

Influência do sistema de produção agrícola sobre a viabilidade econômica das culturas e a dinâmica populacional de plantas daninhas durante o período de inverno

Leticia Delavalentina Zanachi¹; Cristina Fernanda Schneider²

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar a viabilidade econômica dos sistemas agrícolas e determinar sua influência sobre a dinâmica populacional de plantas daninhas durante o inverno no Oeste do Paraná. O projeto foi realizado na fazenda experimental da PUCPR, campus Toledo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, constando de dois sistemas de produção na primavera/verão (soja e milho) e cinco sistemas no outono/inverno (milho safrinha; milho safrinha+ruziziensis; trigo; aveia; aveia+trigo+canola+nabo), com quatro repetições. O Sistema de produção 01 (monocultura) foi caracterizado pela semeadura da soja na primavera/verão e do milho safrinha no verão/outono/inverno, o sistema 2 (sucessão de culturas) por rotação entre soja e milho na primavera/verão em associação com milho safrinha+braquiária ruziziensis no verão/outono/inverno, o sistema 3 (monocultura) por soja no outono/verão e trigo no inverno, o sistema 4 (monocultura + planta de cobertura) por soja na primavera/verão e aveia no outono/inverno, e o sistema 5 (rotação de culturas) por soja+milho na primavera/verão e canola, aveia, nabo forrageiro e trigo no outono/inverno. Os resultados observados foram que nos sistemas de produção de monocultura os índices de população de plantas daninhas foram maiores que quando comparado com os demais sistemas, da mesma forma que os componentes de produção e a produtividade foram menores. Pode-se concluir que os sistemas de produção adotados são capazes de influenciar na dinâmica populacional das plantas infestantes como também na viabilidade econômica.

Palavras-chave: Competição; interferência direta; plantas infestantes.

Influence of the agricultural production system on the economic viability of the crops and the population dynamics of weeds during the winter period

Abstract: Aim of the present work was to evaluate the economic viability of farming systems while determining the influence of agricultural production systems on the population dynamics of weeds during the winter in Western Paraná. The project was developed in the experimental farm of PUCPR, Campus Toledo, the experimental design was a randomized block, consisting of two production systems in the spring / summer (soy and corn) and five systems in the fall / winter (winter corn, winter corn + ruziziensis, wheat, oats, oats+wheat+canola+turnip). Each system had four replications. The production system 01 (monoculture) was characterized by soybean sowing in spring/summer and winter maize in the summer/fall/winter. The system 2 (crop succession) was characterized by rotation of soybeans and corn in the spring/summer in association with winter maize+brachiaria ruziziensis in the summer/fall/winter. The system 3 (monoculture) was characterized by soybeans in the fall/summer and wheat in the winter. The system 4 (monoculture + cover crop) was characterized by soybeans in the spring/summer and oats in the fall/winter. The system 5 (crop rotation) + soya corn in the spring/summer and canola, oats, forage turnip and wheat in the fall/winter. In all farming systems was assessed the weed infestation, canopy

¹ Engenheira Agrônoma. Mestranda em Agronomia (UNIOESTE). E-mail: leticia_zanachi@hotmail.com

² Professora Dra. do curso de Agronomia da Escola de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, Avenida da União, 500, 85902-532, Toledo, Brasil. E-mail: cristina.schneider@pucpr.br

height, the dry weight of shoots of cultivated plants, Thousand grain weights, yield and economic viability. The results observed were that in the systems of production of monoculture the indices of population of weeds were larger than when compared with other systems, in the same way that the components of production and productivity were lower. It can be concluded that the production systems adopted are able to influence the population dynamics of weeds as well as economic viability.

Keywords: Competition, direct interference, weeds.

Introdução

A demanda crescente de alimentos e energia, associada à necessidade de preservação ambiental e à disponibilidade limitada de terras para a expansão da área cultivada, tem exigido da pesquisa o aprimoramento e o desenvolvimento continuado de conhecimentos e tecnologias que resultem no aumento da produtividade e na racionalização do uso de insumos, dos recursos ambientais e dos meios de produção. Para vencer esse desafio é necessária a realização de ações integradas de pesquisas, que busquem o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de sistemas de produção (HIRAKURI et al., 2012).

Dentre todas as culturas exportadas do agronegócio brasileiro, a soja pode ser apontada como a mais expressiva. A partir da década de 70, a cultura no Estado do Paraná evoluiu baseada na monocultura e no plantio convencional, ocasionando inúmeros problemas de degradação física e química do solo (EMBRAPA, 2004).

O surgimento do plantio direto e das diversas inovações tecnológicas alavancaram a produção e produtividade da cultura, porém a ocorrência de fatores como plantas daninhas, pragas e doenças, fez com que surgisse a necessidade de estudos e aplicações de sistemas de rotações de culturas. Técnicos e produtores relatam dificuldades em relação à implantação do sistema de rotação de culturas, devido à necessidade de equipamentos adequados para plantio e colheita, da visão do produtor de lucro imediato, pelo tamanho das propriedades, pela integração com a pecuária leiteira, pelas estiagens que muitas vezes causam perdas na cultura do milho, dentre outros (AGÊNCIA EMBRAPA, 2008).

Com isso, praticamente 100% dos produtores da região Oeste do Paraná semeiam soja na primavera/verão e milho no verão/outono/inverno, tornando-se praticamente um sistema de monocultura que favorecem o estabelecimento de determinadas espécies infestantes, em decorrência da simplificação do sistema de manejo das plantas daninhas, caracterizado basicamente pelo manejo químico por meio de herbicidas com o mesmo modo de ação, por isso a importância de se avaliar a viabilidade econômica de diferentes sistemas agrícolas sobre a população invasora.

Arns (2004), analisando 3 sistemas de rotação, concluiu que o sistema $\frac{1}{2}$ soja + $\frac{1}{2}$ milho no verão com $\frac{1}{2}$ trigo + $\frac{1}{2}$ plantas de cobertura no inverno, foi o sistema de rotação mais rentável. Porém chama a atenção de que muitas vezes os resultados são apenas visíveis a longo prazo, necessitando a visão do produtor de ver o sistema com um todo, junto aos demais benefícios.

A rotação de culturas quando analisada no médio e longo prazo, permite a melhoria na fertilidade do solo, aumento no teor de matéria orgânica e aumento na renda do produtor rural. Além disso, viabiliza a integração lavoura-pecuária, dando sustentabilidade econômica e ambiental à propriedade (SANTOS, 2001).

De acordo com Pitelli (1985), o grau de interferência das plantas daninhas nas culturas depende da comunidade infestante (espécie, densidade e distribuição), da cultura (cultivar, espaçamento e densidade), do ambiente (solo, clima e manejo) e do período de convivência. Uma prática que vem sendo adotada na cultura do milho e que pode interferir na população de plantas daninhas é o sistema consorciado. Segundo Sousa Neto (1993), esse sistema apresenta diversos benefícios como os efeitos residuais dos fertilizantes aplicados para o cultivo anual, a diminuição de infestação de plantas daninhas, a proteção do solo contra a erosão e o aumento da produção de forragem em uma mesma estação de crescimento.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a viabilidade econômica de diferentes sistemas agrícolas, bem como, determinar a influência dos sistemas de produção agrícola sobre a dinâmica populacional de plantas daninhas durante o inverno no Oeste do Paraná.

Material e Métodos

O projeto foi desenvolvido em condições de campo, em Latossolo Vermelho Eutroférico típico, textura muito argilosa, de boa fertilidade natural (EMBRAPA, 2006) na área experimental pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR – Campus Toledo, região Oeste do Paraná, na mesma área em que foi conduzido nos ciclos anteriores (2013/2014 e 2014/2015), estando, portanto o presente projeto no terceiro ano de condução.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado como sendo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas, com uma temperatura média de 22°C (CAVIGLIONE et al., 2000). Durante o período de condução do experimento, foram registrados os dados climáticos de precipitação pluviométrica ocorridas no período, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados de pluviosidade no período do experimento coletados na estação meteorológica do curso de agronomia PUCPR, campus Toledo.

Meses 2015	Precipitação						Total
	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	
Média mm	38	116	190	81	294	61	780

Notas:¹ soma pluviométrica acumulada de 14/03/15 (data de semeadura) até o 31/08/16.

O experimento foi disposto em blocos ao acaso, com quatro repetições, constando de dois sistemas de produção na primavera/verão (soja e milho) e cinco sistemas no outono/inverno (milho safrinha; milho safrinha+ braquiária *ruziziensis*; trigo; aveia;aveia+trigo+canola+nabo), sendo as parcelas semeadas no mesmo local dos anos anteriores.

Os cinco sistemas de produção agrícola estão caracterizados da seguinte maneira (Quadro 1): Sistema de produção 01- monocultura - o objetivo é verificar a viabilidade econômica e o desempenho das plantas daninhas em um sistema de monocultivo, caracterizado pela semeadura da soja na primavera/verão e do milho safrinha no verão/outono/inverno, havendo um momento de pousio entre a colheita do milho safrinha e a semeadura da soja; Sistema de produção 02 – sucessão de culturas - o propósito é verificar a viabilidade econômica e o estabelecimento de plantas daninhas quando se adota uma espécie de rotação entre soja e milho na primavera/verão em associação com o milho safrinha+braquiária *ruziziensis* no verão/outono/inverno. Sistema de produção 03 – monocultura - este sistema também reproduz o monocultivo, que é semear soja no outono/verão e trigo no inverno. Como consequência, há um pousio entre a colheita da soja e a semeadura do trigo de mais ou menos dois meses, o que possibilita o estabelecimento de plantas daninhas. Sistema de produção 04 – Monocultura + planta de cobertura - a variante neste sistema de monocultura na primavera/verão (soja) é o uso de uma planta de cobertura no outono/inverno (aveia) com o propósito de produzir condições ideais para o desenvolvimento da cultura principal: a soja. Sistema de produção 05 – Rotação de culturas - é o que a princípio possibilita as melhores condições para o estabelecimento das culturas, permitindo uma ótima reciclagem de nutrientes, menor incidência de pragas e doenças e menor infestação de plantas daninhas. Os sistemas de produção estão esquematizados na figura 1.

Figura 1 - Distribuição dos cinco sistemas de produção agrícola em um espaço de tempo de cinco anos (MS milho safrinha; MS+R milho safrinha + braquiária ruziziensis).

		Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4		Sistema 5	
3º Ano 2015/2016	Ve em ano	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja
		Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja	Milho	Milho
		MS	MS	MS+R	MS+R	Trigo	Trigo	Aveia	Aveia	Canola	Trigo
		MS	MS	MS+R	MS+R	Trigo	Trigo	Aveia	Aveia	Aveia	Nabo

Em maio de 2014, foi realizada análise de solo para verificação das condições químicas do local de semeadura para eventuais correções. Foi constatado acidez (pH em 4,70) e a necessidade de calagem para elevar a Saturação por Base de 52,70 para 70,00%. Portanto, procedeu-se com a aplicação superficial de calcário calcítico na proporção de 2,5 toneladas por hectare. Ainda com base na análise de solo, e na extração nutricional das culturas foi planejada e realizada a adubação para cada uma delas nos cinco sistemas avaliados.

Os preparativos para a implantação do projeto tiveram início no dia 04 de março de 2015, quando foi efetuada na área a aplicação dos herbicidas Roundup WG (Glifosato) e Nortox (2-4-D) nas quantidades de 2,47 e 0,5 litros por hectare respectivamente para o controle das plantas daninhas em pré-plantio (dessecação).

No dia 14 de março de 2015, foi realizada a semeadura do milho safrinha e do consórcio milho safrinha + brachiária ruziziensis. O material escolhido para plantio foi o híbrido 3340H da Pioneer. Ele apresenta a combinação de superprecocidade com índices produtivos satisfatórios e ainda apresenta a tecnologia Herculex para o controle genético de lagartas no milho, sendo mais uma alternativa no controle de pragas.

O milho foi semeado com espaçamento de 90 cm com população de 50 mil plantas por hectare. Em relação ao segundo sistema, onde foi consorciado milho e braquiária, efetuou-se a semeadura da braquiária na linha intercalar ao milho. A adubação para os sistemas 1 e 2 foi realizada na linha do milho na dose de 300kg por hectare do formulado 08-20-20, de forma a não exceder 60kg de potássio por hectare no sulco de semeadura. Foram aplicados 76kg de nitrogênio (na forma de Sulfato de Amônio) em cobertura quando a cultura apresentou a sexta folha expandida para fornecer a quantidade total extraída desse nutriente pela cultura do milho.

A semeadura mecanizada do nabo forrageiro e da canola ocorreram no dia 25 de abril de 2015, tendo o espaçamento adotado de 17 cm na entrelinha. Para adubação foi utilizado o formulado 08-20-20, na proporção de 200kg por hectare. Quando as plantas de canola e nabo apresentaram a quarta folha verdadeira, descontando-se as duas folhas cotiledonares, foi

realizada a aplicação em cobertura de nitrogênio na proporção de 30kg por hectare, tendo sido utilizado Sulfato de Amônio como fonte de nutriente

A semeadura da aveia e do trigo ocorreu no dia 14 de maio de 2015. Para a adubação da aveia, cultivar IPR 126, foi utilizado o formulado 04-14-08 no sulco de semeadura na proporção de 285 kg por hectare, e no dia 10 de junho de 2015 foi realizada aplicação nitrogenada na proporção de 30kg por hectare (tendo sido utilizado Sulfato de Amônio como fonte de nitrogênio) devido a emissão dos perfilhos nas plantas. O espaçamento foi de 17 centímetros na entrelinha.

Para a cultura do trigo, cultivar CD 150, o espaçamento adotado também foi de 17 cm na entrelinha. A adubação foi realizada no sulco de semeadura utilizando-se o formulado 08-20-20, na proporção de 250 kg por hectare. No dia 10 de junho de 2015, também por ocasião da emissão dos perfilhos do trigo, foi aplicado nitrogênio em cobertura na proporção de 20kg por hectare (tendo sido utilizado Sulfato de Amônio como fonte de nitrogênio).

Uma vez que o plantio do milho ocorreu tardiamente, observou-se forte pressão de percevejos sobre as plântulas emergidas. Foi realizada então aplicação de Engeo Pleno (Tiametoxam e Lambda-Cialotrina) na dose de 250 ml por hectare para controle dos mesmos, cinco dias após emergência das plântulas. O controle foi satisfatório, porém, posteriormente, a aplicação teve que ser repetida devido à reinfestação da área.

Por se tratar de um ano excessivamente chuvoso após a segunda quinzena do mês de abril na região de Toledo PR, optou-se pela aplicação preventiva de fungicida no milho. No dia 25 de abril de 2015, com o milho no estágio V9, procedeu-se com a aplicação tratorizada do fungicida Opera (Piraclostrobina e Epoxiconazol) na dose de 500 ml por hectare.

Na cultura do trigo foi realizada uma aplicação com inseticida Connect (Neonicotinóide e Piretróide) no dia 22 de maio na dosagem de 500 ml por hectare, para controle do percevejo barriga verde (*Dichelops melacanthus*). Foi realizada também uma aplicação de fungicida no dia 4 de junho de 2015, na cultura do trigo e da aveia, com o fungicida Opera (Piraclostrobina e Epoxiconazol) na dosagem de 1 L por hectare.

Para a cultura da canola, precisou ser aplicado no dia 04 de maio de 2015 o inseticida Kaiso 250 (Lambda Cialotrina) na dosagem de 30 ml por hectare devido ao intenso ataque da vaquinha (*Diabrotica speciosa*). O tratamento teve que ser repetido dia 30 de maio de 2015 para controlar efetivamente a praga.

No dia 20 de junho de 2015, quando todas as culturas estavam plenamente estabelecidas a campo, foi realizada a contagem das plantas daninhas, antes de ser realizado o

controle manual. Cada sistema teve quatro repetições e cada repetição foi constituída pela contagem das plantas daninhas em uma área de 1 metro quadrado, escolhida aleatoriamente dentro de cada sistema. O quinto sistema que corresponde à rotação de culturas foi dividido em quatro partes para possibilitar uma melhor observação do comportamento das plantas daninhas em relação à cultura utilizada para o plantio direto – aveia (5A) e nabo (5B) que no período de primavera/verão são semeados com milho; trigo (5C), e canola (5D), que são semeados com soja na primavera/verão.

Foi avaliado também a altura e a produção de massa seca da parte aérea das plantas, isso quando elas estavam em seu estágio de pleno florescimento. Para avaliação da altura de plantas, mediu-se a altura de cinco pontos diferentes em cada parcela. Já para a verificação da produção de massa seca, cortou-se a massa fresca de uma área de 0,5 metros quadrado também em cinco pontos distintos de cada parcela e secou-se em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingirem massa constante.

Além disso, foi analisado o peso de espigas/sílicas inteiras produzidas por plantas (de milho, trigo e canola) em 10 plantas por parcela colhidas aleatoriamente e essas espigas/sílicas foram debulhadas manualmente e então foi averiguada a massa total de grãos produzidos por elas, em balança de precisão.

Já no dia 14 de agosto de 2015, foi colhido o milho dos dois sistemas. No dia 21 de agosto de 2015 foi realizada a colheita da canola e do trigo. A área colhida de cada parcela foi de 4 metros por 5 metros, totalizando 20 metros quadrados. A colheita de todas essas culturas foi realizada de forma manual e a debulha dos grãos das espigas/sílicas feita com auxílio de uma trilhadeira motorizada. Após a colheita e debulha, foi realizada a pesagem da produção total de grãos de cada parcela colhida. Assim como também, foi mensurada a massa de mil sementes retirados aleatoriamente da produção obtida em cada parcela, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Finalizando este processo, tendo como base a massa produzida por parcela, foi possível estimar a produtividade por hectare.

Em relação ao nabo e a aveia, como são culturas de adubação verde, realizou-se a dessecação de ambas as culturas no dia 21 de agosto de 2015, com o herbicida Paraquat (este vendido com nome comercial de Gramoxone) na dosagem de 1,5 l por hectare.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância. Quando significativos, foram submetidos ao teste de Tukey utilizando-se o software SISVAR.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 observam-se os resultados médios relativos ao comportamento das plantas daninhas (NPD), à massa seca da parte área (MSA) e à altura das plantas (AP) em relação aos sistemas de produção empregados.

Tabela 2 - Resultados médios para número de plantas daninhas (NPD), massa seca da parte área (MSA) e a altura de planta (AP) em função de diferentes sistemas de produção agrícola. Toledo, PUCPR, 2015.

Sistema ²	NPD plantas 1 m ⁻²	MSA g 0,5 m ²	AP cm
1	87,00 a	353,50 b	174,80 a
2	30,25 b	357,25 b	176,00 a
3	14,50 c	105,75 d	72,20 d
4	15,00 c	78,75 e	83,60 c
5A	8,50 cd	80,50 e	82,40 c
5B	1,75 d	480,50 a	99,40 b
5C	7,25 cd	108,00 d	72,40 d
5D	27,75 b	332,75 c	104,20 b
CV (%)	19,66	1,21	2,61

Notas: ¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

²Correspondente a cinco sistemas de produção agrícola: 1) soja no verão e milho safrinha no inverno; 2) soja no verão e milho safrinha+*Brachiaria ruziziensis* no inverno; 3) soja no verão e trigo no inverno; 4) soja no verão e aveia no inverno; 5) soja+milho no verão e aveia (5^a)+nabo(5B)+trigo(5C)+canola(5D) no inverno.

Nota-se que, exceto pela cultura da canola (5D), em todos os subsistemas relativos ao sistema 5, a população média das plantas daninhas foi menor que quando comparado aos outros sistemas avaliados. Esse é um dos benefícios esperados pela aplicação do sistema de rotação de culturas. Segundo Primavesi (1992), as plantas daninhas perdem sua agressividade em locais onde realiza-se rotação de culturas. Isso se deve ao fato de que, a cultura antecessora é capaz de influenciar na composição da comunidade vegetal invasora, uma vez que algumas dessas espécies se associam com maior intensidade a certas culturas que outras, além das modificações das práticas culturais que esse sistema proporciona (ZIMDAHL, 1993).

Ainda sobre o sistema de rotação de culturas, em relação à cultura da canola (5D), esta levou mais tempo do que quando comparado às demais culturas desse sistema (5A, 5B e 5C) para se estabelecer e fechar o dossel, de forma a possibilitar uma infestação maior de plantas daninhas. Conforme Embrapa (2006), a cultura principal deve-se estabelecer no campo, com desenvolvimento rápido e vigoroso, para que não haja competição por parte das plantas invasoras por água, luz e nutrientes.

Já o sistema 1 apresentou os maiores índices de plantas daninhas que quando comparado a todos os outros. Esse comportamento é esperado, uma vez que após a colheita

do milho safrinha, o solo fica descoberto até meados de setembro aguardando pela dessecação para implantação da cultura da soja. Isso permite com que as plantas daninhas se multipliquem livremente, incrementando ano após ano o banco de sementes no solo. Gazziero (2008) afirma que, com esse aumento do banco de sementes no solo, tem-se uma dificuldade no momento de realizar a operação de manejo das plantas invasoras na pré-semeadura e durante a seguinte safra.

O sistema de produção 2 apresentou um número médio inferior de plantas daninhas do que o sistema 1, resultado esse também esperado, que pode ser explicado devido à cobertura de solo propiciada pela braquiária que fica estabelecida após a colheita do milho safrinha. Porém, esse número ainda foi relativamente alto, resultados foram encontrados por Mateus et al. (2004), os quais observaram que, mesmo com o aumento na quantidade de palha sobre a superfície do solo, houve infestação por plantas daninhas, o que pode estar relacionado ao banco de sementes existentes na área experimental.

Os sistemas de produção 3 e 4 apresentaram comportamentos similares em relação as plantas daninhas e bem próximos aos apresentados pelo sistema de produção 5. Isso pode ser explicado devido ao fato de que aveia e o trigo são culturas de intensa competição por área, restringindo consideravelmente o desenvolvimento de plantas daninhas no decorrer de seus ciclos. Embrapa (2006), afirma que quando isso acontece, as condições se tornam favoráveis às culturas principais e desfavoráveis as plantas invasoras levando-se então a uma redução dessas na lavoura.

Já na Tabela 3 é possível observar os resultados médios referentes ao peso total de espigas (PTE) e ao peso de grãos por espigas (PGE), todos esses produzidos por 10 plantas por parcela. Observando-se que às parcelas que estavam com a cultura da aveia e do nabo (Sistema 4, 5A e 5B) por se tratarem de culturas de adubação verde e por terem passado por dessecação, os índices produtivos não foram avaliados.

Tabela 3 - Resultados médios para o peso total de espigas (PTE) e o peso de grãos por espiga (PGE). Toledo, PUCPR, 2015.

Sistema ²	PTE (g)	PGE (g)
1	189,50 a	111,75 a
2	195,75 a	113,50 a
3	1,09 c	0,59 b
4	**	**
5A	**	**
5B	**	**
5C	1,17 c	0,71 b

5D	17,70 c	9,30 b
CV (%)	4,07	4,79

Notas: ¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
²Correspondente a cinco sistemas de produção agrícola: 1) soja no verão e milho safrinha no inverno; 2) soja no verão e milho safrinha+*Brachiaria ruziziensis* no inverno; 3) soja no verão e trigo no inverno; 4) soja no verão e aveia no inverno; 5) soja+milho no verão e aveia (5^a)+nabo(5B)+trigo(5C)+canola(5D) no inverno.

Em relação aos índices produtivos peso total de espiga, peso de grãos por espiga (Tabela 3), produção total por parcela, peso de mil sementes e a produtividade obtida por parcela extrapolada para kg ha⁻¹ (Tabela 4), é possível verificar que houve diferença a 5% de significância pelo teste de Tukey entre os tratamentos.

No entanto, quando comparado às culturas que são iguais, como o milho (Sistema 1 e 2) observa-se que não houve diferença estatística significativa, porém em todos esses parâmetros avaliados, o sistema de monocultura (Sistema 1) obteve médias inferiores quando comparado ao segundo sistema de produção que corresponde a sucessão de culturas. Isso é consequência da contínua sucessão de soja/milho e ausência da rotação que contribuíram para a alta infestação de plantas daninhas no primeiro sistema (DUARTE et al., 2007). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Almeida (1981) que verificou uma redução no rendimento de grãos de milho devido à alta presença de plantas daninhas na lavoura.

Nota-se o mesmo em relação à cultura do trigo (Sistema 3 e 5C), no qual o sistema de monocultura (Sistema 3) também apresentou valores médios inferiores quando comparado ao sistema de rotação de culturas (5C). Assim como no milho esses resultados foram influenciados devido à grande quantidade de plantas daninhas, nas quais são capazes de reduzir a penetração da luz no dossel da cultura do trigo tendo como consequência um desempenho crítico da cultura na determinação da emissão, desenvolvimento e da sobrevivência dos afilhos levando então a perdas de produtividade (DUARTE et al., 2002).

A partir dos dados apresentados pela Tabela 4, é possível observar os valores referentes à produção total por parcela (PTP), peso de mil sementes (PMS) essas retiradas aleatoriamente da produção obtida em cada parcela assim como também a produtividade extrapolada para kg ha⁻¹.

Tabela 4 - Resultados médios para a produção total por parcela (PTP), peso de mil sementes (PMS) e a produtividade obtida pela colheita das plantas dentro da área útil de cada parcela, extrapolada para kg ha⁻¹. Toledo, PUCPR, 2015.

Sistema ²	PTP (kg)	PMS (g)	Produtividade (kg ha ¹)
1	9,07 a	168,25 a	4.537,5 a
2	9,90 a	173,50 a	4.950 a

3	3,55 b	29,50 b	1.775 b
4	**	**	**
5A	**	**	**
5B	**	**	**
5C	3,70 b	33 b	1.850 b
5D	2,10 c	2 c	1.050 c
CV (%)	5,37	3,32	5,37

Notas: ¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

²Correspondente a cinco sistemas de produção agrícola: 1) soja no verão e milho safrinha no inverno; 2) soja no verão e milho safrinha+*Brachiaria ruziziensis* no inverno; 3) soja no verão e trigo no inverno; 4) soja no verão e aveia no inverno; 5) soja+milho no verão e aveia (5ª)+nabo(5B)+trigo(5C)+canola(5D) no inverno.

Em relação à produtividade geral do milho, nem mesmo a melhor média apresentada (4.950 kg há¹) se aproximou da estimativa de produtividade do Estado do Paraná na safrinha de 2015 (5.621 kg ha¹), conforme informam os dados da FAEP (2015). Esse decréscimo de produtividade no experimento deve-se não apenas a alta infestação de plantas daninhas, mas também ao período de falta de chuvas e altas temperaturas que ocorreram durante o mês de março e início de abril, impactando dessa forma na diminuição da produtividade.

Já na Tabela 5 é possível observar o estudo de viabilidade econômica das culturas submetidas aos diferentes sistemas de produção agrícola. É possível ver que mesmo tendo o custo um pouco mais elevado por conta da semente da braquiária, a renda líquida propiciada pelo cultivo de MS+R (milho safrinha + braquiária *ruziziensis*), após serem descontados os custos totais de produção, foi maior que quando comparado apenas ao cultivo do milho safrinha. Em relação aos cultivos de nabo e aveia, esses não apresentaram lucro imediato, isso porque o objetivo foi apenas utilizar essas culturas como adubação verde, porém elas trarão benefícios nas seguintes safras.

Tabela 5 - Estudo da viabilidade econômica dos cultivos submetidos a diferentes sistemas de produção agrícola. Toledo, PUCPR, 2015.

Componentes do custo de produção ha ¹	MS (R\$)	MS+R (R\$)	TRIGO (R\$)	AVEIA (R\$)	CANOLA (R\$)	NABO (R\$)
Sementes	380,00	446,00	165,00	55,00	270,00	50,00
Fertilizantes	469,32	469,32	336,98	383,46	288,07	288,07
Defensivos	175,80	175,80	110,80	89,60	17,04	32,10
Operação com máquinas	80,00	80,00	70,00	70,00	70,00	70,00
Mão de obra	125,00	125,00	90,00	90,00	100,00	90,00
Custo total	1.230,12	1.296,12	772,78	688,06	745,11	530,17
Produtividade (R\$)	1.786,00	1.950,50	990,00	**	1.323,00	**
RENDIA LÍQUIDA	555,88	654,38	217,22	**	577,89	**

Nota: ¹Utilizando valor médio das repetições para o cálculo de produtividade em reais (R\$).

Comparando a viabilidade econômica das culturas (apresentada na Tabela 5) observa-se que o sistema de sucessão de culturas milho safrinha + braquiária *ruziziensis* propiciou uma maior renda líquida quando comparado ao mesmo tempo ao sistema de monocultura de milho safrinha. Isso se deve principalmente por essa prática de sucessão de culturas já ocorrer no local por três anos. Porém, a lucratividade obtida não foi alta devido aos preços baixos no momento da comercialização do ano de 2015 (R\$ 23,50 por saca de 60kg).

Já em relação à cultura da aveia e do nabo essas não trouxeram retorno econômico imediato, porém são culturas que trazem vários benefícios, como formação de massa vegetal para proteção do solo contra erosão, favorecem a manutenção de umidade no solo, promovem melhor estruturação do solo, diminuem os custos de controle com plantas invasoras e ao longo dos anos resultam no aumento dos teores de matéria orgânica, que serão capazes de proporcionar melhorias significativas nas características químicas, físicas e biológicas do solo (DUARTE e MARIA, 2013) melhorando assim as safras seguintes.

Sobre a cultura da canola, nota-se que ela é uma boa opção para se realizar rotação de culturas, já que ela é uma cultura de inverno e que gera uma rentabilidade para o produtor, que é o desejo da maioria, investir em uma cultura que traga lucratividade imediata.

Conclusão

O sistema de produção agrícola adotado é capaz de influenciar na dinâmica populacional das plantas daninhas, uma vez que quando utilizado sistemas de produção de rotação e sucessão de culturas as populações de plantas invasoras no experimento foram menores e os componentes de produção bem como as produtividades obtidas foram maiores quando comparado com aquelas obtidas nos sistemas de monocultura, interferindo também na viabilidade econômica dos sistemas agrícolas.

Referências

AGÊNCIA EMBRAPA. **Sistema de plantio direto de milho**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html. Acesso em: 06 jan. 2016

ALMEIDA, F. S. Eficácia de herbicidas pós-emergente no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina: 1981. p. 101-144 (Circular, 23).

ARNS Adriane Diekow. **Análise econômica da rotação de culturas no SPD através de uma visão sistêmica da propriedade rural**. Revista plantio direto. Maio/junho 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CAVIGLIONE, J. H.; CARAMORI, P. H.; KIIHL, L. B.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000. CD-ROM.

DUARTE, A. P.; MARIA, I. C. Milho + Brachiaria: investimento mínimo, máximo retorno. A Lavoura, n. 697/2013. Disponível em: http://www.sna.agr.br/uploads/ALavoura_697_39.pdf. Acesso em: 02 jun. 2016

DUARTE, A. P.; SILVA, A. C.; DEUBER, R. **Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos, no médio Paranapanema**. Plantas Daninhas, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 285-291, 2007.

DUARTE, N. F.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. **Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Jaci, MG**. Ci. Agr., v. 26, n. 5, p. 983-992, 2002.

EMBRAPA. **Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Trigo**. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do63.pdf. Acesso em: 07 jun. 2016

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja Paraná 2004**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/manejo.htm>. Acesso em: 06 jan. 2016

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 161

FAEP. **Produtividade de milho no estado do Paraná**. Disponível em: <http://sistemafaep.org.br/parana-deve-colher-359-milhoes-de-toneladas-de-graos-na-safra-201516/>. Acesso em: 07 jun. 2016

GAZZIERO, D. L. P. **Glifosate e a Soja Transgênica**. Londrina: Embrapa Soja, 2008.
HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: EMBRAPA trigo, 2001.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, p. 16-27, 1985.

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

SOUZA NETO, J. M. **Formação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com o milho como cultura acompanhante.** 1993. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1993.

ZIMDAHL, R. L. **Fundamentals of weed science.** London: Academic Press, 1993. 450 p.