelho, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 14 de janeiro de 1987.

Em julho de 2010, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Iniciou a carreira profissional em agosto de 2010 na Proplanta, empresa de planejamento e assistência técnica no Oeste da Bahia.

Em agosto de 2017, iniciou o curso de mestrado profissional em Defesa Sanitária Vegetal na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em outubro de 2019.

RESUMO

COELHO, Alex Tristão Cardoso Pinto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2019. **Interferência de buva e capim-amargoso no crescimento, desenvolvimento e acúmulo de nutrientes em plantas de soja.** Orientador: Antonio Alberto da Silva.

A competição entre plantas daninhas e soja pode resultar em perdas superiores a 90% na produtividade da cultura. Além disso, pode dificultar a operação de colheita e prejudicar a qualidade dos grãos e da semente. Entre as espécies de plantas daninhas de difícil controle e responsáveis por grandes prejuízos na cultura da soja, destacam-se a buva (*Conyza bonariensis*) e o capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Estas espécies já possuem biótipos resistentes ao glyphosate em diversas regiões do Brasil. Quando presentes nas lavouras, esses biótipos dificultam e oneram de modo significativo o custo de controle de produção da soja. Neste trabalho foram avaliados os efeitos no crescimento e desenvolvimento da soja quando cultivada sob interferência de *C. bonariensis* e *D. insularis*. Para realizar esta pesquisa, foram semeadas juntamente com a soja sementes de buva e capim-amargoso nas densidades de 0; 12,4; 24,8; 37,3; e 49,7 plantas m⁻². Estas plantas cresceram em convivência com a soja até o final do ciclo da cultura. No momento da colheita da soja, foram avaliados altura da planta de soja, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, número de grãos/vagem, peso de mil sementes da soja e acúmulo de nutrientes pelas plantas de soja. Constatou-se relação negativa entre os incrementos na densidade de buva e capim-amargoso convivendo com a soja nas variáveis de crescimento e de componentes de produção da soja, com exceção da altura de inserção da primeira vagem. A convivência da buva com a soja reduziu os teores de N, P, Cu, Fe, Mn e B, enquanto a convivência com o capim-amargoso reduziu apenas o teor de Fe. A buva e o capim-amargoso reduziram a produtividade de grãos da soja em até 68% e 58%, respectivamente. Conclui-se que incrementos na densidade de buva e do capim-amargoso influenciam negativamente o crescimento, o desenvolvimento, os componentes de produção e a produtividade de grãos da soja. A competição da buva com a soja interfere com maior

intensidade em relação ao capim-amargoso na redução do acúmulo dos teores dos principais nutrientes pelas plantas da soja. Isso indica que os maiores efeitos danosos do capim-amargoso sobre a soja podem estar relacionados com a competição por água e luz.

Palavras-chave: Competição. *Glycine max.* *Conyza bonariensis.* *Digitaria insularis.*

ABSTRACT

COELHO, Alex Tristão Cardoso Pinto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2019. **Interference of horseweed and sourgrass on growth, development and nutrient accumulation in soybean plants.** Adviser: Antonio Alberto da Silva.

Competition between weeds and soybeans can result in losses of over 90% in the yield of this crop. In addition, it can hinder harvesting operations and reduce grain and seed quality. Among the weed species that are difficult to control and are responsible for large losses in soybean, we highlight horseweed (*Conyza bonariensis*) and sourgrass (*Digitaria insularis*). These species already have glyphosate resistant biotypes in several regions of Brazil. When these biotypes are present in crops, they make it difficult to control soybean production and significantly increase the cost of such control. This research assessed the effects on growth and development of soybean when it is cultivated under the interference of *C. bonariensis* and *D. insularis*. To carry out this research, seeds of horseweed and sourgrass were sown together with soybean in the densities of 0; 12.4; 24.8; 37.3 and 49.7 plants m⁻². These plants grew in coexistence with soybean until the end of the crop cycle. At soybean harvest, soybean plant height, first pod insertion height, number of pods, number of grains/pod, weight of one thousand seeds and nutrient accumulation by soybean plants were evaluated. There was a negative correlation between the increase in the density of horseweed and sourgrass coexisting with soybean in the following variables: growth and production components of soybean, except for first pod insertion height. The coexistence of horseweed with soybean reduced the contents of N, P, Cu, Fe, Mn and B, while the coexistence with sourgrass reduced only Fe content. Horseweed and sourgrass reduced soybean grain yield by up to 68 and 58%, respectively. It was concluded that increases in the density of horseweed and sourgrass negatively influence growth, yield components and grain yield of soybean. Also, the competition between horseweed and soybean has greater interference compared to sourgrass in reducing the accumulation of the main nutrients of soybean growth and development. This indicates that the major

harmful effects of sourgrass on soybean may be related to competition for water and light.

Keywords: Competition. *Glycine max.* *Conyza bonariensis.* *Digitaria insularis.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Experimento 1 - Interferência da buva no crescimento e desenvolvimento da soja	17
2.2 Experimento 2 - Interferência do capim-amargoso no crescimento e desenvolvimento da soja	18
2.3 Experimento 3 - Interferência da buva e do capim-amargoso no acúmulo de nutrientes em plantas de soja	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 Interferência da buva no crescimento, desenvolvimento e produtividade da soja	20
3.2 Interferência do capim-amargoso no crescimento, desenvolvimento e produtividade da soja	26
3.3 Interferência da buva e do capim-amargoso no acúmulo de nutrientes em plantas de soja	31
4 CONCLUSÕES	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos e também como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000). Essa cultura é explorada no Brasil há mais de 130 anos, com início do seu cultivo na região Sul. Atualmente é cultivada em várias regiões, sobretudo na região central. As áreas de cerrado se destacam, e o cultivo vem sendo ampliado para novas fronteiras agrícolas, como o MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), permitindo o desenvolvimento socioeconômico dessa região (FREITAS *et al.*, 2011).

No Brasil, o primeiro relato sobre o surgimento da soja através de seu cultivo é de 1882, no Estado da Bahia (BLACK, 2000). Posteriormente, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo. Somente em 1914 a soja foi introduzida no Estado do Rio Grande do Sul, sendo este por fim o lugar onde as variedades trazidas dos Estados Unidos melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente no tocante ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

Apesar das condições edafoclimáticas ideais para o cultivo da soja, o crescimento contínuo da área cultivada nas regiões enfrenta desafios. São eles o avanço em logística no transporte dos grãos e, além disso, impasses na questão ambiental, com o código florestal tentando reduzir o desmatamento.

Segundo o levantamento da safra brasileira de grãos 2009/10, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), as colheitas alcançaram a produção recorde de 68,68 milhões de toneladas em 23,6 milhões de hectares cultivados. Na safra 2010/11 a soja bateu um novo recorde de produção no Brasil, atingindo mais de 70 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 24 milhões de hectares (CONAB, 2010). Atualmente a soja ocupa uma área de 35.866,6 mil hectares, com produção estimada em 115 milhões toneladas de grãos na safra 2019/20 (CONAB, 2019). Essa é uma cultura de grande importância para a economia brasileira, necessitando de alta

tecnologia para produzir tanto em quantidade quanto em qualidade, com menor custo de produção e geração de renda aos produtores (SANTOS *et al.*, 2003).

O crescimento da cultura da soja no País esteve sempre associado aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. A mecanização e criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados a manejo de solos, manejo de adubação e calagem, manejo de pragas, plantas daninhas e doenças, além da identificação e solução dos principais problemas responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço. O cenário otimista de um país que tem para onde e como crescer a sua produção projeta um salto produtivo na cultura de mais de 40% até 2020, enquanto nos Estados Unidos, atualmente o maior produtor mundial, o crescimento no mesmo período deverá ser no máximo de 15%. Com essa projeção, o Brasil atingirá a produção de mais de 105 milhões de toneladas, quando será isoladamente o maior produtor mundial dessa *commodity* (VENCATO *et al.*, 2010). Todavia, a soja pode sofrer grandes perdas de produtividade devido à interferência das plantas daninhas, que geralmente competem por água, luz e nutrientes.

A competição provocada pelas plantas daninhas em uma lavoura de soja pode resultar em perdas significativas, reduzindo em mais de 90% a produção da cultura. Também pode dificultar a operação de colheita, prejudicando a qualidade do grão ou da semente. As plantas daninhas competem principalmente por recursos básicos ao desenvolvimento da soja, como a água, a luz e os nutrientes. No entanto, a necessidade por esses recursos varia dentro do ciclo da cultura, razão pelo qual se torna importante conhecer as fases em que a interferência das plantas daninhas pode ser mais prejudicial para a soja. Com isso, se a planta daninha se estabelecer junto à cultura, esta vai utilizar os recursos para se desenvolver, podendo reduzir a produtividade da soja (RONCHI *et al.*, 2003).

Trabalhos nessa área são denominados de estudos de matocompetição ou de períodos de interferência. Basicamente, os experimentos são realizados diretamente no campo, com os tratamentos sendo compostos por intervalos de tempo em que a cultura é deixada “no limpo”, isto é, sem a presença de plantas daninhas, complementado por períodos de convivência entre a cultura e as infestantes.

Avalia-se, principalmente, a produtividade da cultura sob os intervalos de tempo estudados, resultando nos períodos mais críticos de competição. O período em que as plantas daninhas convivem por um determinado tempo inicial do ciclo da cultura, sem que ocorram prejuízos à espécie cultivada, denomina-se período anterior à interferência (PAI). Também existe o período chamado período total de prevenção à interferência (PTPI), que é aquele em que, após a emergência, a cultura deve se desenvolver livre da presença de plantas daninhas, a fim de que sua produtividade não seja alterada significativamente. A comunidade de espécies daninhas que se instalar após esse período não mais terá condições de interferir, de maneira significativa, sobre a produtividade da planta cultivada. Após esse período, a cultura apresenta capacidade de, por si só, controlar as plantas daninhas que emergirem. Entre o PAI e o PTPI ocorre um terceiro período, chamado de período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Esse período corresponde à fase em que as práticas de controle devem ser efetivamente adotadas.

No Brasil, os principais trabalhos de matocompetição com a soja foram realizados entre as décadas de 1960 e 1980, cujos resultados permitiram generalizar como o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) o intervalo de 20 a 50 dias após a emergência da cultura. Os experimentos de matocompetição devem retratar situações próximas de lavouras comerciais, com atenção especial para os diversos fatores que estão presentes no processo de interferência, como a cultivar utilizada, o espaçamento e a densidade de semeadura. Em relação às plantas daninhas, destacam-se o tipo de espécie infestante, a densidade e a distribuição desta na área. Podem-se acrescentar ainda os fatores edafoclimáticos, como o tipo de solo e as suas propriedades físico-químicas, a taxa pluviométrica e a temperatura, além do sistema de produção adotado, com as diferentes tecnologias utilizadas.

Como pode ser observado, os fatores relacionados à matocompetição são dinâmicos, e isso não tem sido diferente na cultura da soja. Estudos mais recentes mostram que não tem havido muita mudança no Período Total de Prevenção da Interferência, mas apontam uma diminuição do Período Anterior à Interferência para algo próximo dos 14 dias após a emergência, o que alteraria o Período Crítico de Prevenção da Interferência. Assim, o agricultor tem a

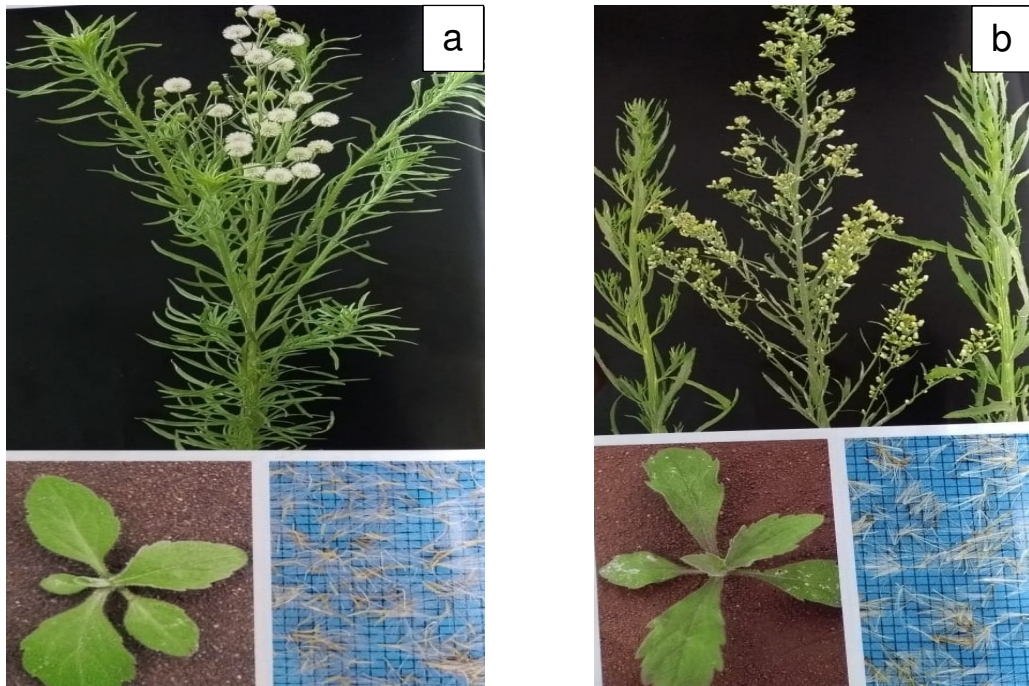
necessidade de realizar o controle das infestantes mais cedo do que o anteriormente recomendado.

A soja infestada com plantas daninhas está sujeita às diferentes formas de interferência. Segundo Pitelli (1987), o termo interferência refere-se a todo o conjunto de processos pelos quais as plantas daninhas podem influenciar uma determinada cultura. Os efeitos da convivência das plantas daninhas com a soja podem se manifestar de forma direta, pela competição por elementos essenciais ao crescimento, disponíveis no ambiente, como luz, água e nutrientes, cujas consequências vão se manifestar sobre o rendimento e a qualidade do produto, podendo chegar a 70% de redução de rendimento nos casos mais graves de infestação, segundo relato de Vargas e Gazziero (2010). A interferência pode ocorrer também de forma indireta, pela influência negativa sobre o manejo da cultura, a eficiência técnica da colheita e o beneficiamento de grãos. As culturas de safrinhas e o período de entressafra têm permitido grande multiplicação das espécies daninhas, já que em muitos casos o controle destas plantas não é realizado convenientemente. Nesses períodos, tanto na região Sul como no Brasil Central, têm sido observados importantes aumentos do banco de sementes, que acabam por germinar com grande intensidade durante a safra de verão, ou continuar seu ciclo, como é o caso da buva. Espécies que estão presentes em nossas lavouras desde os primeiros anos de cultivo da soja adaptaram-se e passaram a ocorrer de forma desequilibrada nas áreas em que não se adota um adequado manejo de entressafra, mostrando de forma clara a necessidade de ocupação racional do solo pelo homem, durante o ano todo.

Entre as plantas daninhas de maior importância como infestantes da cultura da soja destacam-se a buva e o capim-amargoso (LUCIO *et al.*, 2019), ocasionando perdas de até 44% na produtividade. Além do mais, essas espécies apresentam biótipos resistentes ao glyphosate, principal herbicida utilizado no controle de plantas daninhas na cultura da soja (GAZZIERO *et al.*, 2008). Os biótipos resistentes apresentam grande capacidade de competição e são de difícil controle.

A buva (Figura 1) é uma planta nativa das Américas e sempre esteve presente na relação das principais espécies invasoras no Brasil. As espécies mais frequentes são *Conyza canadensis* (ERICA) e *C. bonariensis* (ERIBO), que

são morfologicamente muito semelhantes (KISMANN; GROTH, 1999; GAZZIERO *et al.*, 2010).



Fonte: LORENZI, 2014.

Figura 1 - Planta jovem e adulta e sementes de *Conyza bonariensis* (a) e *C. canadensis* (b).

O aumento de incidência da buva nas áreas de cultivo da soja era previsto como consequência da adoção do plantio direto e das características inerentes a essa planta, como o tamanho de suas sementes, a prolificidade, a dispersão pelo vento e a germinação na superfície do solo (GAZZIERO, 1998). A germinação ocorre na entressafra, com maior intensidade nos meses de junho a agosto. A partir da safra 2005/2006 essa espécie passou a ser uma das principais infestantes das áreas de cultivo do sistema soja-milho-trigo na região Sul do Brasil. Além da confirmação da presença de plantas resistentes ao glyphosate (VARGAS; GAZZIERO, 2009), outros fatores, como época de aplicação, foram fundamentais para determinação da infestação que transcendeu a semeadura da soja, ocasionando competição com a cultura.

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) (Figura 2) é uma espécie nativa do continente americano e, como tal, sempre foi tida como uma importante invasora no Brasil (KISSMANN; GROTH, 1997). Contudo, na cultura da soja nunca ocupou um lugar de destaque, como aconteceu na safra 2011/2012. Seu grande potencial como infestante aumenta pela possibilidade de as sementes serem carregadas pelo vento a grandes distâncias e por terem bom poder germinativo (KISSMANN; GROTH, 1999). Ademais, apresenta a manifestação de biótipos resistentes ao herbicida glyphosate. O capim-amargoso se propaga vegetativamente a partir de curtos rizomas e por propagação seminífera (LORENZI, 2000).



Fonte: LORENZI, 2014.

Figura 2 - Planta jovem e adulta e sementes de capim-amargoso (*Digitaria insularis*).

Condições de clima seco e aplicação em plantas desenvolvidas dificultam o controle do capim-amargoso, que por esse motivo é considerado por produtores do cerrado uma das plantas daninhas mais difíceis de se controlar. Segundo pesquisa realizada pela consultoria Kleffmann Group, a pedido da Basf, 34% dos agricultores da região revelaram ter tido dificuldade de combater a

planta invasora no ciclo de 2017/2018. O aumento dos custos de produção criou a necessidade de mudanças nas práticas agrícolas para manter o rendimento dos grãos nas lavouras. De acordo com Basf, as perdas de produtividade com a incidência da planta daninha podem superar 80%, principalmente quando elas ocorrem a partir do estágio inicial de desenvolvimento da cultura.

Visando solucionar esse problema, a empresa apresentou durante a sexta edição da Show Safra BR-163, em Lucas do Rio do Verde (MT), um herbicida que promete ser capaz de controlar o problema nas lavouras. “O Amplexus é uma ferramenta eficiente no manejo para o controle do capim-amargoso. O químico é capaz de evitar perdas nas lavouras e contribui para a longevidade do cultivo”, afirmou Alessandro Gazzineli, gerente sênior de Marketing. O herbicida também atua no manejo de dessecação pré-plantio da soja, com eficiência no controle de plantas daninhas de folhas estreitas e largas.

Dos principais elementos de competição entre a cultura da soja e as plantas daninhas, a extração de macro e micronutrientes representa uma grande parcela de perdas na cultura. Hoje em dia, com o avanço das tecnologias e do conhecimento em tratamentos culturais, as produtividades vêm aumentando, porém ainda faltam estudos relacionados ao impacto gerado na cultura da soja no que se refere à extração de nutrientes pelas plantas daninhas. Em virtude disso, é de suma importância entender os efeitos gerados pela competição da buva e do capim-amargoso sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura da soja, bem como sobre a influência exercida no teor nutricional da cultura imposta por essas plantas daninhas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos em casa de vegetação aberta, tipo sombrite, da Faculdade São Francisco de Barreiras – FASB, no município de Barreiras-BA. Os experimentos consistiram na competição da soja com buva (*Conyza bonariensis*) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Para isso, as sementes de buva e capim-amargoso foram semeadas juntamente com a soja da cultivar Monsoy 8349 Ipro, plantadas em vasos com capacidade de 20 dm³ contendo o substrato (solo + matéria orgânica + fertilizantes + calcário), sendo realizadas irrigações periódicas conforme a necessidade da cultura e as condições climáticas (Figura 3). Os experimentos foram divididos da seguinte maneira:

2.1 Experimento 1 - Interferência da buva no crescimento e desenvolvimento da soja

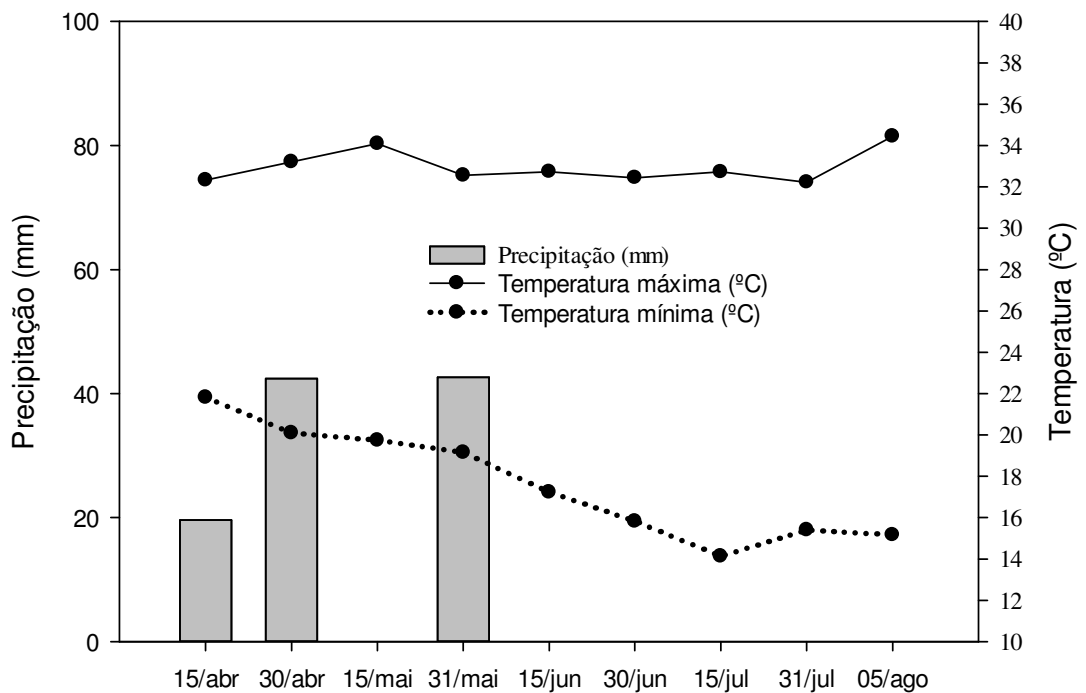
Os tratamentos consistiram em cinco densidades: 0; 12,4; 24,8; 37,3; e 49,7 plantas m⁻² de buva, dispostos em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. No momento da colheita foram avaliadas as variáveis altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, número de grãos/vagem, peso de mil sementes da soja e a produtividade relativa estimada da soja. A produtividade relativa estimada foi em relação à testemunha, calculada a partir da equação 1.

$$\widehat{Prod} = \left(\frac{NVG \times GVG \times \frac{PMS}{1000}}{1000} \right) \times 124.000 \quad (\text{eq. 1})$$

em que NVG = número de vagens, GVG = grãos/vagem e PMS = peso de mil sementes.

2.2 Experimento 2 - Interferência do capim-amargoso no crescimento e desenvolvimento da soja

Os tratamentos consistiram em cinco densidades: 0; 12,4; 24,8; 37,3; e 49,7 plantas m^{-2} de capim-amargoso, dispostos em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. No momento da colheita foram avaliadas as variáveis altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, número de grãos/vagem, peso de mil sementes da soja e a produtividade relativa estimada da soja. A produtividade relativa estimada foi em relação à testemunha, calculada a partir da equação 1.



Fonte: Inmet, 2019.

Figura 3 - Dados climáticos da região durante o período de condução do experimento.

2.3 Experimento 3 - Interferência da buva e do capim-amargoso no acúmulo de nutrientes em plantas de soja

Os tratamentos consistiram em plantas de soja solteira, soja em competição com buva na densidade de 37,3 plantas m^{-2} e soja em competição com capim-amargoso na densidade de 37,3 plantas m^{-2} . O experimento foi

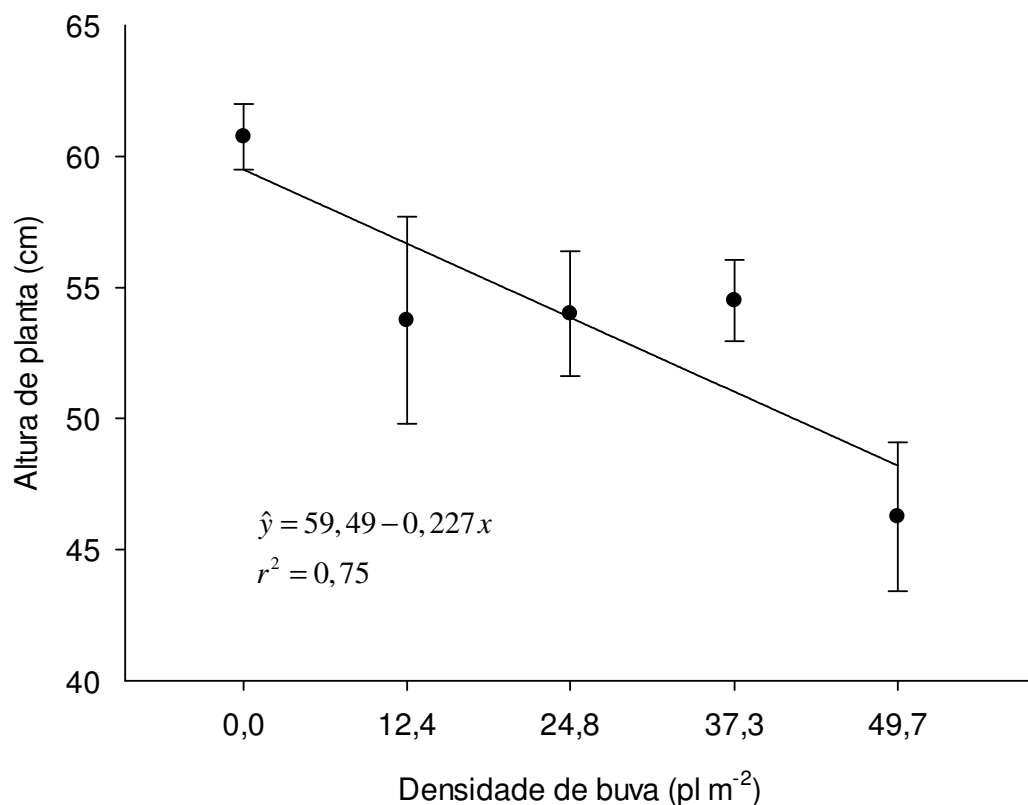
delineado em blocos casualizados com quatro repetições. Após a colheita, o tecido foliar da soja foi coletado em cada tratamento e enviado para o laboratório de análises foliares, no intuito de quantificar os macros e micronutrientes acumulados na cultura da soja em ausência e presença das plantas daninhas.

Nos três experimentos, foram realizadas análises de variância (ANOVA); quando significativas, foram ajustados modelos matemáticos de regressão para as variáveis nos experimentos 1 e 2. No experimento 3, os tratamentos significativos pela ANOVA foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação entre as médias dos tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas pelo software R, utilizando o pacote “ExpDes.pt”.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Interferência da buva no crescimento, desenvolvimento e produtividade da soja

A altura da planta de soja variou de 45 a 60 cm com e sem competição com plantas de buva, respectivamente. Pode-se observar a tendência de redução da altura da soja em competição com essa planta daninha em todas as densidades avaliadas (Figura 4), em que a redução da altura da soja se dá a uma proporção estimada de cerca de 2,3 cm a cada 10 plantas m⁻² de buva.



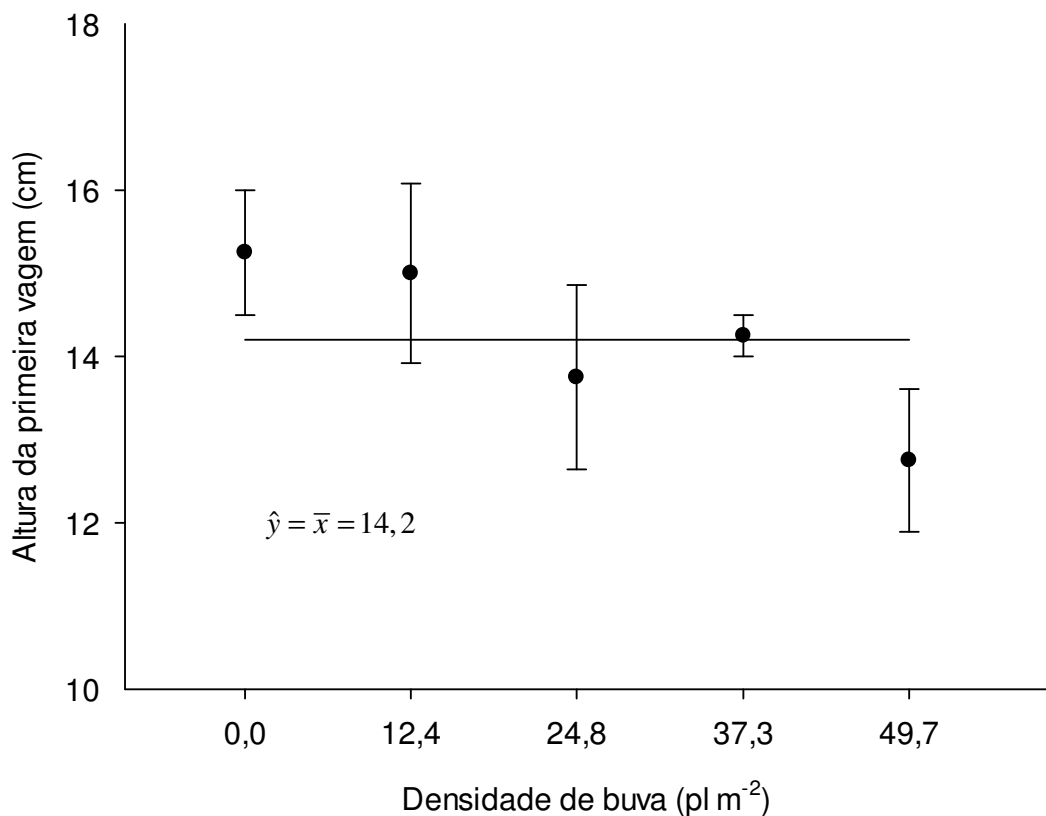
As barras representam o erro-padrão (n = 4).

Figura 4 - Altura da planta de soja no momento da colheita em competição com plantas de buva.

Resultados semelhantes a esse foram encontrados por Silva *et al.* (2014 a, b). A tendência da soja em competição com plantas daninhas é

apresentar maior altura, visando a competição por luz (AGOSTINETTO et al., 2008). No entanto, a não ocorrência disso em competição com a buva mesmo em baixa densidade pode ser devido a mudanças na qualidade e intensidade de luz, afetando o desenvolvimento da soja (BALLARÉ *et al.*, 1990).

Quanto à altura de inserção da primeira vagem, não houve ajuste de modelo matemático para as densidades estudadas. Independentemente da densidade de buva no meio da soja, a altura da primeira vagem variou em torno de 14 cm (Figura 5). Apesar de as médias apresentarem tendência de redução com o aumento do nível de competição, a dispersão dos dados de alguns tratamentos não permitiu detectar diferenças significativas.



As barras representam o erro-padrão (n = 4).

Figura 5 - Altura de inserção da primeira vagem de soja em competição com plantas de buva.

A altura de inserção da primeira vagem é uma variável importante para determinar a regulação da altura da barra de corte da colhedora, obtendo assim a máxima eficiência da colhedora (MAUAD *et al.*, 2010). Para que não haja

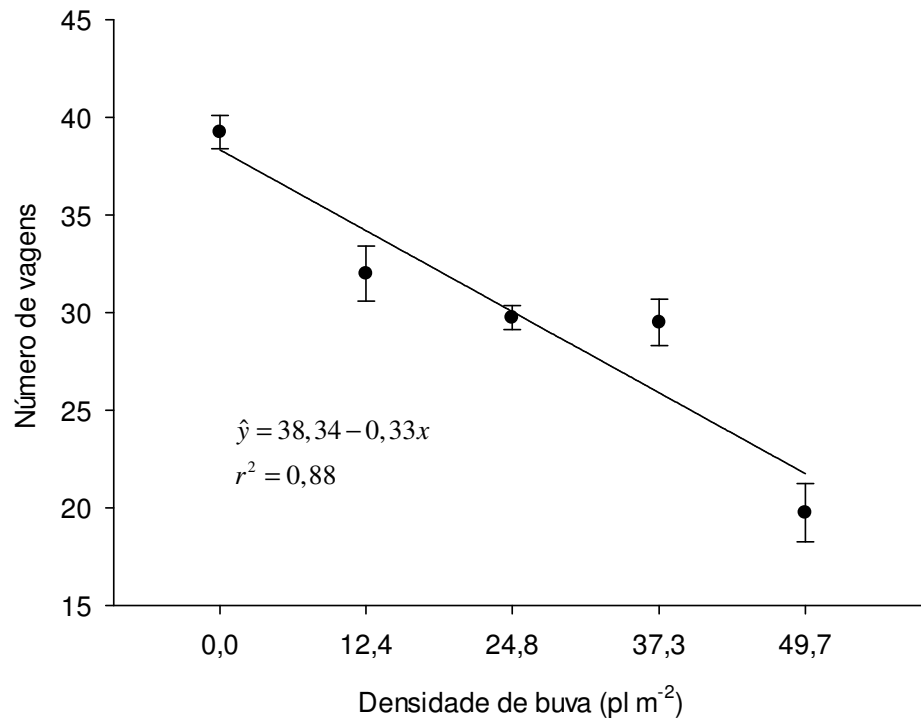
perdas na colheita, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 10 a 12 cm em solos planos e de 15 cm em solos declivosos (SEDIYAMA *et al.*, 1999).

A altura de inserção da primeira vagem da soja apresentou incremento com o aumento da densidade de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* (PAGNONCELLI *et al.*, 2017). Esses autores atribuíram essa resposta ao “escape à sombra” que a soja apresenta em resposta à diminuição da proporção da luz vermelha, em relação à luz vermelha-distante, causada pelo incremento na densidade populacional da corda-de-viola (GUNDEL *et al.*, 2014). Todavia, a buva, neste experimento, não provocou essa resposta para essa cultivar de soja.

No tocante à variável número de vagens, a soja em competição com 49,7 plantas m² de buva apresentou redução de cerca de 43% de vagens na planta, podendo causar impactos diretos na produtividade. Apenas a soja livre de buva mostrou maior número de vagens (Figura 6). A soja na presença de 12,4, 24,8 e 37,3 plantas m⁻² de buva teve redução no número de vagens de 11, 21 e 32%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Agostinetto *et al.* (2008), que constataram redução no número de vagens da soja de 11% na cv. BRS Estância, proporcionada pela convivência de 7 plantas m⁻² de *Conyza bonariensis*.

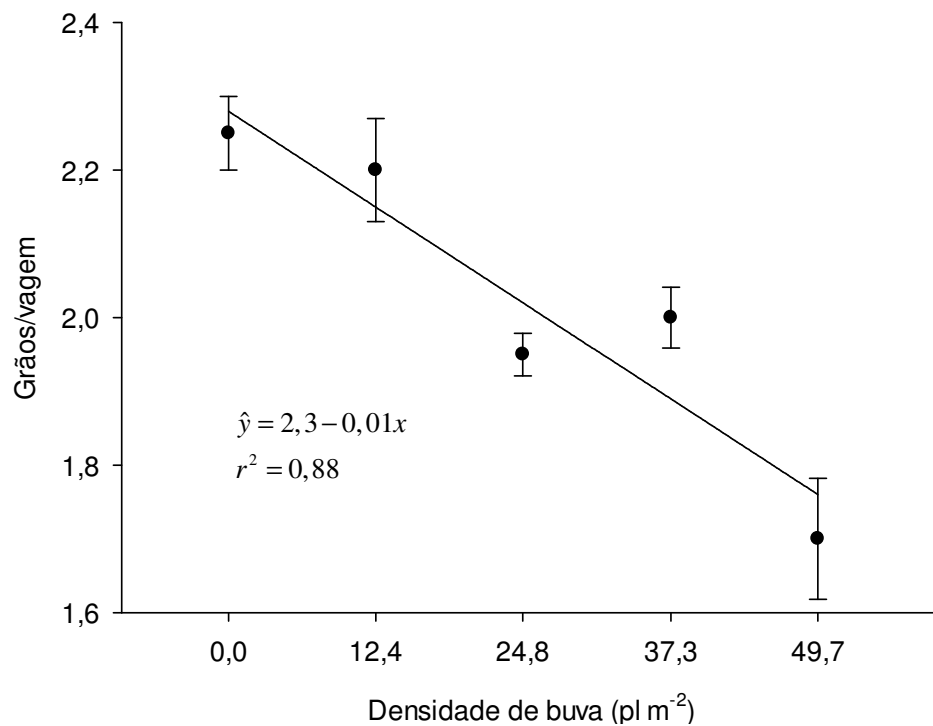
Assim como a buva, plantas de *Ipomoea* também reduziram o número de vagens por planta (PAGNONCELLI *et al.*, 2017). Isso pode ser explicado pelo fato de que a competição com plantas daninhas afeta a ramificação em plantas eudicotiledôneas (SILVA *et al.*, 2009), e a menor ramificação pode diminuir o número de flores por planta e, conseqüentemente, o número de vagens por planta (PAGNONCELLI *et al.*, 2017). O número de vagens é o componente de produção mais afetado pela interferência de plantas (GREEN-TRACEWICZ *et al.*, 2011) e o mais importante para explicar a produtividade das culturas (PAGNONCELLI *et al.*, 2017).

O número de grãos/vagem da planta de soja também apresentou comportamento linear negativo com o aumento da densidade de buva. A competição da soja com a buva nas densidades de 12,4, 24,8, 37,3 e 49,7 plantas m⁻² reduziu o número de grãos/vagem em 5, 11, 16 e 22%, respectivamente (Figura 7).



As barras representam o erro-padrão ($n = 4$).

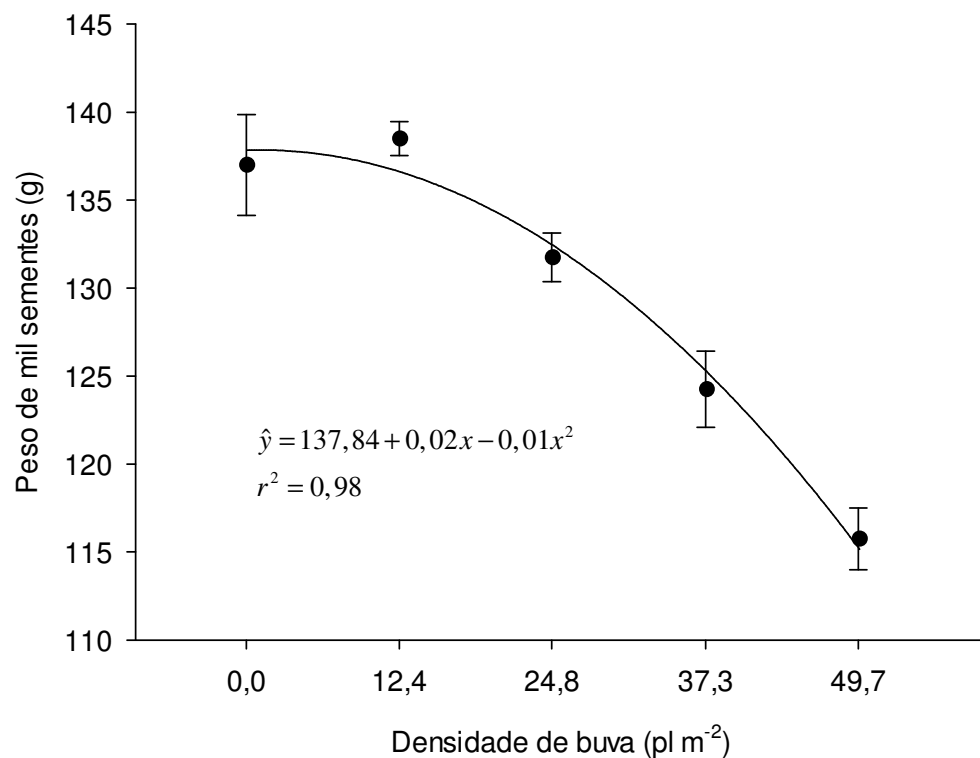
Figura 6 - Número de vagens da soja em competição com plantas de buva.



As barras representam o erro-padrão ($n = 4$).

Figura 7 - Número de grãos/vagem da soja em competição com plantas de buva.

O peso de mil sementes de soja também apresentou redução com o aumento da densidade de plantas de buva, todavia o comportamento foi quadrático (Figura 8). Val *et al.* (1971) afirmam que o peso de mil sementes não sofre variação com o aumento na densidade de plantas. Por outro lado, outros autores afirmam ter encontrado aumento dessa característica relacionado ao aumento da população de plantas (WEBER *et al.*, 1966). De fato, observa-se ligeira tendência de estímulo de maior peso de sementes quando a soja compete com a buva na densidade de 1 planta m⁻², mas em densidades superiores a essa há redução do peso de mil sementes (Figura 8).



As barras representam o erro-padrão (n = 4).

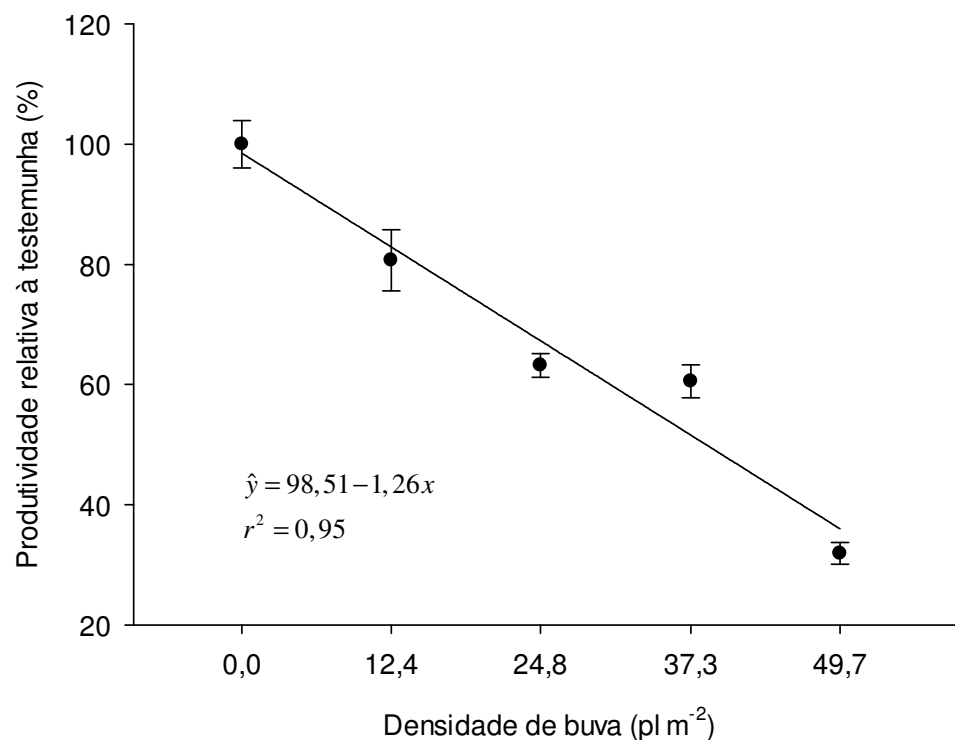
Figura 8 - Peso de mil sementes da soja em competição com plantas de buva.

O peso de mil sementes é uma característica determinada geneticamente, sendo influenciada por fatores ambientais (PANDEY; TORRIE, 1973). Em maiores densidades de buva, neste caso acima de 1 planta m⁻², a competição por recursos limitados se torna mais agressiva, influenciando a alocação dos fotoassimilados para os grãos e, conseqüentemente, reduzindo sua massa.

A produtividade estimada da soja mostrou comportamento linear negativo com o aumento da densidade de plantas de buva (Figura 9). A soja apresentou redução de cerca de 68% de produtividade convivendo com 49,7 plantas m⁻² de buva. Em convivência com 12,4, 24,8 e 37,3 plantas m⁻² de buva, a redução na produtividade foi de 19, 37 e 39%, respectivamente.

Considerando uma produtividade média de soja de 80 sacas/ha, a competição com 1 planta de buva por m² causa perda de 2,2 sacas ha⁻¹, se não for feito o controle.

A interferência da buva na produtividade da soja é dependente da cultivar. Trezzi et al. (2013) relataram perdas variando de 14 a 35% na produtividade da soja na densidade de 13,3 plantas m⁻² de buva. Entre as cultivares testadas por esses autores, a redução de produtividade da NK 7054 RR (redução de 25%) foi semelhante à da cultivar usada neste estudo na densidade de 12,4 plantas m⁻². A redução na produtividade pode ser devido principalmente à competição por luz provocada pelo aumento da densidade de plantas de buva (Figura 9).

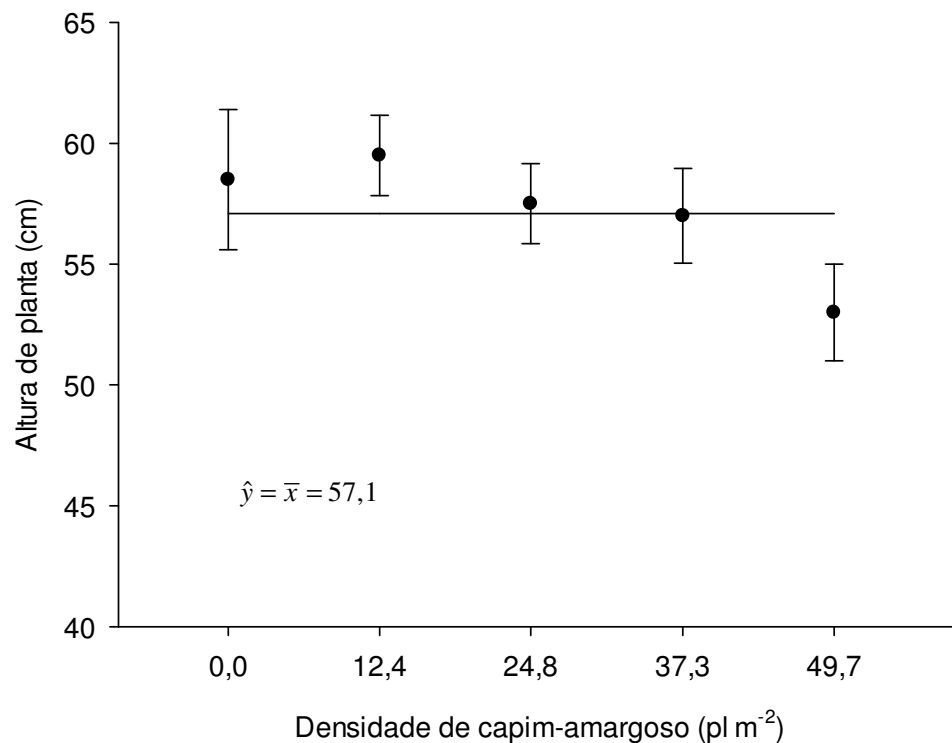


As barras representam o erro-padrão (n = 4).

Figura 9 - Produtividade da soja, em relação à testemunha, em competição com plantas de buva.

3.2 Interferência do capim-amargoso no crescimento, desenvolvimento e produtividade da soja

A altura da planta de soja não foi influenciada pelo capim-amargoso nas densidades testadas. Independentemente do número de plantas de capim-amargoso por área, a altura da planta de soja variou em torno de 57 cm (Figura 10).

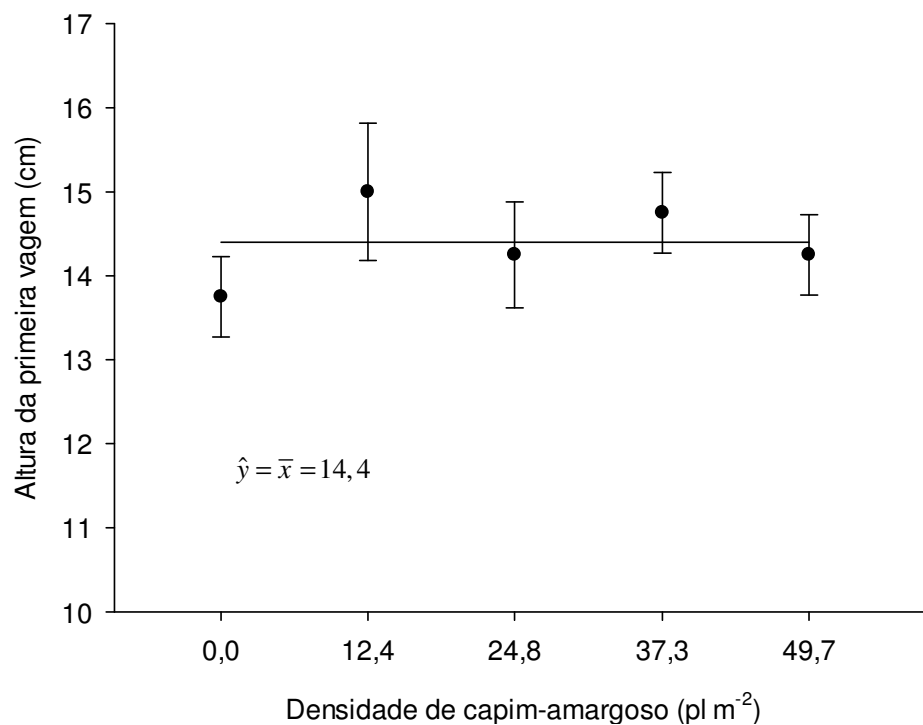


As barras representam o erro-padrão (n = 4).

Figura 10 - Altura da planta de soja no momento da colheita em competição com plantas de capim-amargoso.

Semelhante à altura da planta, a altura de inserção da primeira vagem de soja também não foi influenciada pelo capim-amargoso, e as alturas variaram em torno de 14,4 cm (Figura 11). Normalmente, o que se observa é uma tendência em aumentar a altura da planta e, conseqüentemente, aumentar a altura de inserção da primeira vagem quando a soja se encontra em competição com plantas daninhas, até uma determinada densidade de competição. Essa resposta se deve ao estímulo de a soja “escapar” do sombreamento imposto pela planta daninha (PAGNONCELLI *et al.*, 2017). Com o incremento da densidade,

a resposta passa a ser oposta, pois a planta daninha passa a exercer maior efeito competitivo com a cultura. No caso do capim-amargoso, não se observou tendência em aumentar ou reduzir essas duas variáveis (Figuras 10 e 11). Isso pode ser explicado pela época de condução deste experimento, onde as condições climáticas não foram propícias para o desenvolvimento do capim-amargoso (Figura 3).



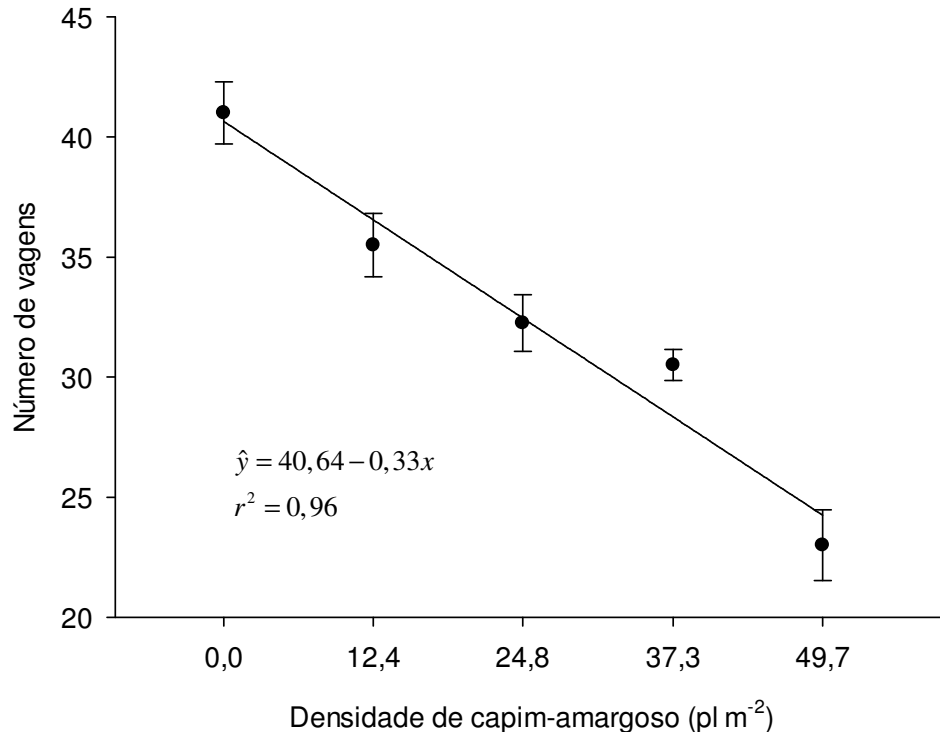
As barras representam o erro-padrão (n = 4).

Figura 11 - Altura de inserção da primeira vagem de soja em competição com plantas de capim-amargoso.

O número de vagens na planta de soja apresentou redução linear quando em competição com plantas de capim-amargoso. Na maior densidade (49,7 pl m⁻²) a redução do número de vagens foi de 40%. Nas densidades de 12,4, 24,8 e 37,3 pl m⁻² a redução do número de vagens foi de 10, 20 e 30%, respectivamente (Figura 12).

Ferreira (2019) também observou redução no número de vagens da soja em competição com capim-amargoso, sendo ainda mais severa que neste trabalho, com redução de 21,1% das vagens em convivência de 7 plantas m⁻². A convivência das culturas com as plantas daninhas pode comprometer o

desenvolvimento e as estruturas reprodutivas, resultando em menor produtividade (SILVA *et al.*, 2008).

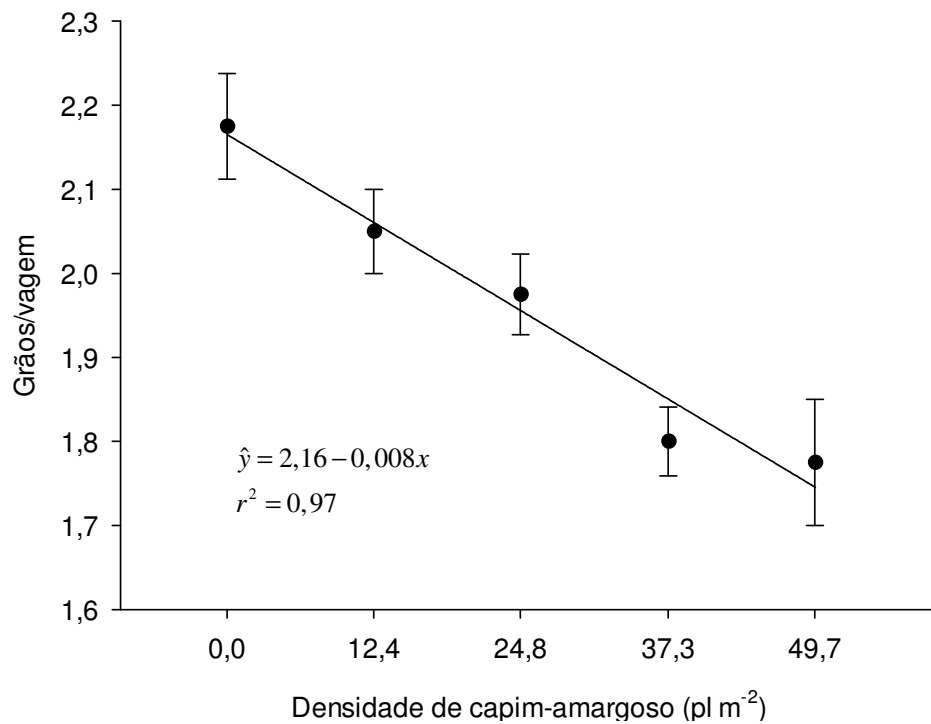


As barras representam o erro-padrão (n = 4).

Figura 12 - Número de vagens da soja em competição com plantas de capim-amargoso.

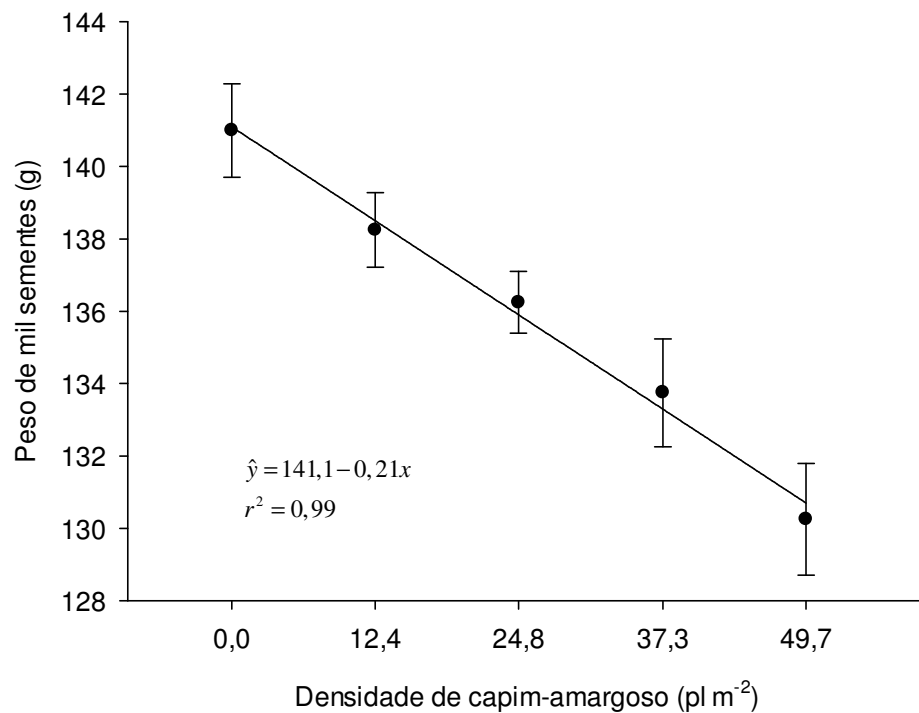
O número de grãos/vagem da soja teve redução linear quando em competição com o capim-amargoso. Na maior densidade (49,7 pl m⁻²) houve redução de 18,5%. Nas densidades de 12,4, 24,8 e 37,3 pl m⁻² a redução do número de grãos/vagem foi de 4,6, 9 e 14%, respectivamente (Figura 13).

O peso de mil sementes de soja também apresentou comportamento linear decrescente com o aumento da densidade de plantas de capim-amargoso. A maior densidade de capim-amargoso (49,7 pl m⁻²) reduziu em cerca de 7% o peso das sementes. Quando havia 12,4, 24,8 e 37,3 pl m⁻² de capim-amargoso, a redução do peso de mil sementes foi em torno de 2, 4 e 5,5%, respectivamente (Figura 14).



As barras representam o erro-padrão ($n = 4$).

Figura 13 - Número de grãos/vagem da soja em competição com plantas de capim-amargoso.

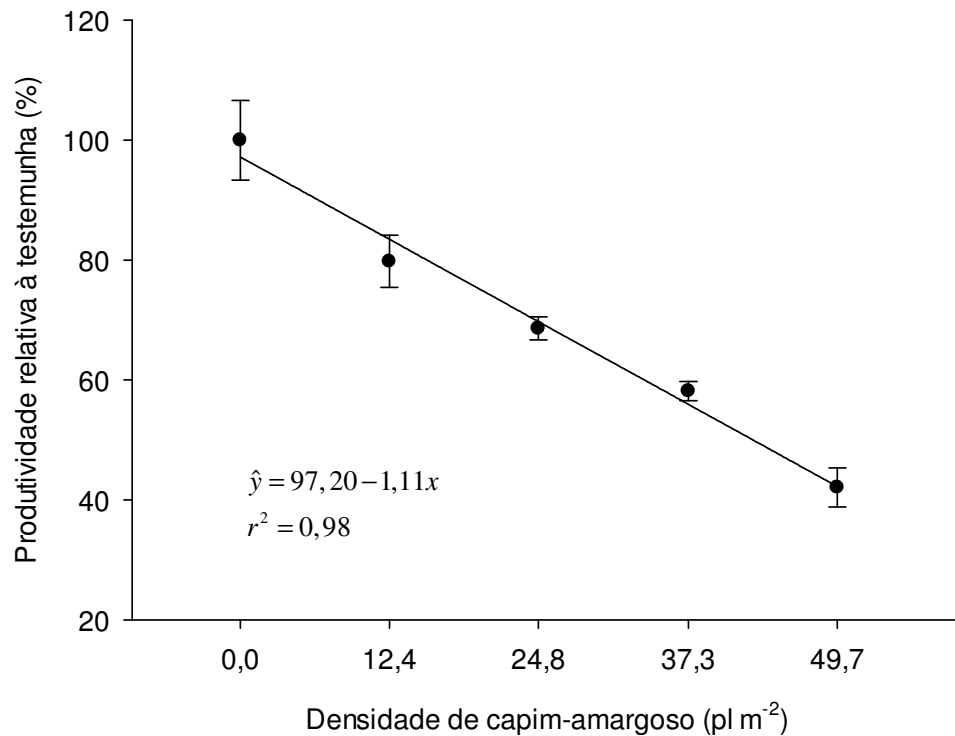


As barras representam o erro-padrão ($n = 4$).

Figura 14 - Peso de mil sementes da soja em competição com plantas de capim-amargoso.

A formação de vagens pode ser prejudicada pela limitação de fotoassimilados, o que pode limitar fisicamente o tamanho do grão (EGLI *et al.*, 1987). Assim, a redução do peso de mil sementes em altas densidades de capim-amargoso pode ser explicada pela competição, principalmente por luz.

A produtividade estimada da soja mostrou comportamento linear negativo com o aumento da densidade do capim-amargoso (Figura 15). A soja apresentou redução de cerca de 58% de produtividade convivendo com 49,7 plantas m⁻² de capim-amargoso. Em convivência com 12,4, 24,8 e 37,3 plantas m⁻² de capim-amargoso, a redução na produtividade foi de 20, 31 e 42%, respectivamente.



As barras representam o erro-padrão (n = 4).

Figura 15 - Produtividade da soja, em relação à testemunha, em competição com plantas de capim-amargoso.

Esses resultados são semelhantes aos observados em outros trabalhos. Gazziero *et al.* (2012) constataram perdas de até 44% na produtividade da soja na densidade de até 8 plantas m⁻², representando perda de 25 sacas ha⁻¹.

Considerando uma produtividade média de soja de 80 sacas ha⁻¹, a competição com 1 planta de capim-amargoso por m² causa perda de 3,13 sacas ha⁻¹, se não for feito o controle

A relação inversa entre densidade de capim-amargoso e produtividade da soja pode ser explicada pela competição por luz exercida por essa planta daninha. Menor intensidade luminosa interceptada pela soja acarreta menor produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, menor número de vagens e menor enchimento de grãos, o que afeta diretamente a produtividade da soja (PAGNONCELLI *et al.*, 2017).

3.3 Interferência da buva e do capim-amargoso no acúmulo de nutrientes em plantas de soja

O teor nutricional da soja foi influenciado negativamente para alguns macro e micronutrientes em competição com buva e capim-amargoso. Entre os macronutrientes, nitrogênio e fósforo apresentaram variação entre os tratamentos. A soja em convivência com 37,3 pl m⁻² de buva teve redução dos teores de nitrogênio e fósforo em 9 e 18%, respectivamente. Já em competição com o capim-amargoso, as médias não diferiram da testemunha (soja solteira). Os teores de potássio, cálcio, magnésio e enxofre da soja não foram afetados pela competição com a buva e o capim-amargoso (Tabela 1).

Tabela 1 - Teores dos macronutrientes na planta de soja solteira e em competição com três plantas de buva e de capim-amargoso por vaso

Tratamento	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S
	(g kg ⁻¹)					
soja	66,70 a	2,45 a	23,50 a	13,00 A	2,15 a	2,55 a
soja + capim-amargoso	61,95 ab	2,25 ab	21,00 a	11,85 A	2,15 a	2,33 a
soja + buva	60,75 b	2,00 b	18,00 a	10,00 A	2,05 a	2,35 a
CV (%)	4,2	8,8	18,6	21,4	4,5	7,2

* Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Os teores de micronutrientes da soja influenciados pela buva foram o cobre, ferro, manganês e boro, com redução de 14, 8, 14 e 21%, respectivamente. Já o capim-amargoso (37,3 pl m⁻²) influenciou apenas o teor de ferro da soja, reduzindo-o em 3% (Tabela 2).

Tabela 2 - Teores dos micronutrientes na planta de soja solteira e em competição com três plantas de buva e de capim-amargoso por vaso

Tratamento	Micronutrientes				
	Cu ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	B
	(mg kg ⁻¹)				
soja	10,38 ab	71,18 a	29,13 a	35,13 a	18,03 a
soja + capim-amargoso	11,43 a	69,15 b	29,2 a	35,38 a	17,40 a
soja + buva	8,93 b	65,75 c	25,15 b	31,1 a	14,23 b
CV (%)	10,7	1,3	5,8	7,9	8,3

* Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ao contrário do resultado encontrado neste trabalho, Ferreira (2019) relatou redução de N, P e K à medida que houve aumento das densidades de capim-amargoso, na ordem de 31,7, 26,5 e 26,8%, respectivamente, em competição com 28 pl m⁻² de capim-amargoso. Carvalho *et al.* (2013) também constataram redução desses nutrientes nas folhas de cafeeiro submetido à competição com capim-amargoso.

A possível explicação para o fato de o capim-amargoso não ter influenciado os teores dos macronutrientes é a época de condução deste experimento. A redução da temperatura (Figura 1) dificultou o desenvolvimento dessa planta daninha em razão de apresentar metabolismo C₄, que é muito exigente em temperaturas altas. Por outro lado, a buva afetou os teores de N, P e K na soja, pois as condições climáticas eram mais favoráveis a essa espécie de metabolismo fisiológico C₃.

A competição por plantas de buva pelos nutrientes foi mais forte que a de capim-amargoso. Esses resultados explicam o motivo de as análises de componentes de produção terem sido tão influenciadas pela competição com as plantas daninhas, especialmente a buva. O nitrogênio e o fósforo são elementos diretamente relacionados com a fotossíntese, e a redução desses nutrientes compromete o crescimento e desenvolvimento das plantas, com o não direcionamento adequado de fotoassimilados aos seus órgãos reprodutivos. Além desses elementos, o boro é relatado na literatura como um dos nutrientes mais limitantes à produtividade da soja (SANTOS *et al.*, 2008), com menor teor desse nutriente em convivência com buva (Tabela 2).

4 CONCLUSÕES

Incrementos na densidade de buva e capim-amargoso influenciam negativamente no crescimento e nos componentes de produção da soja. Ademais, a competição da buva com a soja interfere com maior intensidade, em relação ao capim-amargoso, na redução do acúmulo dos teores dos principais nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento dessa leguminosa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre as plantas daninhas responsáveis por grandes prejuízos na cultura da soja, destacam-se a buva (*Conyza bonariensis*) e o capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Há relação negativa entre incremento da densidade dessas espécies convivendo com a soja e variáveis de crescimento e de componentes de produção da soja. Nas diversas regiões produtoras de soja do Brasil já existem biótipos dessas espécies resistentes ao glyphosate. Estes biótipos, quando presentes nas lavouras, são difícil de controle e oneram de modo significativo o custo de controle de produção da soja.

Atualmente o controle da buva e do capim-amargoso, nas diferentes culturas de importância econômica do Brasil, tem sido realizado apenas com uso de herbicidas, o que tem promovido o uso indiscriminado destes, resultando conseqüentemente em sérios problemas quanto à sustentabilidade econômica e ambiental do sistema produtivo. Em razão disso, devem ser de alta prioridade estudos sobre o manejo integrado da buva e do capim-amargoso nas diferentes culturas de importância econômica do Brasil.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; SCHAEGLER, C.E. *et al.* Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 26, p. 271-278, 2008.

BALLARÉ, C.L.; SCOPEL, A.L.; SÁNCHEZ, R.A. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. **Science**, v. 247, p. 329-331, 1990.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, 2000. p.1- 18.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 1-6.

CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; BIANCO, S. Sourgrass densities affecting the initial growth and macronutrient content of coffee plants. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 109-115, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB.

Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v. 23, p. 4, 2000.

EGLI, D. B.; WIRALAGA, R. A.; BUSTAMAM, T. *et al.* Time of flower opening and seed mass ins soybean. **Agronomy Journal**, v. 79, n. 4, p. 697-700, 1987.

FERREIRA, S. D. **Resistência ao glifosato em biótipos de *Digitaria insularis* e nível de dano econômico em soja e milho**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera–Centro Científico Conhecer**, Goiânia-GO, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

GAZZIERO, D. L. P. Manejo de plantas daninhas na cultura da soja. In: CARVALHO, J. A.; CORREIA, N. M. (Ed.). **Manejo de plantas daninhas nas culturas da soja e do milho**. Uberlândia: UFU, 1998. p. 8-34

GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; FORNAROLLI, D. *et al.* Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBCPD, 2012. 6 p. (Embrapa Soja-Artigo em Anais de Congresso - ALICE).

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. **Glifosate e a soja transgênica**. [S.l.]: Embrapa Soja, 2008. (Circular Técnica - INFOTECA-E)

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. *et al.* Interferência da buva em áreas cultivadas com soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 1555-1558. 1 CD-ROM. CBCPD. (Embrapa Soja-Artigo em Anais de Congresso - ALICE).

GREEN-TRACEWICZ, E.; PAGE, E. R.; SWANTON, C. J. Shade avoidance in soybean reduces branching and increases plant-to-plant variability in biomass and yield per plant. **Weed Science**, v. 59, p. 43-49, 2011.

GUNDEL, P. E.; PIERIK, R.; MOMMER, L. *et al.* Competing neighbors: light perception and root function. **Oecologia**, v. 176, p. 1-10, 2014.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. p. 675-678. Tomo I.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. v. 2, 978 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. [S.l.]: Plantarum, 2014. 384 p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. [S.l.]: Plantarum, 2000. 608 p.

LUCIO, F. R.; KALSING, A.; ADEGAS, F. S. *et al.* Dispersal and frequency of glyphosate-resistant and glyphosate-tolerant weeds in soybean-producing edaphoclimatic microregions in Brazil. **Weed Technology**, v. 33, n. 1, p. 217-231, 2019.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I. *et al.* Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

- PAGNONCELLI, F. B.; TREZZI, M. M.; BRUM, B. *et al.* Morning glory species interference on the development and yield of soybeans. **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 4, 2017.
- PANDEY, J. P.; TORRI, E. J. H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean *Glycine max* (L) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 13, n. 5, p. 505-507, 1973.
- PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **Boletim informativo - IPEF**, v. 4, n. 12, p. 25-35, 1987.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. *et al.* Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.
- SANTOS, J. B.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A. *et al.* Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 147-153, 2003.
- SANTOS, F. C.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. *et al.* Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 2015-2025, 2008,
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 478-533.
- SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G. *et al.* Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.
- SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I. *et al.* Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 75-84, 2009.
- SILVA, D. R. O.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. *et al.* Competitive ability, secondary metabolism changes and cellular damage in soybean competing with *Conyza bonariensis* glyphosate-resistant and susceptible to glyphosate. **Planta Daninha**, v. 32, p. 579-589, 2014a.
- SILVA, D. R. O.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D. *et al.* Glyphosate-resistant hairy fleabane competition in RR soybean. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p.451-457, 2014b.

TREZZI, M. M.; BALBINOT Jr., A. A.; BENIN, G. *et al.* Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyza bonariensis*). **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 543-550, 2013.

VAL, W. M. C.; BRANDÃO, S. S.; GALVÃO, J. D. *et al.* Efeito do espaçamento entre fileiras e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características agronômicas da soja (*Glycine max*). **Experimentiae**, v. 12, n. 12, p. 431-475, 1971.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P. **Manejo de buva resistente ao glifosato**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 16 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 91).

VENCATO, A. Z. **Anuário brasileiro da soja**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2010. p. 144.

WEBER, C. R.; SHIBLES, R. M.; BYTH, D. E. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. **Agronomy Journal**, v. 58, n. 1, p. 99-102, 1966.