

Plantas espontâneas, aporte de matéria seca e rendimento de grãos de milho e soja em sistemas de produção sustentável e convencional

Cirio Parizotto¹, Rodolfo Vargas Castilhos², Fabiana Schmidt³ e Cristiano Nunes Nesi⁴

Resumo – A competitividade do agronegócio brasileiro depende da utilização de práticas sustentáveis de cultivo, que respeitem o meio ambiente e estejam de acordo com as exigências dos consumidores. Uma prática essencial em qualquer sistema de produção é o manejo de plantas espontâneas. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento fitossociológico de plantas espontâneas, o seu aporte de matéria seca e o rendimento de grãos em áreas de milho e soja, conduzidos nos sistemas sustentável e convencional. O estudo foi instalado em uma área de 17,11ha, dividida em quatro talhões (T): T 1 - sustentável com 5,25ha; T 2 - convencional com 4,85ha; T 3 - convencional com 3,88ha; T 4 - sustentável com 3,13ha, em sistema de rotação milho x soja. Os talhões sustentáveis foram localizados ao lado dos talhões convencionais com soja e milho para estabelecer o comparativo. Em cada talhão foram georreferenciados 10 pontos para a coleta de amostras de plantas espontâneas e para determinar o rendimento das culturas durante quatro anos. As espécies de plantas espontâneas e de coberturas foram identificadas e colocadas em estufa para secagem a 60°C até obterem a massa constante para a determinação da massa seca. A riqueza de espécies variou conforme sistema e safra. O incremento de resíduos vegetais no sistema sustentável reduziu a presença de nabiça, buva e erva-estrela. Em 2018, o rendimento da soja sustentável superou o convencional e em 2020 o milho convencional superou o sustentável. Nos demais anos os rendimentos se mostraram semelhantes.

Termos para indexação: *Zea mays*; *Glycine max*; Semeadura no verde.

Spontaneous plants, dry matter contribution and corn and soybean grain yield in sustainable and conventional production systems

Abstract – The competitiveness of Brazilian agribusiness depends on the use of sustainable practices that respect the environment and meet consumer demands. The weed management is an essential practice in any agricultural system. So, the objective of this work was to carry out a phytosociological survey of spontaneous plants and the contribution of dry matter in the grain yield of corn and soybean areas, conducted in sustainable and conventional systems. The study was installed in an area of 17.11ha, divided into four plots (T): T 1 - sustainable with 5.25ha; T 2 - conventional with 4.85ha; T 3 - conventional with 3.88ha; T 4 - sustainable with 3.13ha, in a corn x soybean rotation system. The sustainable and conventional plots were placed side by side in order to compare the systems. In each plot, 10 points were georeferenced to collect samples of spontaneous plants and to determine crop yields. The spontaneous and cover plants species were identified and placed in an oven at 60°C until constant mass for determination of dry matter. The species richness varied according to system and year. The increase in plant residues in the sustainable system reduced the presence of turnip, horseweed and star grass. In 2018, the sustainable soy yield surpassed the conventional one and in 2020 the conventional corn surpassed the sustainable one. In the other years, yield was similar.

Index terms: *Zea mays*; *Glycine max*; Sowing in the green.

Introdução

O agronegócio brasileiro será competitivo em nível global se utilizar tecnologias sustentáveis de produção, que resultem em alimentos a custos acessíveis e atendam os anseios dos consumidores preocupados com a segurança alimentar e com o respeito ao meio ambiente (MAPA, 2009).

Em áreas de soja e milho no Brasil o controle de plantas espontâneas é feito com herbicidas, porém, após a introdução de cultivares resistentes ao glifosato (RR), surgiram casos de resistência em plantas espontâneas, o que aumentou a dificuldade no seu controle (GAZZIERO, 2015). O uso de plantas de cobertura e a diversificação de sistemas de cultivo auxiliam na definição de herbicidas ou

na adoção de práticas de manejo integrado, que visem menor uso de herbicidas no ambiente (CARVALHO & VELINI, 2001).

Os benefícios das coberturas vegetais são evidenciados seguindo-se três princípios básicos do sistema de plantio direto: não revolvimento do solo, rotação de culturas e cobertura permanente do solo, que pode ser tanto com re-

Recebido em 23/05/2023. Aceito para publicação em 25/10/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1641>

¹Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / Estação Experimental de Campos Novos, BR 282, Km 338,2, Bairro Boa Vista, C.P. 116, CEP 89620-000, Campos Novos, SC, fone: (49) 35413500, e-mail: cirio@epagri.sc.gov.br.

²Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Cepaf, e-mail: rodolfocastilhos@epagri.sc.gov.br.

³Engenheira-agrônoma, Dra. Epagri / Estação Experimental de Campos Novos, e-mail: fabianaschmidt@epagri.sc.gov.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Cepaf, e-mail: cristiano@epagri.sc.gov.br.

síduos vegetais, como também adubos verdes (BORGES et al., 2013). Entre as características desejáveis das espécies de cobertura destaca-se a produção de palhada que favoreça a reciclagem de nutrientes no sistema e a supressão de plantas espontâneas pelo efeito físico ou alelopático. Em culturas de verão como soja, feijão e milho, em semeadura direta sobre coberturas de lenta decomposição e com ação alelopática, há possibilidade de reduzir ou até dispensar o uso de herbicidas (ALVARENGA et al., 2002).

No manejo integrado de plantas espontâneas identificam-se as espécies na área, considerando-se os parâmetros de frequência, densidade e abundância. Na sequência adota-se o manejo apropriado, seja cultural, mecânico, físico, biológico, químico ou integrado (OLIVEIRA & FREITAS, 2008). Esta sistematização auxilia os agricultores na tomada de decisão, reduzindo os custos de produção e o impacto ambiental (ISAAC & GUIMARÃES, 2008).

O estudo teve como objetivo realizar o levantamento fitossociológico de plantas espontâneas, avaliar o aporte de matéria seca (palhada) na entressafra e o rendimento de grãos em áreas de cultivo de milho e soja conduzidas em sistemas convencional e sustentável.

Material e métodos

O estudo foi conduzido nos anos agrícolas de 2018, 2019, 2020 e 2021 na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) em Campos Novos, SC (27°23'11" S e 51°13'19" O). A altitude do local do estudo é de 933m, o solo do local é classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2013) e clima subtropical úmido (DUFLOTH et al., 2005).

O experimento foi instalado em área de 17,11ha, com histórico de cultivo de soja e milho durante 25 anos, em semeadura direta com a sucessão de cultivos, mantida em pousio no inverno. Foram

avaliados dois sistemas: convencional (Conv.) e sustentável (Sust.). Para isto, a área foi dividida em quatro talhões a fim de que houvesse milho e soja sob os dois sistemas em cada ano. Os talhões foram: T1 sistema sustentável com 5,25ha; T2 sistema convencional com 4,85ha; T3 sistema convencional com 3,88ha; T4 sistema sustentável com 3,13ha. Os talhões sustentáveis foram localizados ao lado dos talhões convencionais, cultivando-se a soja e o milho em rotação, buscando atender os preceitos ambientais, sociais e econômicos de produção. O manejo nos talhões sustentáveis se diferenciou pelo uso de coberturas de inverno, redução das aplicações de herbicidas, fungicidas e inseticidas. Os insetos-praga e úteis foram monitorados através da batida de pano, realizada semanalmente, havendo a intervenção somente quando o nível de controle foi atingido. O controle de doenças teve como base as condições climáticas favoráveis e o uso de coletor de esporos. Foram implantadas as coberturas de inverno: aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), aveia-branca (*Avena sativa* L.), centeio (*Secale cereale* L.), nabo-forrageiro (*Rafanus sativus* L.) e ervilha forrageira (*Pisum sativum* L. subsp. arvense). A quantidade de sementes por hectare foi definida com base nas recomendações de Monegat (1991). A descrição dos manejos convencional e sustentável é apresentada na Tabela 1.

Nos anos agrícolas 2018 e 2019, para manejo de plantas espontâneas, foi utilizado o glifosato (3,0L ha⁻¹) em pré e pós-emergência das culturas. Já em 2020 e 2021, em pré-semeadura (talhões convencionais), foi adicionado ao glifosato (2,5L ha⁻¹) o cletodim (0,45L ha⁻¹) ou o saflufenacil (0,04kg ha⁻¹). Na soja, aos 40 DAE (dias após emergência) foi realizada a capina química com glifosato (2,5L ha⁻¹). Por sua vez, nos talhões de milho (convencional e sustentável), o manejo das plantas espontâneas aos 40 DAE foi com a mistura de atrazina/simazina (4,0L ha⁻¹) + mesotriona/etile-

noglicol (0,3L ha⁻¹).

No início da pesquisa foram coletadas amostras de solo em toda a área experimental e corrigida a deficiência de P para uniformizar a fertilidade do solo. A adubação de manutenção foi semelhante nos sistemas sustentável e convencional (CQFS-NRS, 2016) e seguiu as recomendações técnicas para as culturas.

Em cada talhão foram elencados e georreferenciados 10 pontos, de forma aleatória, para a coleta de amostras das plantas de cobertura e espontâneas. Foi usado um quadrado de metal de 0,5 x 0,5m (0,25m²) por amostra em cada ponto georreferenciado. As plantas presentes foram cortadas rente ao solo, identificadas com base em literatura (LORENZI, 2014) e acondicionadas em sacos de papel. A massa verde foi seca em uma estufa com ventilação de ar forçado a 60°C até obtenção da massa constante e, na sequência, pesada para a determinação da massa seca (MS).

O levantamento fitossociológico das plantas espontâneas foi realizado antes da semeadura do milho RR e soja RR, nos meses de setembro e outubro. A segunda coleta foi realizada aos 40 DAE das culturas, antes do controle químico das ervas.

Foram avaliados os parâmetros: frequência relativa (Frr), definida através da fórmula: $Frr = n^\circ \text{ de amostras que contém a espécie} / n^\circ \text{ de amostras utilizadas} \times 100$; densidade relativa (Der): $Der = n^\circ \text{ total de indivíduos da espécie} / \text{área coletada} \times 100$; abundância relativa (Abr): $Abr = n^\circ \text{ total de indivíduos da espécie} / n^\circ \text{ de amostras que contém a espécie} \times 100$ (MÜELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974); massa seca e riqueza de espécies (R) das plantas espontâneas. A riqueza de espécies constitui-se no número de espécies encontradas por tratamento amostrado, ou seja, a média de espécies nos 20 pontos amostrados em cada sistema de cultivo. Para a avaliação do rendimento de grãos foram coletadas 10 amostras em cada talhão, sendo as plantas de

Tabela 1. Cobertura na entressafra e utilização de herbicidas nos talhões de produção sustentável (PS) e produção convencional (PC), nos anos agrícolas de 2018 a 2021

Table 1. Off-season cover and use of herbicides in the sustainable (PS) and conventional (PC) plots from 2018 to 2021 agricultural years

Ano agrícola	Talhão	Outono/inverno	Aplicações herbicidas	Verão
2018	1 (PS)	Aveia-branca (90kg ha ⁻¹)	02	Soja
	2 (PC)	Pousio	03	Soja
	3 (PC)	Pousio	03	Milho
	4 (PS)	Aveia-branca (90kg ha ⁻¹)	02	Milho
2019	1 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha ⁻¹) + milho (15kg ha ⁻¹) + Centeio (50kg ha ⁻¹) + nabo-forrageiro (15kg ha ⁻¹)	02	Milho
	2 (PC)	Pousio	03	Milho
	3 (PC)	Pousio	03	Soja
	4 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha ⁻¹) + milho (15kg ha ⁻¹) + Aveia branca (90kg ha ⁻¹)	02	Soja
2020	1 (PS)	Nabo-forrageiro (15kg ha ⁻¹) + Aveia-preta (90kg ha ⁻¹)	02	Soja
	2 (PC)	Pousio	03	Soja
	3 (PC)	Pousio	03	Milho
	4 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha ⁻¹) + milho (15kg ha ⁻¹) + Centeio (50kg ha ⁻¹) + nabo-forrageiro (15kg ha ⁻¹)	01	Milho
2021	1 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha ⁻¹) + milho (15kg ha ⁻¹) + Centeio (50kg ha ⁻¹) + nabo-forrageiro (15kg ha ⁻¹)	01	Milho
	2 (PC)	Pousio	03	Milho
	3 (PC)	Pousio	03	Soja
	4 (PS)	Nabo-forrageiro (15kg ha ⁻¹) + Aveia-branca (90kg ha ⁻¹)	01	Soja

soja coletadas numa área útil de 10m x 1,5m (15m²) e as plantas de milho numa área útil de 10m x 1,4m (14m²). Após a colheita, os grãos foram debulhados mecanicamente, determinada a umidade e pesados para estimar rendimento de grãos em kg ha⁻¹. Os resultados de matéria seca, riqueza e rendimento de grãos são apresentados como médias seguidas pelos respectivos intervalos com 95% de confiança, estimados pelo teste t para uma amostra. Com relação a densidade, frequência e abundância de plantas espontâneas, os dados foram submetidos à análise não paramétrica

de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$). As análises foram realizadas com o ambiente R (R CORE TEAM, 2021).

Resultados e discussão

Na avaliação fitossociológica foram identificadas 21 espécies de plantas espontâneas de 10 famílias botânicas, durante quatro anos (Tabela 2). Na análise da frequência relativa (Frr) (Tabela 3), observa-se que houve diferença significativa para a nabiça no sistema convencional; já o centeio, a aveia e ervilha forrageira apresentaram uma maior Frr no sistema sustentável. A menor Frr de

nabiça no sistema sustentável sugere o efeito supressor da cobertura verde e morta sobre a germinação dessa espécie. A aveia, o centeio e a ervilha forrageira foram usados como coberturas de inverno nos talhões sustentáveis, o que explica sua maior frequência devido à ressemeadura. A aveia e o centeio são úteis para reduzir a incidência de diversas plantas espontâneas e, quanto maior a quantidade de resíduos, maior é o controle, o que resulta em maior rendimento da soja e outros cultivos (THEISEN et al., 2000; ROWE, 1997). Nesse sentido, Theisen et al. (2000) observaram que o incremento de palha de

Tabela 2. Lista de famílias botânicas e espécies de plantas espontâneas identificadas na área de estudo, nos anos agrícolas de 2018 a 2021

Table 2. List of botanic families and species of spontaneous plants identified in the experimental area, in the agricultural years of 2018 to 2021

Família	Nome científico	Nome comum
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> L.	Buva
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Picão-branco
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i> Less	Maria-mole
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg	Dente-de-leão
Brassicaceae	<i>Raphanus Raphanistrum</i> L.	Nabiça
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L) Villars	Erva-estrela
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> L. Roth	Corda-de-viola
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Leiteiro
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L.	Ervilhaca
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanchuma
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Azedinha
Poaceae	<i>Avena sativa</i> L.	Aveia comum
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim milhã
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	Capim-pé-de-galinha
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Azevém
Poaceae	<i>Secale cereale</i> L.	Centeio
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Capim-rabo-de-gato
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i> R.d.Webster	Papuã
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Poaia-branca

aveia-preta em áreas de semeadura direta reduziu a incidência de *Brachiaria plantaginea* em lavoura de soja, propiciando maior rendimento da cultura.

No ano agrícola de 2021 no sistema sustentável, a Frr, densidade (Der) e abundância (Abr) do centeio, aveia e ervilha forrageira foram superiores ao convencional (Tabela 3), uma vez que fizeram parte do mix de cobertura de inverno. A semeadura direta deve ser realizada quando as coberturas estiverem em pleno florescimento, fase de

maior desenvolvimento (CARVALHO et al., 2015). Na definição das coberturas é importante escolher espécies com o ciclo semelhante, evitando a ressemeadura e a competição na fase inicial da cultura subsequente.

Em relação à densidade relativa (Der), houve maior presença de buva e erva-estrela no sistema convencional e de aveia e centeio no sistema sustentável. A alta densidade de buva nos talhões sem cobertura de inverno indica a influência da luz solar na germinação

das sementes. Estudos realizados por Yamashita et al. (2016) concluíram que *Conyza* spp. necessita de luz para germinar, podendo ser considerada fotoblástica positiva e responsável por perdas significativas no rendimento da soja. Os produtores de grãos têm enfrentado dificuldades no controle da buva, pela facilidade de propagação e pela resistência a herbicidas. O seu controle passa por práticas integradas, como a redução ou eliminação do banco de sementes, a rotação de cultura, o controle mecânico e a manutenção do solo coberto.

Na análise da abundância relativa (Abr), verificou-se uma predominância de buva no sistema convencional (área sem coberturas de inverno). No sistema sustentável, houve uma maior Abr das espécies de aveia, centeio e ervilha forrageira devido a sua ressemeadura.

Na avaliação do incremento da massa seca em pré-emergência (Tabela 4), observa-se que no sistema sustentável houve um incremento expressivo nos anos agrícola de 2018, 2020 e 2021 com 5.653, 6.457 e 6.669kg ha⁻¹, respectivamente. A exceção foi 2019, quando a adição de matéria seca nos dois sistemas foi semelhante. Nesse ano, a produção de biomassa no sistema sustentável foi afetada pela ocorrência de estiagem e o uso da área para pastejo. A matéria seca em pós-emergência foi pouco expressiva e semelhante nos dois sistemas de cultivo nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021. Isso ocorreu porque a germinação das plantas espontâneas nos dois sistemas de cultivo ocorrem na mesma época e na fase inicial de desenvolvimento.

Em 2019, a riqueza de espécies foi maior no sistema convencional em comparação com o sustentável (Tabela 4), com 3,85 e 2,45, respectivamente. Em 2021, em pós-emergência (40 DAE), a riqueza de espécies foi maior no sistema sustentável comparado ao convencional, com média de 4,8 e 2,95, respectivamente. O aumento do número de espécies no sistema sustentável foi ocasionado pela ressemeadura das coberturas de inverno centeio, aveia e

Tabela 3. Frequência relativa, densidade relativa e abundância relativa de espécies de plantas espontâneas em sistema de produção sustentável (Sust) e convencional (Conv) de milho e soja em rotação, anos agrícola de 2018 a 2021

Table 3. Relative frequency, relative density and relative abundance of spontaneous plant species in an sustainable (Sust) and conventional (Conv) production system from 2018 to 2021 agricultural years

Espécie	2018		2019		2020		2021		Média 4 anos	
	Conv	Sust	Conv	Sust	Conv	Sust	Conv	Sust	Conv	Sust
Frequência %										
Picão-preto	0,8	1,8	4,5	0,0	3,5	1,8	1,3	0,0	2,5a	0,9a
Capim-milhã	2,8	7,5	1,3	0,0	5,3	3,0	4,5	2,5	3,4a	3,3a
Papuã	8,5	5,0	9,5	12,5	12,5	4,8	10,3	6,0	10,2a	7,1a
Buva	11,0	5,5	19,5	6,8	10,8	15,5	11,5	12,3	13,2a	10,0a
Azevém	19,8	17,0	11,8	17,3	10,0	8,8	5,8	8,3	11,8a	12,8a
Leiteiro	11,0	14,8	12,3	12,5	13,5	12,0	8,5	11,8	11,3a	12,7a
Nabiça	14,5	9,8	12,5	11,5	16,5	7,0	23,5	12	16,8a	10,1b
Corde-de-viola	4,0	1,5	2,3	3,0	1,3	2,8	1,8	1,5	2,3a	2,2a
Capim-rabo-de-gato	1,3	2,0	0,8	0,0	0,8	2,3	0,0	0,8	0,7a	1,3a
Ervilhaca	6,8	2,8	5,3	3,3	5,5	5,0	6,5	2,0	6,0a	3,3a
Erva-estrela	6,0	11,8	3,5	1,8	2,8	0,5	7,8	0,8	5,0a	3,7a
Aveia comum	0,8	2,5	1,5	19,0	1,8	10,3	2,5	11,0	1,6b	10,7a
Centeio							0,0	12	0,0b	12a
Ervilha forrageira							0,0	4,5	0,0b	4,5a
Densidade %										
Picão-preto	0,0	0,8	8,5	0,0	5,5	1,0	0,0	0,5	3,5a	0,6a
Capim-milhã	0,8	7,3	0,8	0,0	8,3	1,3	6,5	2,0	4,1a	2,6a
Papuã	5,8	8,8	17,3	26,0	7,5	7,5	7,3	12,8	9,4a	13,8a
Buva	4,5	1,5	32,3	1,0	14,8	5,8	15,0	5,8	16,6a	3,5b
Azevém	36,8	19,3	10,8	21,8	9,8	7,0	8,0	10,5	16,3a	14,6a
Leiteiro	32,0	19,8	13,8	15,8	21,8	10,5	9,8	19,5	19,3a	16,4a
Nabiça	10,3	8,3	2,3	2,8	7,5	8,0	28,5	9,8	12,1a	7,2a
Corde-de-viola	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,0	0,3	0,4a	0,4a
Capim-rabo-de-gato	0,5	8,5	1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,8	0,4a	2,5a
Ervilhaca	0,5	2,8	5,3	0,5	2,3	0,5	1,0	1,0	2,3a	1,2a
Erva-estrela	4,0	14,3	1,0	0,0	8,0	0,0	12,8	0,0	6,4a	3,6b
Aveia comum	0,5	0,8	0,3	27,8	1,0	27,0	0,5	13,3	0,6b	17,2a
Centeio							0,0	14,8	0,0b	14,8a
Ervilha forrageira							0,0	1,8	0,0b	1,8a
Abundância %										
Picão-preto	0,5	1,6	15,3	0,0	5,9	4,5	1,8	0,0	5,9a	1,5a
Capim-milhã	2,5	7,3	3,8	0,0	12	3,5	7,3	2,5	6,4a	3,3a
Papuã	5,5	13,3	11,8	23,3	6,5	10,5	6,5	17,5	7,6a	16,1a
Buva	6,3	2,0	22,3	2,3	8,3	4,8	12,0	4,5	12,2a	3,4b
Azevém	24,3	12,3	7,8	17,5	5,8	6,5	13,3	12,0	12,8a	12,1a
Leiteiro	23,5	10,0	6,5	13,5	17	5,3	16,5	12,0	15,9a	10,2a
Nabiça	11,8	10,0	2,3	5,3	6,0	10,3	18,0	9,0	9,6a	7,9a
Corde-de-viola	1,0	1,0	1,8	1,3	0,3	0,3	1,3	0,8	1,1a	1,1a
Capim-rabo-de-gato	1,0	11,0	5,0	0,0	0,3	2,5	0,0	1,5	1,6a	3,8a
Ervilhaca	1,0	10,0	8,0	1,0	2,5	1,5	2,0	1,5	3,4a	3,8a
Erva-estrela	7,3	10,3	3,3	1,0	17,5	0,3	10,8	0,8	9,7a	3,1a
Aveia comum	3,0	2,0	0,8	24,5	2,3	22,8	0,5	8,8	1,6b	14,5a
Centeio							0,0	10,8	0,0b	10,8a
Ervilha forrageira							0,0	2,5	0,0b	2,5a

Valores na linha, seguidos de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$.

Tabela 4. Massa seca (MS) e riqueza (R) de espécies de plantas espontâneas aos 35 dias antes da semeadura e aos 40 dias após a emergência nas culturas de milho e soja em sistema sustentável e convencional de produção, anos agrícola de 2018 a 2021
 Table 4. Dry matter (MS), and richness (R) of spontaneous plants species 35 days before sowing and at 40 days after emergence in maize and soybean conducted in sustainable and conventional systems, from 2018 to 2021 agricultural years

Ano agrícola	Sistema de cultivo	Pré-emergência		40 dias após emergência	
		MS (kg ha ⁻¹)	R	MS (kg ha ⁻¹)	R
2018	Sustentável	5653 (4574; 6732)	3,05 (2,56; 3,54)	57 (3,3; 112)	3,1 (2,23; 3,97)
	Convencional	1917 (1425; 2409)	2,25 (1,85; 2,65)	160 (11; 310)	3,65 (3,08; 4,22)
2019	Sustentável	3285 (2294; 4277)	2,45 (2,09; 2,80)	295 (171; 419)	3,35 (2,94; 3,76)
	Convencional	2582 (1699; 3464)	3,85 (3,36; 4,34)	547 (325; 768)	3,75 (3,14; 4,35)
2020	Sustentável	6457 (5790; 7122)	3,85 (3,26; 4,44)	272 (193; 351)	3,8 (3,06; 4,54)
	Convencional	3095 (2128; 4062)	3,85 (3,35; 4,55)	321 (138; 503)	3,4 (2,84; 3,95)
2021	Sustentável	6669 (5954; 7384)	4,1 (3,73; 4,47)	452 (334; 569)	4,8 (4,09; 5,51)
	Convencional	2586 (1717; 3454)	3,85 (3,39; 4,31)	369 (232; 506)	2,95 (2,35; 3,55)

Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC) a 95% pelo teste t. Em cada ano agrícola, médias em negrito, nas colunas, diferem entre si pela não interposição dos IC.

Tabela 5. Rendimento das culturas de milho e soja em sistema de plantio direto, conduzidos em sistemas sustentável e convencional, anos agrícola de 2018 a 2021

Table 5. Yield of corn and soybean crops in no-tillage, conducted in sustainable and conventional systems, agricultural years from 2018 to 2021

Ano agrícola	Sistema de cultivo	Rendimento (kg ha ⁻¹)	
		Milho	Soja
2018	Sustentável	9598 (8952; 10243)	4181 (4046; 4315)
	Convencional	9532 (8957; 10107)	3625 (3239; 4011)
2019	Sustentável	11753 (10528; 12979)	4744 (4562; 4926)
	Convencional	10632 (9515; 11749)	4751 (4432; 5085)
2020	Sustentável	8807 (7932; 9682)	3291 (3099; 3483)
	Convencional	10574 (9988; 11160)	3702 (3376; 4028)
2021	Sustentável	8544 (7624; 9466)	2464 (2105; 2823)
	Convencional	7781 (7213; 8349)	2171 (1992; 2351)

Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC) a 95% pelo teste t. Em cada ano agrícola, médias em negrito, nas colunas, diferem entre si pela não interposição dos IC.

ervilha forrageira. Esse resultado diverge do obtido por Comin et al. (2018), que observaram uma maior presença de espécies aos 30 dias após o plantio de cebola, no tratamento sem o uso de coberturas de inverno. Nos demais anos agrícola, a riqueza de espécies foi semelhante nos dois sistemas de cultivo. O resultado do estudo indica que houve interferência dos sistemas de cultivo sobre a riqueza de espécies, em dois dos quatro anos avaliados.

Na avaliação do rendimento de milho (Tabela 5), observa-se que em 2020 foi superior no sistema convencional comparado ao sustentável com 10.574 e 8.807kg ha⁻¹, respectivamente. Em 2018, o rendimento da soja sustentável foi superior ao convencional, com 4.181 e 3.625kg ha⁻¹, respectivamente. Os demais resultados foram semelhantes.

O uso de coberturas verdes no sistema sustentável aumentou a palhada no solo, diminuiu a população de plantas espontâneas como a buva, nabiça e erva-estrela, reduziu as aplicações de herbicidas em 66,6% em 2021, diminuiu os custos e a contaminação dos recursos naturais, sem afetar o rendimento em três dos quatro anos de avaliação.

Conclusões

- O uso de coberturas verdes e consequente incremento de resíduos vegetais no sistema sustentável reduziu a presença de nabiça, buva e erva-estrela, propiciando um maior aporte de matéria seca.

- A utilização de herbicidas pode ser significativamente reduzida em sistema sustentável de cultivo de grãos com utilização de cobertura verde na entressafra.

- De maneira geral, o sistema sustentável de produção de grãos apresenta potencial de produtividade semelhante ao convencional para milho e soja.

Referências

ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; NOVOTNY, E.H. **Cultivo do milho – Plantas de cobertura de**

solo. Sete Lagoas, Embrapa milho e sorgo, 2002, 7p. (Comunicado técnico, 41).

BORGES, W.L.B.; FREITAS, R.S.; MATEUS, G.P. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, vol. 10, n. 1, p. 1-5, 2013.

CARVALHO, A.M.; COSER, T.R.; REIN, T.A.; DANTAS, R.A.; SILVA, R.R.; SOUZA, K.W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.

CARVALHO, F.T.; VELINI, E.D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. i - cultivar iac-11. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p. 317-322, 2001.

COMIN, J.J.; VILANOVA, C.; KURTZ, C.; MÜLLER JÚNIOR, V.; SANTOS VENTURA, B.; SEDREZ DOS REIS, M.; BRUNETTO, G.; LOVATO, P.E.; SOUZA, M. Avaliação fitossociológica de plantas invasoras em cultivo de cebola sob sistema plantio direto sem uso de agrotóxicos. **Revista De La Facultad De Agronomía**, La Plata, v.117, n.2, p.197-206, 2018.

CQFS-NRS. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. NÚCLEO REGIONAL SUL. **Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11ª ed. Porto Alegre, SBCS-NRS, 2016. 376p.

DUFLOTH, J.H.; CORTINA, N.; VEIGA, M.; MIOR, L.C. **Estudos básicos regionais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2005. Doc. em CD ROM.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353p.

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v.33, n.1, p.83-92, 2015.

ISAAC, R.A.; GUIMARÃES, S.C. Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.3, p.521-530, 2008.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 7ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2014, 379 p.

MAPA. **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 1008p.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Ed. do autor: Chapecó. 336p., 1991.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547p.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar. **Planta daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.33-46, 2008.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

ROWE, E. **Avaliação de plantas de cobertura e da comunidade infestante em duas situações de cultivo**. 1997. 65f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas – Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1997.

THEISEN, G.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.753-756, 2000.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES S.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; CARVALHO, M.A.C.; MASAROTO, J.A.; KOGA, P.S.; CAMPOS, O.R. Germinação de sementes de duas espécies de *conyza* em função da presença ou ausência de luz e interação com a adição de nitrato e ácido giberélico no substrato. **Ambiência**, Guarapuava, v.12 n.2 p.655-666, 2016.