

Organic methods of control of the invasive plant *Cyperus rotundus* L. in culture of *Lactuca sativa* L. (mimosa var) in an ecological agrosystem[#]

René Aduan Júnior*
André Luís Melato*
Yan Bento Valverde*
Ilka Schincariol Vercellino*

9

Abstract

Nut sedge is a weed that releases allelopathic substances in the environment that damage cultivars. This plant is difficult to control and eradicate, causing quantitative and qualitative reductions in the world production of several economically valuable species, among them is roman lettuce (var. mimosa). The objective of this study was to evaluate and compare three biological treatments of lettuce control in an organic agrosystem, determining among them the highest yield of lettuce. The experiment tested the treatments in lettuce cultivation in a consortium with jack beans, sage and soil cover by eucalyptus sawdust. Three replicates were made of each treatment (n=3), and named as C1 (control), C2 (jack beans), C3 (sage) and C4 (sawdust). Ten individuals of lettuce and nut sedge were planted in each plot, and in the C2 and C3 treatments 10 individuals of jack beans and sage were planted, respectively. The quantitative data of all plants, temperature, pH and humidity were measured weekly. After 44 days of the experiment, the lettuce samples were collected and taken to laboratory incubators for drying at $\pm 60^{\circ}\text{C}$, obtaining the dry mass. In the C1 (control) treatments there was a growth of 566% of the nut sedge population, in C2 (pork bean) a population increase of 393% and in C3 (sage) a 443% increase of the population. In the C4 plots, where the eucalyptus sawdust cover was used, there was a 64% reduction of the invasive plant. It was concluded that the best method was to cover with eucalyptus sawdust, by reducing the nut sedge population with higher yield of lettuce biomass.

Keywords: Allelopathy. Lettuce. Nut sedge.

INTRODUCTION

Organic agrosystems are characterized by their ecologically balanced and stable production and combine the management of natural resources with the use of modern production technologies. Any artificial method, such as the use of agrochemicals, soluble chemical fertilizers, hormones,

transgenic seeds, plant regulators, irradiations and any kind of chemical additive are excluded from this process. These systems are known to be ecologically efficient because they minimally impact the use of renewable and non-renewable resources, with a balance in energy use and conservation

DOI: 10.15343/0104-7809.20194301009024

*Centro Universitário São Camilo, São Paulo – SP, Brazil.

E-mail: reneaduanjunior@hotmail.com

[#]Awarded work at the III Multiprofessional Congress, Centro Universitário São Camilo - 2018.



of energy¹.

In relation to the factors that cause abrupt reductions in the productivity of the plants cultivated in the agrosystems, it is now known that one of the main responsible ones is the allelopathy caused, often, by invasive plants².

Allelopathy is defined as a chemical-ecological phenomenon, in which plants produce and release into the environment secondary metabolites characterized as allelochemicals, whose function is to inhibit or stimulate the development of other plants³, characterizing a form of interspecific interaction. The production of allelochemicals is a defense mechanism, through which the plant seeks a competitive advantage over other species, and may have effects against diseases, insects and invasive plants. This interaction is important for the survival of species in the ecosystem⁴.

The nut sedge (*Cyperus rotundus* L.), the target plant of this study and belonging to the family Cyperaceae, is the main example of an allelopathic weed that predominates in the various forms of culture in organic and conventional agrosystems⁵.

Known in Brazil as purple nutsedge⁶, *C. rotundus* L. is a perennial herbaceous, which is multiplied by seeds and vegetatively from rhizomes, bulbs and subterranean tubers. Populations of this plant are found in practically all countries of tropical or subtropical climate, and even in temperate regions⁵ and interfere in agrosystems of more than 90 countries⁷. In Brazil it can be found within the whole territory and in all types of soils, climates and crops. It is a plant that is difficult to control and eradicate⁸ because it is aggressive and of widely adaptive to diverse agricultural environments, provoking quantitative and qualitative reductions in the world production of the main economically valuable plant species⁹.

The objective of this study was to compare the efficiency of the allelopathic potentials of the companion plant species *Canavalia ensiformis* D.C. (jack beans) and *Salvia officinalis* L. (sage) and suppression of light by eucalyptus sawdust as organic methods of control of the invasive herb *Cyperus rotundus*

L. aiming at the best yield of the *Lactuca sativa* L. culture in an ecological agrosystem.

MATERIALS AND METHODS

The field experiment was conducted in the period from March 15, 2017 to April 25, 2017, at the Santa Cecília farm, a private property located in the city of Porto Feliz, SP, latitude 23°17'58.7"S, longitude 47°28'34.9"W and an altitude of 523m.

The "mixed soil" used in the experiment was prepared containing 40% sifted red earth mixed with 60% organic compost, which was prepared from the mixture of filter cake (cane bagasse), cattle and avian manure, ground cereal residues, boiler ash, fermented fruit juice (moisture) and corrected with 1% limestone, resulting in physical-chemical properties: N= 0.29%; P₂O₅= 1.92%; K₂O= 0.34%; Ca = 1.97%; Mg = 0.3%; S₀ = 0.01%; Humidity= 17.52%; MO= 28.68%; pH and CaCl₂= 7.2.

The preparation was fermented in lees for 2 months and sieved, aiming, preferably, at planting cultivars such mimosa lettuce (salad bowl).

The treatments tested were distributed circularly, containing 12 rectangular plots measuring individually 2 m in length, 1 m in width and 30 cm in depth of the base. The delimitation of these plots was made with reforestation wood of *Pinus* sp. and formatted with boards 2 m long by 1 m wide by 0.30 m deep, which were fitted with 2 cm of edging, being nailed laterally to form rectangular boxes.

The 12 plots were divided and randomly allotted into 4 treatments of 3 replications (n=3) distributed side by side, with an angle of 30° between them, according to figure 1.

The experiment tested the treatments on lettuce cultivation in a consortium with jack

beans, sage and soil covered by eucalyptus sawdust, and were designated as C1 (control), C2 (jack bean), C3 (sage) and C4 (sawdust). Ten individuals of lettuce and nut sedge were planted in each plot, and in the C2 and C3 treatments, 10 individuals of jack beans and sage beans were planted, respectively.

The transplanting of the seedlings to the experimental plots was carried out manually and individually. Sage seedlings were purchased at CEAGESP, with a 2-month shoot developed, averaging 10 cm in height at the base of the stem.

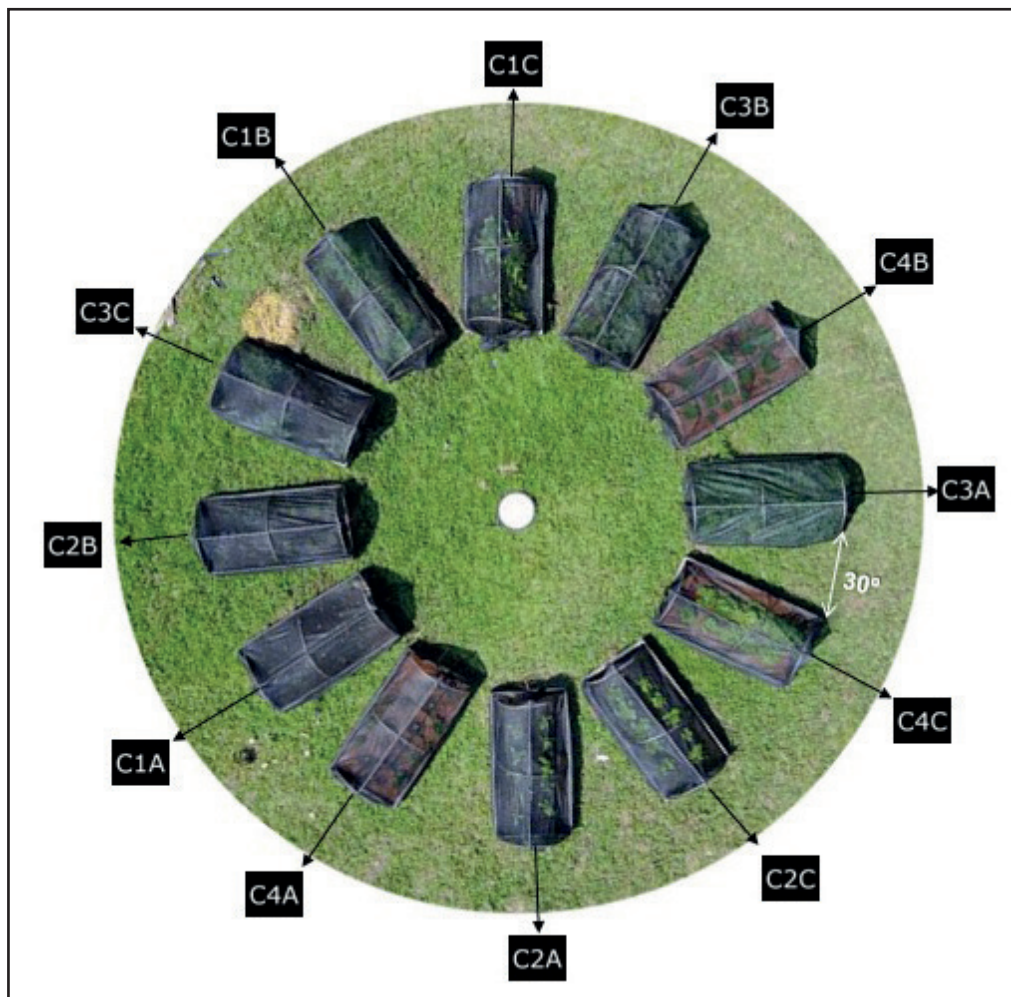
The nut sedge seedlings were removed from a natural area near the experiment site.

These seedlings were without flowers, containing a root tuber and the shoot approximately 10 cm high from the base of the stem.

The seeds of jack beans (brand Pirajaí Sementes) were planted directly in the soil.

After planting, the plots were covered with a black "sombrite" type screen, with 50% shading, closing and isolating the planting area at a maximum height of 1 m from the basal surface of the plots.

Figure 1 – Aerial photograph of the layout of the plots in the experimental area, identified as described above, Porto Feliz-SP, March/April 2017.



The plots were irrigated daily, during all weeks of the experiment, for 1h and 30 minutes with equipment calibrated and sized for 5 liters of water per plot (1 square meter), in the morning (at 6:00 am) and afternoon (at 6:00 pm). Irrigation was performed using the digital irrigation timer of the Gardena brand's Irrigation Water Computer FlexControl (1883).

The water used was extracted from a local artesian well (120 meters deep), with a pH between 6.5 and 7.0, and received no chemical treatment. The average pH of the soil (analog pH meter model XM3F, Save Plant brand), temperature averages and maximum and minimum humidity (Digital Thermo-Hygrometer model 7429 TFA - Incoterm brand) were measured during the whole experimental period.

The number of individuals of the nut sedge target plant, the lettuce plant, the invasive species and the jack beans and sage companion species were also counted and recorded. The invasive species were systematically removed from the plots every week by the manual removal.

The entire experimental procedure as well as the weekly development of the plants were recorded with a D60 Nikon digital camera. The images were used as visual reference and control in the period. After 44 days of planting, lettuce individuals were harvested manually,

cut at the base of the stem.

Immediately after harvesting, the lettuce was washed in a tank of cold water, dried with absorbent paper and weighed in a 1-gram precision scale (digital scale, model SF-400, CE brand) to obtain fresh mass.

This fresh material was stored in individual plastic bags and kept refrigerated at 5°C and transported to the processing site.

The lettuce was dried in the laboratory.

The material was chopped, enveloped, identified and conditioned in perforated kraft paper bags 50 cm by 25 cm in size, 75 g in the weight and taken to the greenhouses with hot air convection at 58°C, for a period of 114 hrs, in which the "dry mass" was established. The bags were removed from the greenhouses and packed in glass desiccators for 10 minutes prior to weighing for cooling.

The individual dry content was weighed in a precision scale of 0.01 grams (Marte AS2000C model).

With the data obtained from the lettuce dry mass, the means and standard deviation were calculated with the Excel program. They were also submitted to analysis of variance (ANOVA) and their means were compared by the Kruskal-Wallis and Tukey test using the Past 3.0 program. For the analysis of the numerical sample of nut sedges the paired Student-T was performed.

RESULTS

The average dry matter yield of *L. sativa* in each experimental plot is shown in table 2. In the C2 treatment, the average dry mass was 81.47 g, which is still lower than that observed in the control plot. As seen in the C3 treatment plots, the mean dry mass, which totaled 114.09 g, was lower than that collected in the control and C4 treatment plots, however it surpassed the C2 treatment. In the control plots, the average of 119.14 g of lettuce was observed. In the C4 treatment, the average dry mass

yield was 137.21 g, which was the highest in comparison to the data observed in the control plots and in the other treatments (table 1).

The mean dry mass of *L. sativa* between each plot can be observed in figure 2. In this figure it is possible to observe a statistical advantage in the lettuce dry mass yield in the C4 plots in relation to the other treatments and the control plots.

In relation to the *C. rotundus* population growth rates in each plot, according to the data

shown in table 2, the population growth of *C. rotundus* in the control plots was 556.66%, an approximate increase of 4.5 times the initial number of propagules. A population increase of 443.33% in the C3 treatment was observed, which is equivalent to an approximate increase of 3.5 times the number of propagules. This is the second largest among the other treatments and the control plots. Treatment C2 presented a total increase of 393.33%, being inferior compared to the control, with an increase of approximately 3 times the initial number of propagules. However, the C4 seedlings presented a 64% reduction, that is, approximately two thirds of the *C. rotundus* L. population from the individuals previously introduced at the beginning of the experiment (table 2).

In figure 3, it is possible to observe the relationship between the population growth of the nut sedge and the biomass gain of the lettuce. As can be verified, the control plots showed the greatest population growth of the weed, but the third largest gain of lettuce dry mass.

In the C2 treatment plots, there was an increase in the number of individuals of nut sedge in relation to the initial number of individuals planted, but lower than that seen in the control and C3 treatment plots. However, the dry mass index of lettuce was lower than that of all the other plots (figure 3).

Observing the data obtained in the C3 treatment, the lettuce dry matter yield and the *C. rotundus* population growth were superior in relation to the control and C2 treatment plots. Comparing with the data obtained in the C4 treatment, the lettuce dry matter yield was lower and, the number of individuals of nut sedge was higher (figure 3).

According to the data collected in the C4 treatment plots, in addition to the gain of lettuce dry mass, it was observed that there was a decrease in the nut sedge population in relation to the initial number of individuals planted.

Compared to the other plots, the C4 treatment plants showed the highest yield of lettuce biomass and the lowest population of nut sedge (Figure 3).

Table 1 – Dry mass of each individual of *L. sativa*, total sum in each experimental plot and average per treatment (g), Porto Feliz -SP, March/April 2017.

| Individual | C1A | C1B | C1C | C2A | C2B | C2C | C3A | C3B | C3C | C4A | C4B | C4C |
|-------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 14.49 | 8.83 | 13.62 | 8.91 | 3.84 | 7.48 | 4.59 | 5.09 | 9.65 | 10.01 | 4.85 | 2.78 |
| 2 | 14.04 | 9.99 | 8.84 | 9.12 | 12.49 | 4.80 | 8.91 | 10.97 | 13.64 | 11.79 | 14.64 | 32.84 |
| 3 | 9.18 | 6.17 | 7.01 | 8.35 | 5.39 | 6.63 | 6.61 | 8.27 | 9.40 | 9.19 | 6.47 | 6.40 |
| 4 | 8.23 | 10.14 | 10.77 | 6.23 | 7.61 | 7.34 | 10.66 | 8.52 | 11.82 | 14.36 | 17.78 | 15.56 |
| 5 | 10.15 | 11.68 | 9.58 | 12.86 | 21.85 | 7.18 | 4.98 | 18.18 | 28.80 | 12.07 | 10.70 | 12.34 |
| 6 | 12.91 | 14.92 | 10.96 | 6.23 | 8.55 | 3.99 | 10.71 | 6.20 | 22.49 | 7.69 | 19.53 | 14.35 |
| 7 | 9.64 | 10.09 | 11.05 | 9.29 | 8.85 | 4.94 | 7.38 | 10.92 | 10.54 | 11.14 | 18.55 | 12.96 |
| 8 | 29.94 | 17.79 | 10.62 | 9.30 | 4.98 | 6.28 | 10.15 | 8.06 | 16.55 | 9.98 | 9.83 | 12.07 |
| 9 | 6.64 | 12.58 | 16.07 | 9.57 | 9.53 | 8.02 | 10.27 | 11.28 | 14.59 | 13.97 | 11.91 | 48.94 |
| 10 | 10.45 | 15.53 | 15.59 | 8.38 | 7.65 | 8.85 | 17.73 | 12.64 | 12.74 | 10.36 | 14.35 | 14.28 |
| Sum | 125.65 | 117.70 | 114.09 | 88.22 | 90.72 | 65.49 | 91.97 | 100.11 | 150.20 | 110.54 | 128.59 | 172.50 |
| Treatment Average | | 11.91 | | | 8.15 | | | 11.41 | | | 13.72 | |
| | | C1 | | | C2 | | | C3 | | | C4 | |

Figure 2 – Average dry mass of *L. sativa* per treatment (g), Porto Feliz-SP, March/April 2017.

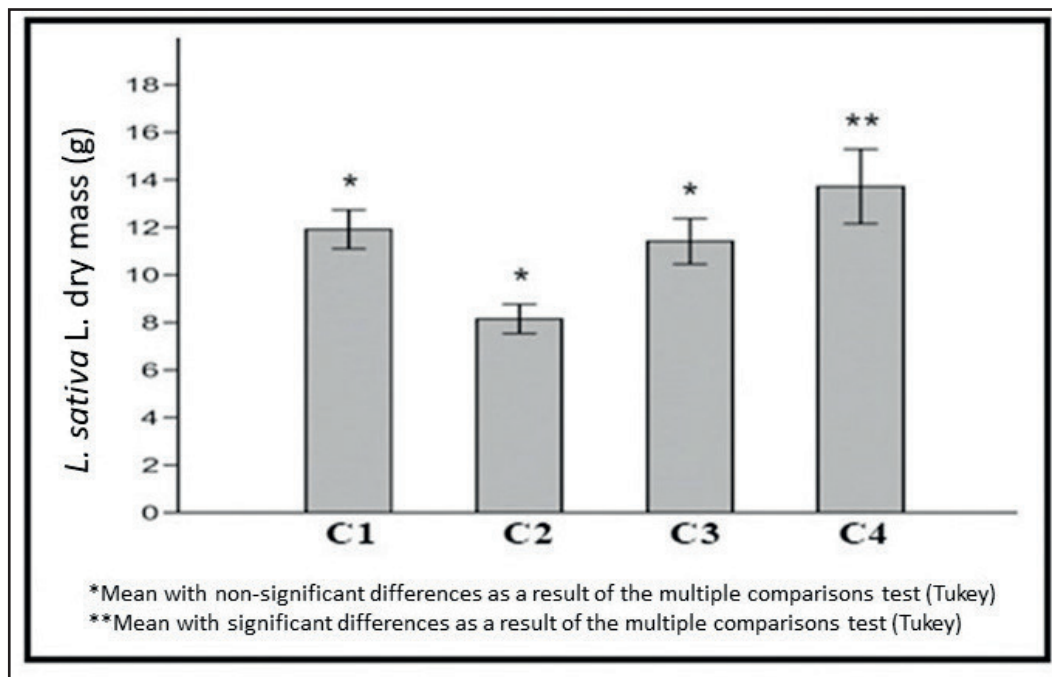
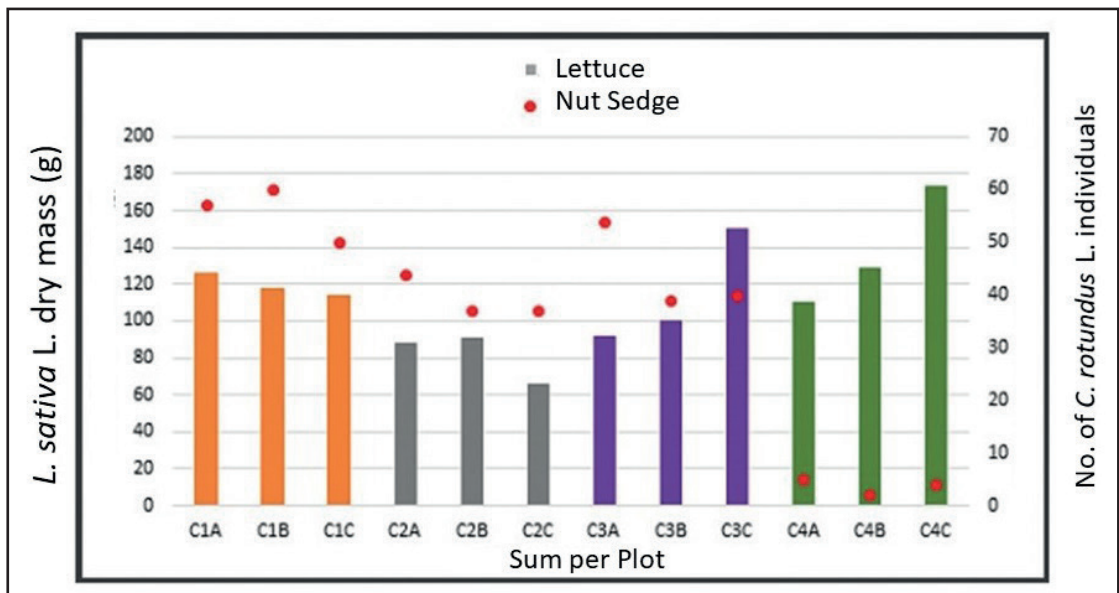


Table 2 – Initial and final population count of *C. rotundus* individuals in each plot and percentage of growth in each replica of the same treatment, Porto Feliz - SP, March/April 2017.

| Plot | Initial Number | Final Number | Average Growth (%) |
|------|----------------|--------------|--------------------|
| C1A | 10 | 57 | |
| C1B | 10 | 60 | 566% |
| C1C | 10 | 50 | |
| C2A | 10 | 44 | |
| C2B | 10 | 37 | 393% |
| C2C | 10 | 37 | |
| C3A | 10 | 54 | |
| C3B | 10 | 39 | 443% |
| C3C | 10 | 40 | |
| C4A | 10 | 5 | |
| C4B | 10 | 2 | -64% |
| C4C | 10 | 4 | |

Figure 3 – Relationship between the population variance of *C. rotundus* (nut sedge) and dry mass yield of *L. sativa* (lettuce) at each plot, Porto Feliz - SP, March/April 2017.



DISCUSSION

According to Primavesi¹⁰, jack beans, together with maize, have a positive effect on the control of weeds by suppressing light, providing a good growth to the main crop.

In the case of the present experiment, in the treatment C2, besides the weed, the main culture was also affected by the partial suppression of light caused by the jack bean, damaging part of the biomass acquisition of the main plant.

A study carried out by Pereira, Vidal and Resende¹¹ evaluated the germination rate and development of *L. sativa* L. individuals in cultivation with several aromatic plants, including *S. officinalis* L. In this work, the lettuce was submitted to eleven treatments with different aromatic plants, containing one species of aromatic plant per experimental plot in consortium with lettuce and, among these treatments, sage cultivation generated the third lowest fresh mass and dry mass, and the second lowest shoot length average of lettuce individuals evaluated. In addition to the

allelopathic potential of sage, it has also been described in the literature that lettuce is one of the species most susceptible to allelopathic compounds and is used as a reference in studies of this nature¹².

In the C4 treatment, the average dry mass collected totaled 13.72 g (table 1), which was the highest among what was observed in the control plots and in the other treatments, which refutes a study carried out in Spain, in which residues of *Eucalyptus globulus* Labill inhibited lettuce growth and development, and the corresponding allelopathic effect occurred mainly due to phenolic compounds¹³.

According to Lorenzi¹⁴, vegetables such as jack beans (*C. ensiformes* L.) exert a strong inhibitory action on weeds not only because of their allelopathic potential but also because of their ability to suppress light suppression due to their voluminous foliar growth.

According to a later study by Lorenzi¹⁵, weeds compromise about 30 to 40% of crop production in tropical regions of the world. In

relation to the control of infestation of invasive plants, the dead vegetation cover modifies the conditions in which its seeds germinate and the seedlings develop by hindering their sprouting

due to the suppression of light, less thermal amplitude of the soil between day and night, release of allelopathic substances and by the physical barrier imposed by the straw¹⁶.

CONCLUSION

Based on the analysis of the results obtained in the present work, it was concluded that the treatment with eucalyptus sawdust (C4) was the most efficient in controlling the competitive effects of *Cyperus rotundus*, in the development

of lettuce (*L. sativa*).

According to the results, the C4 treatment was the only one to show a significant difference in the total biomass of *L. sativa*, surpassing the results obtained in the other treatments.

REFERENCES

1. Darolt M. Guia do Produtor Orgânico: Como Produzir Alimentos de Forma Ecológica. Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, Rio de Janeiro, 2005. 92 p.
2. Almeida FS. A alelopatia e as plantas. Londrina: IAPAR (Circular, 53), 1988. 60 p.
3. Cruz-Silva CTA, et al. Allelopathy of *Bidens sulphurea* L. aqueous extracts on lettuce development. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, 2015. v. 17, n. 4, supl. 1, p. 679-684.
4. Alves M, et al. Cyperaceae In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB100>>. Acessado em 29 de julho de 2017.
5. Ricci MSF, et al. Efeito da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Nov. 2000. Brasília, v.35, n.11, p.2175- 9.
6. Blanco FMG. Tubérculo Invasor. Caderno Técnico Cultivar, n. 90, 2006. p. 2-7.
7. Holm L., Plucknett DL, Pancho JV., Herberger JP. The World's Worst Weeds. Distribution and biology, Honolulu, University Press of Hawaii, 1997. 609 p.
8. Lorenzi H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas. Plantarum, 4 ed., Londrina, 1994. 220 p.
9. Almeida K, Câmara FLA. Preparados homeopáticos e adubação verde no controle de *Cyperus rotundus* L. Revista Ceres, Maio/Jun. 2012. Viçosa, v. 59, n. 3, p. 422-26.
10. Primavesi AM. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. Ed. Nobel, São Paulo, 1979. 552 p.
11. Pereira TS, Vidal MC, Resende FV. Efeito de solo previamente cultivado com plantas aromáticas na germinação e no desenvolvimento inicial de alface. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, 2015. v. 17, n. 4, p. 543-549.
12. Ferreira AGui, Aquila MEA. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2000. v. 12, n. 1, p. 175-204.
13. Souto X, Gonzales L, Reigosa MJ. Comparative analysis of allelopathic effects produced by four forestry species during decomposition process in their soils in Galicia (NW Spain). Journal of Chemical Ecology, 1994. v. 20, n. 11, p. 3005-3015.
14. Lorenzi H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In: FUNDAÇÃO CARGIL. Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargil, 1984, p.183-198.
15. Lorenzi H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 237 p.
16. Teasdale JR. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. Journal of Production Agriculture, 1996. v. 9, n. 4.

Métodos orgânicos de controle da planta invasora *Cyperus rotundus* L. em cultura de *Lactuca sativa* L. (var. mimosa) em um agrossistema ecológico[#]

René Aduan Júnior*
André Luís Melato*
Yan Bento Valverde*
Ilka Schincariol Vercellino*

17

Resumo

A tiririca é uma erva daninha que libera, no ambiente, substâncias alelopáticas que prejudicam cultivares. Trata-se de uma planta de difícil controle e erradicação provocando reduções quantitativas e qualitativas na produção mundial de diversas espécies de valor econômico, dentre elas a alface romana (var. mimosa). Este trabalho objetivou avaliar e comparar três tratamentos biológicos de controle da tiririca em cultura de alface em um agrossistema orgânico, determinando dentre eles o de maior rendimento da alface. O experimento testou os tratamentos no cultivo da alface em consórcio com feijão-de-porco, sálvia e cobertura do solo por serragem de eucalipto. Foram feitas réplicas de cada tratamento (n=3), e nomeados como C1 (controle), C2 (feijão-de-porco), C3 (sálvia) e C4 (serragem). Em cada canteiro foram plantados 10 indivíduos de alface e de tiririca e, nos tratamentos C2 e C3, foram plantados 10 indivíduos de feijão de porco e de sálvia, respectivamente. Os dados quantitativos de todas as plantas, temperatura, pH e de umidade foram aferidos semanalmente. Após, 44 dias de experimento, os indivíduos de alface foram coletados e levados a estufas de laboratório para secagem a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, obtendo-se a massa seca. No tratamento C1 (controle) houve um crescimento de 566% da população de tiririca, em C2 (feijão de porco) um acréscimo populacional de 393% e em C3 (sálvia) um aumento 443% da população. Já nos canteiros C4, onde foi utilizada a cobertura com serragem de eucalipto, houve redução da planta invasora em 64%. Concluiu-se que o melhor método foi o de cobertura com serragem de eucalipto, ao reduzir a população de tiririca com maior rendimento de biomassa de alface.

Palavras-chave: Alelopatia. Alface. Tiririca.

INTRODUÇÃO

Os agrossistemas orgânicos são caracterizados pela sua produção ecologicamente equilibrada e estável e combinam o manejo dos recursos naturais com a utilização de tecnologias modernas de produção. Exclui-se desse processo qualquer método artificial, como o uso de agrotóxicos, adubos químicos solúveis, hormônios,

sementes transgênicas, reguladores vegetais, irradiações e qualquer tipo de aditivo químico.

Esses sistemas são conhecidos por serem ecologicamente eficientes, pois impactam minimamente no uso dos recursos renováveis e não renováveis, com equilíbrio na utilização de energia e conservação dos mesmos¹.

Em relação aos fatores que proporcionam

DOI: 10.15343/0104-7809.20194301009024

*Centro Universitário São Camilo, São Paulo – SP, Brasil.
E-mail: reneaduanjunior@hotmail.com

[#]Trabalho premiado no III Congresso Multiprofissional, do Centro Universitário São Camilo - 2018.



reduções bruscas na produtividade dos vegetais cultivados nos agrossistemas, atualmente sabe-se que um dos principais responsáveis é a alelopatia provocada, muitas vezes, por plantas invasoras².

A alelopatia é definida como um fenômeno químico-ecológico, no qual plantas produzem e liberam no ambiente metabólitos secundários caracterizados como aleloquímicos, que têm como função inibir ou estimular o desenvolvimento de outras plantas³, caracterizando uma forma de interação interespecífica.

A produção de aleloquímicos é um mecanismo de defesa, por meio do qual a planta busca uma vantagem competitiva sobre outras espécies, podendo ter efeitos contra doenças, insetos e plantas invasoras.

Essa interação é importante para a sobrevivência de espécies no ecossistema⁴.

A tiririca (*Cyperus rotundus* L.), planta alvo deste presente estudo e pertencente à família Cyperaceae, é o principal exemplo de daninha alelopática que predomina nas variadas formas de cultura nos agrossistemas orgânicos e convencionais⁵.

Conhecida no Brasil como tiririca-roxa⁶, a *C. rotundus* L. é uma herbácea perene, que se multiplica por sementes e vegetativamente, a partir de rizomas, bulbos e tubérculos subterrâneos. São encontradas populações desse vegetal em praticamente todos os países de clima tropical ou subtropical e, até mesmo, em regiões de clima temperado⁵ e interferem em agrossistemas de mais de 90 países⁷. No Brasil pode ser encontrada em toda a extensão territorial e em todos os tipos de solos, climas e culturas, sendo uma planta de difícil controle e erradicação⁸ por ser agressiva e de ampla adaptabilidade a ambientes agrícolas diversos, provocando reduções quantitativas e qualitativas na produção mundial das principais espécies vegetais de valor econômico⁹.

Com isso, o presente trabalho objetivou comparar a eficiência dos potenciais alelopáticos das espécies vegetais companheiras *Canavalia ensiformes* D.C. (feijão-de-porco) e *Salvia officinalis* L. (sálvia) e da supressão de luz por cobertura morta de serragem de eucalipto como métodos orgânicos de controle da erva invasora *Cyperus rotundus* L. visando o melhor

rendimento da cultura de *Lactuca sativa* L. em um agrossistema ecológico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi conduzido no período de 15 de março de 2017 a 25 de abril de 2017, no sítio Santa Cecília, uma propriedade particular localizada na cidade de Porto Feliz, SP, latitude 23°17'58.7"S, longitude 47°28'34.9"W e 523m de altitude.

A "terra mista" usada no experimento, foi preparada contendo 40% de terra vermelha peneirada, mixada com 60% de composto orgânico, que foi preparado a partir da mistura de torta de filtro (bagaço de cana), estrume de bovino e aviário, restos de cereais triturados, cinza de caldeira, suco de frutas fermentadas (umidade) e corrigido com uso de calcário a 1%, resultando nas propriedades físico-químicas: N= 0,29%; P₂O₅=1,92%; K₂O= 0,34%; Ca=1,97%; Mg=0,3%; S₀=0,01%; Umidade= 17,52%; MO= 28,68%; pH e CaCl₂= 7,2.

O preparado foi fermentado em leiras por 2 meses e peneirado, visando, preferencialmente, o plantio de cultivares como a alface mimosa (*salad bowl*).

Os tratamentos testados foram distribuídos circularmente, contendo 12 canteiros retangulares medindo individualmente 2 m de comprimento, 1 m de largura e 30 cm de profundidade da base. A delimitação desses canteiros foi feita com madeira de reflorestamento de *Pinus* sp. e formatados com tábuas 2 m de comprimento por 1 m de largura por 0,30 m de profundidade, que foram aparelhadas com 2 cm de borda, sendo pregadas lateralmente formando caixas retangulares.

Os 12 canteiros foram divididos e sorteados em 4 tratamentos de 3 replicações (n=3) distribuídos lado a lado, com angulação de 30°C entre si, conforme a figura 1.

O experimento testou os tratamentos no cultivo da alface em consórcio com feijão-

de-porco, sálvia e cobertura do solo por serragem de eucalipto, e nomeados como C1 (controle), C2 (feijão-de-porco), C3 (sálvia) e C4 (serragem). Em cada canteiro foram plantados 10 indivíduos de alface e de tiririca e, nos tratamentos C2 e C3, foram plantados 10 indivíduos de feijão de porco e de sálvia, respectivamente.

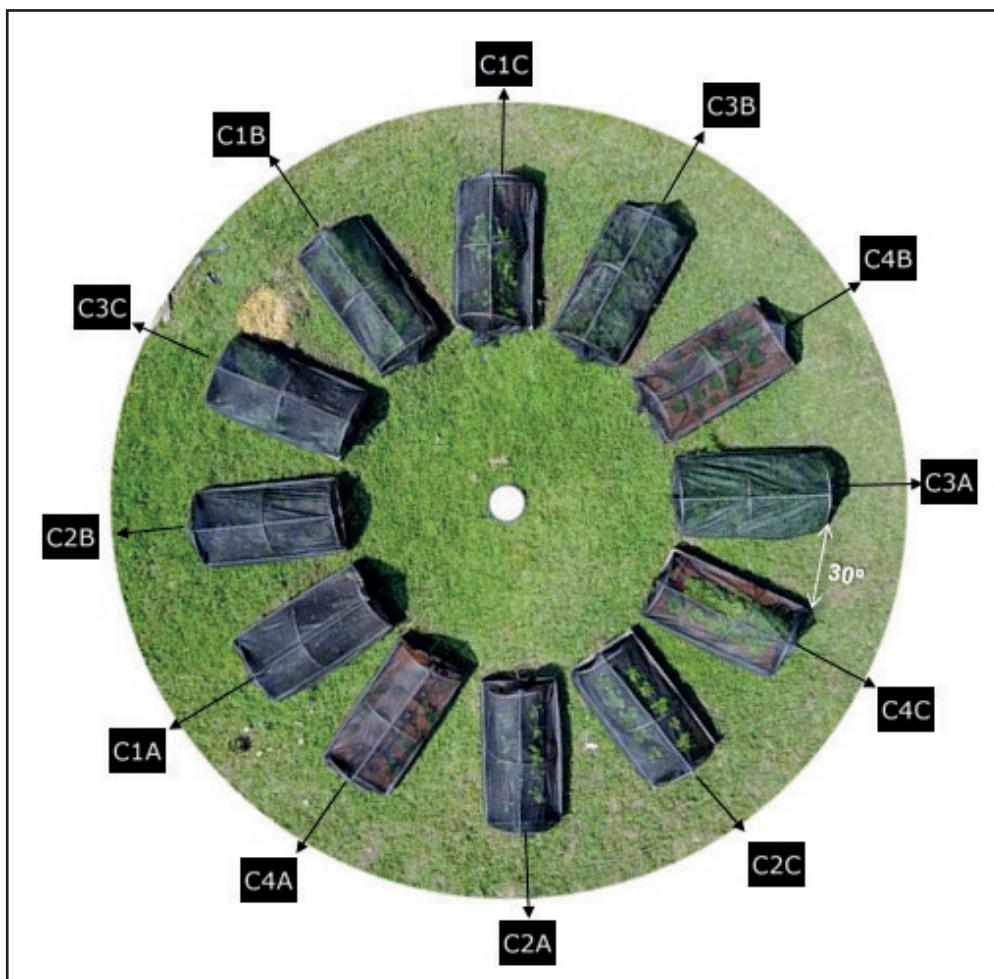
O transplântio das mudas para os canteiros experimentais, foi realizado de forma manual e individual. As mudas de sálvia foram compradas no CEAGESP, com 2 meses de parte aérea desenvolvida, medindo em média 10 cm de altura da base do caule.

As mudas de tiririca foram removidas de uma área natural próxima ao local do experimento. Mudas estas sem floração, contendo um tubérculo radicular e a parte aérea com aproximadamente 10 cm de altura da base do caule.

As sementes de feijão-de-porco (marca Pirajaí Sementes) foram plantadas diretamente no solo.

Após o plantio, os canteiros foram cobertos com uma tela do tipo “sombrite” preto, com sombreamento de 50%, fechando e isolando a área de plantio em uma altura máxima de 1 m da superfície basal dos canteiros.

Figura 1 – Fotografia aérea da disposição dos canteiros na área experimental, identificados conforme a descrição acima, Porto Feliz-SP, março/abril de 2017.



Os canteiros foram irrigados diariamente, durante todas as semanas do experimento, por 1h e 30 minutos com equipamento calibrado e dimensionado para 5 litros de água por canteiro (1 metro quadrado), nos períodos matutino (às 6:00 horas) e vespertino (às 18:00 horas). A irrigação foi realizada utilizando o temporizador digital de irrigação da marca Gardena modelo Computador de rega "FlexControl (1883). A água utilizada foi extraída do poço artesiano local (120 metros de profundidade), com pH entre 6,5 e 7,0, não tendo recebido nenhum tratamento químico. Foram aferidos semanalmente durante todo o período experimental, o pH do solo (pHmetro analógico modelo XM3F, marca Save Plant), as médias de temperatura e umidade máxima e mínima (Termo-Higrômetro Digital modelo 7429 TFA – marca Incoterm). Também foram contados e anotados o número de indivíduos da planta alvo tiririca, da planta modelo alface, das espécies invasoras e das espécies companheiras feijão de porco e sálvia. As espécies invasoras foram removidas dos canteiros de forma sistematicamente a cada semana, pelo método de cata manual.

Todo o procedimento experimental, bem como o desenvolvimento semanal das plantas foram registrados com uma câmera digital, modelo D60 marca Nikon. As imagens foram usadas como referência visual e de controle no período. Após, 44 dias da data de plantio, os indivíduos de alface foram colhidos

manualmente, cortados pela base do caule.

Logo após a colheita, a parte aérea da alface foi lavada em um tanque com água fria, secas com papel absorvente e pesadas em uma balança de precisão de 1 grama (balança digital, modelo SF- 400, marca CE) para obtenção da massa fresca.

Esse material fresco foi armazenado em sacos plásticos individuais e mantido refrigerado à temperatura de 5°C e transportados para o local de processamento.

A secagem da alface foi realizada em laboratório. O material foi picado, envelopado, identificado e acondicionado em sacos perfurados de papel kraft no tamanho 50 cm por 25 cm, na gramatura 75 g e levados às estufas com convecção de ar quente à 58°C, por um período de 114hs, no qual se estabilizou a "massa seca". Os sacos foram removidos das estufas e acondicionados em dessecadores de vidro por 10 minutos antes da pesagem para resfriamento. A pesagem do conteúdo seco individual foi feita em uma balança de precisão de 0,01 gramas, modelo AS2000C, marca Marte.

Com os dados obtidos da massa seca da alface, foram calculadas as médias e desvio padrão com o programa Excel. Também foram submetidos à análise de variância (Anova) sendo suas médias comparadas pelo teste de Kruskal- Wallis e Tukey utilizando o programa Past 3.0. Para a análise da amostra numeral de tiriricas foi rodado o Student T pareado.

RESULTADOS

O rendimento médio de massa seca de *L. sativa* em cada canteiro experimental está evidenciado na tabela 2. No tratamento C2 a massa seca média totalizou 81,47g, sendo ainda inferior do que a observada no canteiro controle. Conforme visto nos canteiros de tratamento C3, a média de massa seca, que totaliza 114,09g, foi menor do que a coletada nos canteiros controle e nos de tratamento C4, porém sobressaiu-se em relação ao tratamento C2. Nos canteiros controle foi observada a

média de 119,14g de alface. Já no tratamento C4, o rendimento médio de massa seca coletada foi de 137,21g, sendo este o maior em comparação aos dados observados nos canteiros controle e nos demais tratamentos (tabela 1).

A média de massa seca de *L. sativa* entre cada canteiro pode ser observada na figura 2. Nesta figura pôde-se observar uma vantagem estatística no rendimento de massa seca de alface nos canteiros C4 em relação aos demais

tratamentos e aos canteiros controle.

Em relação aos índices de crescimento populacional de *C. rotundus* em cada canteiro, de acordo com os dados exibidos na tabela 2, o crescimento populacional de *C. rotundus* nos canteiros controle foi de 556,66%, acréscimo aproximado de 4,5 vezes o número inicial de propágulos. Observou-se um acréscimo populacional de 443,33% no tratamento C3, que equivale a um aumento aproximado de 3,5 vezes do número de propágulos, sendo este o segundo maior entre os demais tratamentos e os canteiros controle. O tratamento C2 apresentou um aumento total de 393,33%, sendo inferior comparado ao controle, com acréscimo de aproximadamente 3 vezes o número inicial de propágulos. Já os canteiros C4 apresentaram uma redução de 64%, ou seja, aproximadamente dois terços da população de *C. rotundus* L. a partir dos indivíduos previamente introduzidos no início do experimento (tabela 2).

Na figura 3, pode-se observar a relação entre o crescimento populacional da tiririca e o ganho de biomassa da alface. Como pode-se verificar, os canteiros controle demonstraram o maior crescimento populacional da planta

daninha, porém o terceiro maior ganho de massa seca de alface.

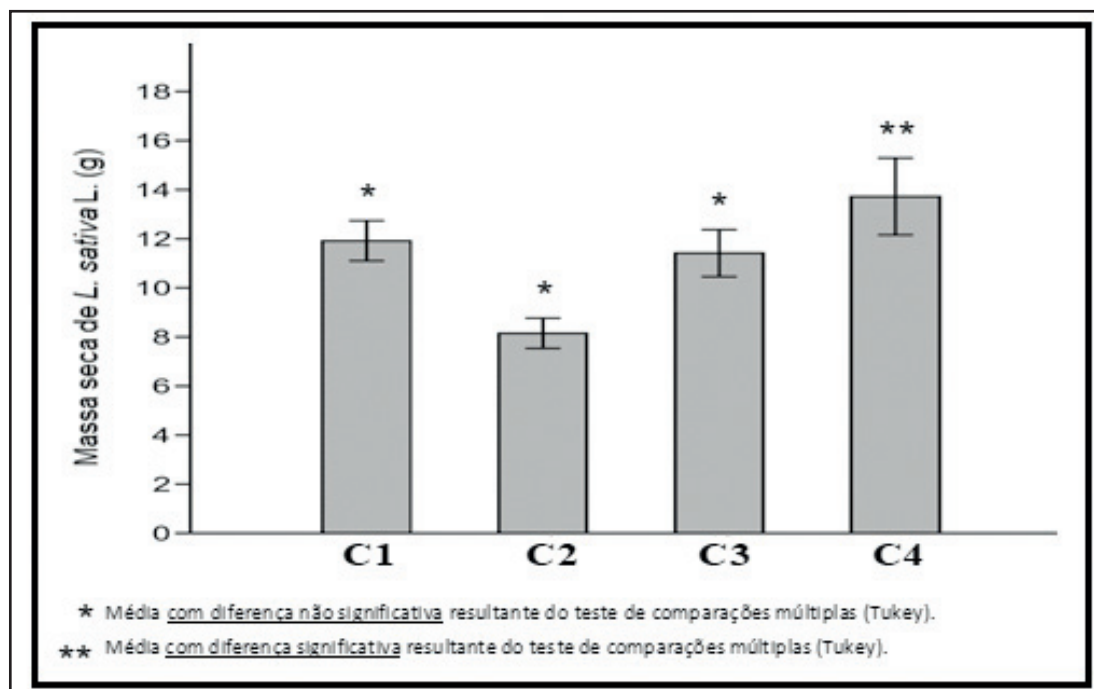
Nos canteiros de tratamento C2 houve ganho no número de indivíduos de tiririca em relação à quantidade inicial de indivíduos plantados, porém inferior ao que foi visto nos canteiros controle e nos de tratamento C3. Entretanto, o índice de massa seca de alface foi inferior ao de todos os demais canteiros (figura 3).

Observando os dados obtidos no tratamento C3, o rendimento de massa seca da alface e o crescimento populacional de *C. rotundus* foram superiores em relação aos canteiros controle e aos de tratamento C2. Comparando com os dados obtidos no tratamento C4, o rendimento de massa seca de alface foi inferior e, o número de indivíduos de tiririca, superior (figura 3).

Conforme os dados coletados nos canteiros de tratamento C4, além do ganho de massa seca de alface ter sido superior a todos os demais canteiros, notou-se um decréscimo populacional de tiririca em relação ao número inicial de indivíduos plantados. Em comparação com os demais canteiros, os de tratamento C4 demonstraram o maior rendimento de biomassa de alface e o menor índice populacional de tiririca (figura 3)

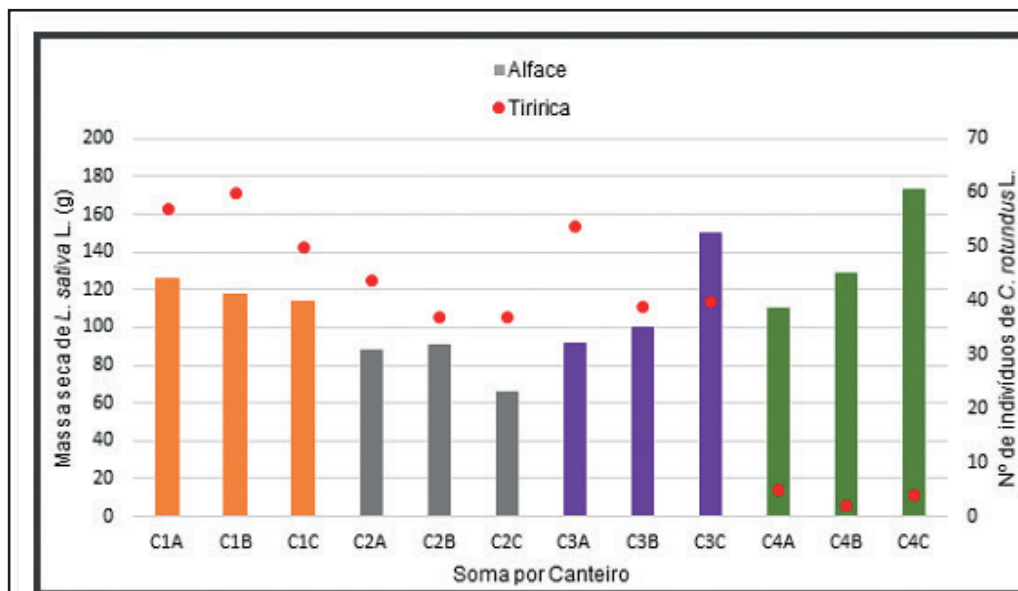
Tabela 1 – Massa seca de cada indivíduo de *L. sativa*, soma total em cada canteiro experimental e média por tratamento (g), Porto Feliz –SP, março/abril de 2017.

| Indivíduo | C1A | C1B | C1C | C2A | C2B | C2C | C3A | C3B | C3C | C4A | C4B | C4C |
|----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 14,49 | 8,83 | 13,62 | 8,91 | 3,84 | 7,48 | 4,59 | 5,09 | 9,65 | 10,01 | 4,85 | 2,78 |
| 2 | 14,04 | 9,99 | 8,84 | 9,12 | 12,49 | 4,80 | 8,91 | 10,97 | 13,64 | 11,79 | 14,64 | 32,84 |
| 3 | 9,18 | 6,17 | 7,01 | 8,35 | 5,39 | 6,63 | 6,61 | 8,27 | 9,40 | 9,19 | 6,47 | 6,40 |
| 4 | 8,23 | 10,14 | 10,77 | 6,23 | 7,61 | 7,34 | 10,66 | 8,52 | 11,82 | 14,36 | 17,78 | 15,56 |
| 5 | 10,15 | 11,68 | 9,58 | 12,86 | 21,85 | 7,18 | 4,98 | 18,18 | 28,80 | 12,07 | 10,70 | 12,34 |
| 6 | 12,91 | 14,92 | 10,96 | 6,23 | 8,55 | 3,99 | 10,71 | 6,20 | 22,49 | 7,69 | 19,53 | 14,35 |
| 7 | 9,64 | 10,09 | 11,05 | 9,29 | 8,85 | 4,94 | 7,38 | 10,92 | 10,54 | 11,14 | 18,55 | 12,96 |
| 8 | 29,94 | 17,79 | 10,62 | 9,30 | 4,98 | 6,28 | 10,15 | 8,06 | 16,55 | 9,98 | 9,83 | 12,07 |
| 9 | 6,64 | 12,58 | 16,07 | 9,57 | 9,53 | 8,02 | 10,27 | 11,28 | 14,59 | 13,97 | 11,91 | 48,94 |
| 10 | 10,45 | 15,53 | 15,59 | 8,38 | 7,65 | 8,85 | 17,73 | 12,64 | 12,74 | 10,36 | 14,35 | 14,28 |
| Soma | 125,65 | 117,70 | 114,09 | 88,22 | 90,72 | 65,49 | 91,97 | 100,11 | 150,20 | 110,54 | 128,59 | 172,50 |
| Média por tratamento | | 11,91 | | | 8,15 | | | 11,41 | | | 13,72 | |
| | | C1 | | | C2 | | | C3 | | | C4 | |

Figura 2 – Média da massa seca de *L. sativa* por tratamento (g), Porto Feliz-SP, março/abril de 2017.**Tabela 2** – Contagem populacional inicial e final de indivíduos de *C. rotundus* em cada canteiro e percentual de crescimento em cada tréplica de mesmo tratamento, Porto Feliz – SP, março/abril de 2017.

| Canteiro | Número Inicial | Número Final | Média de Crescimento (%) |
|----------|----------------|--------------|--------------------------|
| C1A | 10 | 57 | |
| C1B | 10 | 60 | 566% |
| C1C | 10 | 50 | |
| C2A | 10 | 44 | |
| C2B | 10 | 37 | 393% |
| C2C | 10 | 37 | |
| C3A | 10 | 54 | |
| C3B | 10 | 39 | 443% |
| C3C | 10 | 40 | |
| C4A | 10 | 5 | |
| C4B | 10 | 2 | -64% |
| C4C | 10 | 4 | |

Figura 3 – Relação entre a variação populacional de *C. rotundus* (tiririca) e o rendimento de massa seca de *L. sativa* (alface) em cada canteiro, Porto Feliz – SP, março/abril de 2017.



DISCUSSÃO

De acordo com Primavesi¹⁰, o feijão-de-porco, em consórcio com milho, exerce um efeito positivo no que diz respeito ao controle de ervas daninhas por supressão de luz, proporcionando um bom crescimento à cultura principal. No caso do presente experimento, no tratamento C2, além da espécie daninha, a cultura principal também foi afetada pela supressão parcial de luz proporcionada pelo feijão-de-porco, prejudicando parte da aquisição de biomassa da mesma.

Um estudo realizado por Pereira, Vidal e Resende¹¹ avaliou a taxa de germinação e desenvolvimento de indivíduos de *L. sativa* L. em cultivo com diversas plantas aromáticas, estando entre elas a *S. officinalis* L. Nesse trabalho, a alface foi submetida a onze tratamentos com plantas aromáticas distintas, contendo uma espécie de planta aromática por canteiro experimental em consórcio com a alface e, dentre esses tratamentos, o cultivo com a sálvia gerou a terceira menor média de massa fresca e massa seca e o segundo

menor comprimento médio da parte aérea dos indivíduos de alface avaliados. Além do potencial alelopático da sálvia, também foi descrito na literatura que a alface é uma das espécies mais suscetíveis a compostos alelopáticos, sendo utilizada como referência em estudos dessa natureza¹².

No tratamento C4, a média da massa seca coletada totaliza 13,72g (tabela 1), sendo esta a maior dentre o que foi observado nos canteiros controle e nos demais tratamentos, o que refuta um estudo realizado na Espanha, no qual constatou-se que restos de *Eucalyptus globulus* Labill geravam inibição de crescimento e desenvolvimento de alface e o efeito alelopático correspondente ocorria devido principalmente a compostos fenólicos¹³.

Segundo Lorenzi¹⁴, leguminosas como o feijão-de-porco (*C. ensiformes* L.) exercem uma forte ação inibitória sobre ervas daninhas não apenas por seu potencial alelopático, mas também por sua capacidade de supressão de luz devido ao seu volumoso crescimento foliar.

Conforme um estudo posterior realizado por Lorenzi¹⁵, as plantas daninhas comprometem cerca de 30 a 40% da produção das culturas nas regiões tropicais do mundo. Com relação ao controle sobre a infestação de plantas invasoras, a cobertura vegetal morta modifica

as condições em que suas sementes germinam e as plântulas se desenvolvam, dificultando a emergência das mesmas pela supressão de luz, menor amplitude térmica do solo entre o dia e a noite, liberação de substâncias alelopáticas e pela barreira física imposta pela palha¹⁶.

CONCLUSÃO

Com base na análise dos resultados obtidos no presente trabalho, dados os métodos empregados para o desenvolvimento do experimento, pôde-se concluir que o tratamento com serragem de eucalipto (C4) foi o mais eficiente no controle dos efeitos competitivos da tiririca (*Cyperus rotundus* L.)

no desenvolvimento da cultura de alface (*L. sativa*).

Conforme a apuração dos resultados, o tratamento C4 foi, dentre os demais tratamentos, o único a demonstrar diferença significativa da biomassa total de *L. sativa*, superando os resultados obtidos nos demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

1. Darolt M. Guia do Produtor Orgânico: Como Produzir Alimentos de Forma Ecológica. Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, Rio de Janeiro, 2005. 92 p.
2. Almeida FS. A alelopatia e as plantas. Londrina: IAPAR (Circular, 53), 1988. 60 p.
3. Cruz-Silva CTA, et al. Allelopathy of *Bidens sulphurea* L. aqueous extracts on lettuce development. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, 2015. v. 17, n. 4, supl. 1, p. 679-684.
4. Alves M, et al. Cyperaceae In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB100>>. Acessado em 29 de julho de 2017.
5. Ricci MSF, et al. Efeito da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Nov. 2000. Brasília, v.35, n.11, p.2175- 9.
6. Blanco FMG. Tubérculo Invasor. Caderno Técnico Cultivar, n. 90, 2006. p. 2-7.
7. Holm L., Plucknett DL, Pancho JV., Herberger JP. The World's Worst Weeds. Distribution and biology, Honolulu, University Press of Hawaii, 1997. 609 p.
8. Lorenzi H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas. Plantarum, 4 ed., Londrina, 1994. 220 p.
9. Almeida K, Câmara FLA. Preparados homeopáticos e adubação verde no controle de *Cyperus rotundus* L. Revista Ceres, Maio/Jun. 2012. Viçosa, v. 59, n. 3, p. 422-26.
10. Primavesi AM. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. Ed. Nobel, São Paulo, 1979. 552 p.
11. Pereira TS, Vidal MC, Resende FV. Efeito de solo previamente cultivado com plantas aromáticas na germinação e no desenvolvimento inicial de alface. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, 2015. v. 17, n. 4, p. 543-549.
12. Ferreira AGui, Aquila MEA. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2000. v. 12, n. 1, p. 175-204.
13. Souto X, Gonzales L, Reigosa MJ. Comparative analysis of allelopathic effects produced by four forestry species during decomposition process in their soils in Galicia (NW Spain). Journal of Chemical Ecology, 1994. v. 20, n. 11, p. 3005-3015.
14. Lorenzi H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In: FUNDAÇÃO CARGIL. Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargil, 1984, p.183-198.
15. Lorenzi H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 237 p.
16. Teasdale JR. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. Journal of Production Agriculture, 1996. v. 9, n. 4.