**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**A evolução tecnológica e a tomada de decisão do produtor de grãos do
oeste do Paraná: o caso da propriedade típica de Cascavel (PR) –
safras 2007/08 a 2016/17**

Renato Garcia Ribeiro

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Administração

**Piracicaba
2018**

Renato Garcia Ribeiro
Bacharel em Economia

**A evolução tecnológica e a tomada de decisão do produtor de grãos do oeste do
Paraná: o caso da propriedade típica de Cascavel (PR) – safras 2007/08 a 2016/17**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **LUCILIO ROGERIO APARECIDO ALVES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Administração

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Ribeiro, Renato Garcia

A evolução tecnológica e a tomada de decisão do produtor de grãos do oeste do Paraná: o caso da propriedade típica de Cascavel (PR) – safras 2007/08 a 2016/17 / Renato Garcia Ribeiro. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011.- - Piracicaba, 2018.

122 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Sementes modificadas geneticamente 2. Receita líquida 3. Adoção tecnológica 4. Sistemas produtivos I. Título

DEDICATÓRIA

*“Ao meu filho Felipe e minha esposa Carla,
Aos meus pais e irmãs e também a todos aqueles
que estiveram comigo nessa jornada”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças e saúde para concluir este trabalho.

Agradeço a toda minha família pela compreensão e por entender o motivo nobre das ausências no decorrer dessa dura jornada.

Agradeço a minha companheira Carla, pela força e apoio nos momentos de fraqueza, nas árduas tarefas da casa e no especial cuidado e todo carinho com o nosso filho Felipe, nas ausências, nos fins de semanas e noites dedicados a conclusão das disciplinas e desta dissertação. Agradeço ao meu filho Felipe, que apesar da pouca idade, conseguiu compreender a importância da ausência em casa do “papai” em alguns dias, noites e fins de semana. Não poderia deixar de registrar a emoção dos momentos e do coração partido com as perguntas feitas por ele na porta da sala: “Vai tabaia, papai?” e que eram imensamente reconfortadas com os sorrisos, beijos e abraços do momento da volta. Agradeço novamente e peço desculpas aos dois, pelos momentos de falta de paciência e mesmo assim continuaram ao meu lado dando forças e confiando que esta fase era passageira.

Agradeço ao meus pais, Ricardo e Celina, e irmãs, Gabriela e Lívia pela força e apoio que decorreram ao longo do mestrado. Não poderia deixar de registrar todo o apoio fornecido por eles no decorrer de toda minha formação profissional, quando investiram em mim e não mediram esforços para que eu estudasse em boas escolas mesmo com todas as dificuldades. Agradeço ao tio Fábio, que no início de 2007 me apresentou ao Cepea e com minha vinda em meados daquele ano, pude conhecer este pessoal incrível que proporcionou o início de minhas atividades de pesquisa e forneceu tempo, além dos principais dados utilizados e uma infraestrutura fantástica para que eu concluísse meu mestrado.

Agradeço a todos os amigos e professores do Cepea pela paciência e apoio no decorrer da jornada em especial ao meu orientador, o Professor Lucilio Rogerio Aparecido Alves pelo tempo e por acreditar que poderia realizar um bom trabalho de pesquisa.

Agradeço a Professora Margarete Boteon pelo apoio, pelo puxão de orelha e palavras de incentivo no início do mestrado, fundamentais para que eu chegasse ao final desta fase acadêmica.

Agradeço a toda a equipe de trabalho do Cepea, em especial aos colegas Mauro Osaki, Fernando Perez, Milena Nishikawa, André Sanches, Fábio Lima, Laleska Moda e Carolina Sales que entenderam a minha ausência e conseguiram levar as atividades a frente com dedicação e carinho.

Agradeço aos colegas do mestrado, em especial ao Fábio e a Fernanda, e que sem vocês, os momentos difíceis e a grande dúvida que rondam os processos burocráticos e as cobranças não seriam superados.

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”.

Simone de Beauvoir

SUMÁRIO

RESUMO	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE FIGURAS	14
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos.....	19
1.2 Estrutura do material	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Schumpeter e o progresso tecnológico	21
2.2 As adoções e mudanças tecnológicas na agricultura	23
2.3 A adoção de tecnologias na agricultura e racionalidade nas decisões dos agentes	25
2.4 O repasse tecnológico no campo	30
3 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA PRODUÇÃO DE GRÃOS, EVOLUÇÃO DAS CULTURAS, SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE SEMENTES DISPONÍVEIS NO BRASIL.....	33
3.1 Caracterização da produção de soja, milho e trigo em âmbito mundial, nacional e em Cascavel (PR)	33
3.1.1 Evoluções das ofertas mundiais de soja, milho e trigo	33
3.1.2 Evoluções das ofertas brasileiras de soja, milho e trigo	36
3.1.3 Caracterização da produção paranaense de soja, milho e trigo	40
3.1.4 Caracterização da produção de soja, milho e trigo na região de Cascavel (PR) ..	42
3.2 Zoneamento agrícola, calendário cultivo e período de semeio da soja, milho e trigo...	45
3.3 Considerações sobre o uso de Organismos Geneticamente Modificados no Brasil	49
4 METODOLOGIA	53
4.1 Base de dados	53
4.2 Escolhas da região e período de análise	53
4.3 Painel de Custo de Produção e propriedade típica	54
4.4 Método de análise do Custo de Produção.....	54
4.5 Receitas financeiras e a sustentabilidade da propriedade	56
4.6 Critérios de equalização e tratamento dos dados	58
4.7 Mensuração das vantagens ou desvantagens da técnica moderna ou tradicional.....	59
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63

5.1	Caracterização da área da propriedade típica de Cascavel (PR)	63
5.1.1	Tamanho da propriedade e tecnologias adotadas	63
5.1.2	Valor da terra e valor correspondente a arrendamento na típica de Cascavel (PR)	68
5.1.3	Caracterização das máquinas e implementos da típica de Cascavel (PR).....	68
5.1.4	Produtividade da propriedade típica de Cascavel (PR)	68
5.1.5	Evolução do uso dos insumos na propriedade típica de Cascavel (PR).....	72
5.2	Condições mercadológicas e quadro de preços de venda da produção e dos insumos entre as safras 2007/08 e 2016/17 em Cascavel (PR)	79
5.3	Receitas totais, custos e rentabilidade da propriedade típica de Cascavel (PR) entre as safras 2007/08 e 2016/17	84
5.3.1	Custos operacionais e totais da soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo	84
5.3.1	Receitas totais, custos e retornos por cultura entre as safras 2007/08 e 2016/17..	94
5.3.2	Retornos dos sistemas de produção entre as safras 2007/08 e 2016/17	102
5.4	Análise comparativa das técnicas tradicional e moderna na propriedade Típica de Cascavel	104
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
	REFERÊNCIAS	117

RESUMO

A evolução tecnológica e a tomada de decisão do produtor de grãos do oeste do Paraná: o caso da propriedade típica de Cascavel (PR) – safras 2007/08 a 2016/17

Esta pesquisa tem como objetivo principal analisar o efeito da adoção das tecnologias utilizadas pelos produtores típicos de grãos (soja, milho e trigo) da região oeste do Paraná sobre a rentabilidades de culturas e sistemas entre os anos-safras 2007/08 e 2016/17, período que corresponde à mudança entre a baixa adoção de tecnologias modificadas geneticamente para um cenário de grande dependência e utilização. Este período também corresponde a uma mudança significativa na destinação das áreas e das culturas dentro da propriedade típica, com prioridade para o cultivo da soja no verão e incremento do cultivo de milho na 2ª safra, assim como maior utilização da área total na 2ª safra. A propriedade típica de Cascavel (PR) foi utilizada como base das informações analisadas. O ferramental utilizado se apoiou no trabalho realizado por Paiva (1975), comparando os resultados em termos de receita líquida de dois cenários produtivos específicos, um tradicional e outro moderno. A premissa é que o agricultor escolherá ou adotará a atividade e a técnica que apresentar melhor resultado e vantagem econômica. O período tradicional levou em consideração os resultados produtivos e de custos de produção das safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, em que a propriedade típica de Cascavel cultivava ainda um percentual alto de variedades de soja e híbridos de milho convencionais, assim como no portfólio de culturas semeava o milho na 1ª safra. A 2ª safra foi semeada com milho e trigo, mas sem ocuparem a totalidade da área disponível para o cultivo. O período moderno abrangeu os anos safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17. Nestas safras, a propriedade típica de Cascavel (PR) passou a cultivar toda a área com soja e milho modificados geneticamente. A soja preencheu toda a área da 1ª safra e o milho a maior parte da área da 2ª safra. O trigo completou o cultivo da 2ª safra. Milho 2ª safra e trigo passaram a ocupar uma parcela maior da área disponível em 2ª safra. No geral, os resultados aqui apresentados indicaram que as receitas líquidas dos anos mais recentes (2014/15, 2015/16 e 2016/17) superaram as registradas nos anos bases de análise (2007/08, 2008/09 e 2009/10), direcionando para um contexto em que o produtor adotou técnicas com melhor benefício econômico/financeiro.

Palavras-chave: Sementes modificadas geneticamente; Receita líquida; Adoção tecnológica; Sistemas produtivos

ABSTRACT

The technological evolution and decision making of western Paraná grain producer: the case of typical farm on Cascavel (PR) – 2007/08 a 2016/17 seasons

The research main objective is analyze the impact of technology's adoption on typical grain producers (soybean, corn and wheat) profitability on the western region of Paraná and between the years 2007/08 and 2016/17, a period that corresponds a change from low genetically modified technologies adoption to a scenario of high dependence and utilization. This period also corresponds to a significant change in the allocation of areas and crops within the typical farm, with priority for summer soybean production and increment of corn cultivation as second crop, as well as greater utilization of the total area in the second crop. The typical farm of Cascavel (PR) was used as the basis to the analyzed information. The tool used was based on Paiva (1975), comparing results in terms of net revenue of two specific production scenarios, one traditional and other modern. The premise was that the farmer will choose or adopt the activity and technique that present the best result and economic advantage. The traditional period considers productivity and production costs of the 2007/08, 2008/09 and 2009/10 harvests where Cascavel's typical farm still cultivated a high percentage of conventional soybean varieties and corn hybrids as well as portfolio of crops sowed corn in the first crop. The second crop was sown with maize and wheat, but did not occupy the entire area available for cultivation. The modern period covered the 2014/15, 2015/16 and 2016/17 season. In these harvests, the typical property of Cascavel began to cultivate the entire area with genetically modified soy and corn. Soybean filled the entire area of the 1st crop and maize most of the area of the 2nd crop. The wheat completed the cultivation of the 2nd crop. Over the seasons it has been found more intensive cultivation system in the 2nd crop area, increasing corn sowing and reducing wheat. In addition, the typical farm no longer sowed maize in the first crop and began to sow only genetically modified soybeans and corn. In general, the results presented here indicate that most recent years (2014/15, 2015/16 and 2016/17) net revenues exceed those recorded in the base analysis years (2007/08, 2008/09 and 2009/10), leading to a context in which the producer has adopted better techniques over time.

Keywords: Genetically modified seeds; Net revenue; Adoption; Production systems

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Calendário de soja, milho 1ª e 2ª safra e trigo na região Sul do Brasil.	45
Tabela 2 – Total de sementes registradas por tecnologia e por cultura no Brasil até junho de 2017	51
Tabela 3 – Captação de recursos de custeio da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo	67
Tabela 4 – Valor real da terra e arrendamento da propriedade típica de Cascavel (PR).....	68
Tabela 5 – Evolução do inventário de máquinas e implementos da propriedade típica de Cascavel (PR)	70
Tabela 6 – Uso de fertilizantes (N, P ₂ O ₅ e K ₂ O) por kg de nutriente por hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17	73
Tabela 7 – Uso de herbicidas em número de aplicações para pulverização em 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17	74
Tabela 8 – Uso de inseticidas em número de aplicações para pulverização em 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17	75
Tabela 9 – Inseticidas utilizados por praga alvo em 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17	76
Tabela 10 – Uso de fungicidas em número de aplicações para pulverização por 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17	77
Tabela 11 – Índice pluviométrico, aplicações de fungicidas e casos de ferrugem asiática da soja em Cascavel (PR) na cultura da soja, entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	77
Tabela 12 – Fungicidas utilizados na propriedade típica de Cascavel (PR) para soja e sua eficiência por safra, entre as safras 2007/08 e 2016/17	78
Tabela 13 – Custos operacionais e totais da soja TH na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17	86
Tabela 14 – Custos operacionais e totais da soja NOGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2010/11	87
Tabela 15 – Custos operacionais e totais da soja TH e RI na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2014/15 e 2016/17	88

Tabela 16 – Custos operacionais e totais do milho 1ª safra OGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2009/10 e 2013/14.....	89
Tabela 17 – Custos operacionais e totais do milho 1ª safra NOGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2010/11.....	89
Tabela 18 – Custos operacionais e totais do milho 2ª safra OGM na propriedade típica de Cascavel em R\$/sc, entre as safras 2009/10 e 2016/17.....	91
Tabela 19 – Custos operacionais e totais do milho 2ª safra NOGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2010/11.....	92
Tabela 20 – Custos operacionais e totais do trigo na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17	93
Tabela 21 – Custos e receitas líquidas na cultura da soja na prioridade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17	95
Tabela 22 – Resultados financeiros da cultura da soja na propriedade típica de Cascavel, em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2016/17	96
Tabela 23 – Custos e receitas líquidas na cultura do milho 1ª safra, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2013/14.....	99
Tabela 24 – Retorno financeiro para a cultura da milho verão na prioridade típica de Cascavel em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2013/14.....	99
Tabela 25 – Custos e receitas líquidas na cultura do milho 2ª safra em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	100
Tabela 26 – Retorno financeiro para a cultura da milho 2ª safra na prioridade típica de Cascavel, em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2016/17	100
Tabela 27 – Custos e receitas líquidas na cultura do trigo, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	101
Tabela 28 – Retorno financeiro para a cultura do trigo na prioridade típica de Cascavel, em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2016/17	101
Tabela 29 – Resultados financeiros da propriedade típica de Cascavel, entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	103
Tabela 30 – Preços médios de venda considerados para as culturas, entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	105
Tabela 31 – Produtividade média ponderada para cada cultura, para os períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em sc/ha	106
Tabela 32 – Custos de produção por cultura nos períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/sc.....	107

Tabela 33 – Custos de produção e receita Bruta por cultura nos períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/ha.....	108
Tabela 34 – Receita líquida por cultura e resultados comparativos entre os períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/ha	109
Tabela 35 – Receita líquida na propriedade típica e resultados comparativos entre os períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/fazenda.....	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja no mundo (base 100 = safra 1990/91).	34
Figura 2 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade de milho no mundo (base 100 = safra 1990/91).	35
Figura 3 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade de trigo no mundo (base 100 = safra 1990/91).	36
Figura 4 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja no Brasil (base 100 = safra 1990/91).	36
Figura 5 – Produção dos principais estados produtores de soja no Brasil entre as safras 1990/91 e 2016/17.	37
Figura 6 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho total no Brasil (base 100 = safra 1990/91).	38
Figura 7 – Produção dos principais estados produtores de milho no Brasil entre as safras 1990/91 e 2016/17.	38
Figura 8 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do trigo no Brasil (base 100 = safra 1990/91).	39
Figura 9 – Produção dos principais estados produtores de trigo no Brasil entre as safras 1990/91 e 2016/17.	39
Figura 10 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja no Paraná (base 100 = safra 1990/91).	40
Figura 11 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 1ª safra no Paraná (base 100 = safra 1990/91).	41
Figura 12 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 2ª safra no Paraná (base 100 = safra 1990/91).	41
Figura 13 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do trigo no Paraná (base 100 = safra 1990/91).	42
Figura 14 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja em na região de Cascavel (PR) (base 100 = safra 2007/08).	43
Figura 15 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 1ª safra em Cascavel (base 100 = safra 2007/08).	43
Figura 16 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 2ª safra em Cascavel (base 100 = safra 2007/08).	44

Figura 17 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do trigo em Cascavel (base 100 = safra 2007/08).	44
Figura 18 – Evolução percentual da área semeada de soja no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.	47
Figura 19 – Evolução percentual da área semeado com milho 1ª safra no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.....	47
Figura 20 – Evolução percentual da área semeada do milho 2ª safra no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.....	48
Figura 21 – Evolução percentual da área semeada com trigo no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.	48
Figura 22 – Área agrícola e total na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.	64
Figura 23 – Evolução percentual da área semeada na 1ª safra com soja e milho na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	64
Figura 24 – Evolução percentual das tecnologias adotadas no cultivo de soja na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	65
Figura 25 – Evolução percentual das tecnologias adotadas no milho 1ª na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	65
Figura 26 – Evolução percentual da área semeada na 2ª safra na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	66
Figura 27 – Evolução percentual entre variedades NOGM e OGM no milho 2ª safra na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	67
Figura 28 – Produtividade das culturas de verão na propriedade típica, divulgadas pela SEAB/DERAL (2018) para cada cultura na região de Cascavel (PR) e pluviometria na 1ª safra na região, entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	71
Figura 29 – Produtividade das culturas 2ª safra na propriedade típica, divulgadas pela SEAB/DERAL (2018) para cada cultura na região de Cascavel (PR) e pluviometria na 2ª safra na região, entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	72
Figura 30 – Preços reais pagos ao produtor da soja, milho e trigo em Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.....	80
Figura 31 – Preços reais dos fertilizantes Super Simples, Cloreto de Potássio e Uréia em Cascavel (PR), entre março de 2008 e julho de 2017.....	83
Figura 32 – Preços reais do Glifosato, Cipermetrina, Lufenuron, epoxiconazol + piraclostrobina e azoxistrobina + ciproconazol em Cascavel (PR), entre março de 2008 e julho de 2017.....	84

Figura 33 – Contribuição das culturas na formação do custo unitário de produção no período tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10).....	110
Figura 34 – Contribuição das culturas na formação do custo unitário de produção no período moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17).....	110

1 INTRODUÇÃO

A agricultura no Brasil tem tomado cada vez mais um papel de destaque na economia e nas atividades geradoras de renda e recursos ao país. A competitividade presente no meio agrícola brasileiro tem contribuído para que o agronegócio brasileiro seja um dos pilares da economia nacional e proporcionado certa sustentabilidade ao Produto Interno Bruto (PIB) em um cenário de condições econômicas mais complexas no país nos últimos anos. Em 2016, o agronegócio foi responsável por 21,4% de todas as riquezas geradas pelo país (CEPEA/ESALQ-USP, 2017a).

Em termos de grãos e cereais, o Brasil se caracteriza como o segundo maior produtor de soja e o terceiro maior produtor mundial de milho. No trigo, o Brasil foi o 16º maior produtor mundial (USDA, 2017). Enquanto na soja e no milho o Brasil se apresenta como exportador líquido, no trigo é um dos maiores importadores mundiais.

O protagonismo mundial na produção de soja e milho foi crescente nos últimos anos. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (CONAB, 2017), as produções da oleaginosa e o do cereal na temporada 2016/17 significaram crescimentos de 95% e 83%, respectivamente, em relação à temporada 2006/07; a oferta nacional de soja passou de 58,4 milhões de toneladas para 114,1 milhões de toneladas, enquanto a de milho, total, de 51,4 milhões de toneladas, para 97,8 milhões de toneladas.

O crescimento da oferta agrícola depende, entre outros fatores, do desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias que facilitam os trabalhos e proporcionam ao setor ganhos mais significativos; ao mesmo tempo, os torna cada vez mais dependente de novas tecnologias. Entretanto, o grande número de variáveis envolvidas dificulta os processos decisórios e a gestão do negócio rural, necessitando aprimoramentos constantes dos tomadores de decisão no que tange os portfólios ou a que cultura e sistema utilizar no campo.

No Brasil, a evolução tecnológica especialmente na agricultura pode ser datada em um contexto mais moderno nos anos de 1960, com uma maior mecanização e também com uma maior utilização de insumos para a produção (ALMEIDA, 1989). Segundo Vieira Filho (2014), a evolução tecnológica no campo pode ser dividida em três períodos: o primeiro entre os anos 1960 até os anos 1970; o segundo até 1990; e, o terceiro, dos anos 1990 até a atualidade.

O primeiro período se caracterizou pelo aperfeiçoamento da produção de grãos e da pecuária em geral, assim como as entidades de pesquisa e o sistema brasileiro de crédito. No segundo período, a expansão das culturas para regiões mais áridas e de solo mais ácido, assim como o manejo integrado de pragas foram os fatores que o caracterizaram. Já no terceiro

momento, os destaques foram o uso de plantio direto e a melhora da qualidade das sementes, inclusive com a intensificação daquelas geneticamente modificadas.

Neste contexto, a partir dos anos de 1990, com o maior uso de organismos geneticamente modificados na agricultura, há correlação positiva com o aumento na produtividade e negativa com o uso de defensivos químicos. Roessing e Lazzarotto (2005), relatam que nos anos 1970 já acontecia o uso pontual de plantas geneticamente modificadas em nível mundial, porém, só no começo da década de 1990 as vendas passaram a se fortalecer. Em 1996, a área mundial de sementes geneticamente modificadas era de 2,8 milhões de hectares. Em 1997 já era de cerca de 12,8 milhões de hectares. Em 2014, a área com sementes geneticamente modificadas foi estimada em 181 milhões de hectares no mundo, sendo o Brasil o segundo país em área cultivada com organismos geneticamente modificados (JAMES, 2014).

No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Sementes e Mudas – ABRASEM (2015), 94% das sementes de soja comercializadas no país foram de modificadas geneticamente na safra 2015/16, mostrando que o desenvolvimento tecnológico em sementes na agricultura tem sido bem absorvido nos sistemas produtivos. Todavia, esta evolução passou pela tomada de decisão do produtor rural, que teve de se adequar com este movimento. O produtor, muitas vezes, acaba sendo direcionado pelo mercado a se adaptar a esta evolução tecnológica para sobreviver na atividade e, segundo Vieira Filho (2014), dado as características da agricultura brasileira, o produtor deve se adaptar um “pacote” mínimo de insumos. Para o autor, o Brasil segue “um tipo de trajetória tecnológica ampliada” (VIEIRA FILHO, 2014, p.398).

Segundo Levins e Cochrane (1996), o produtor rural é um elo fraco na cadeia da qual participa, uma vez que é tomador de preços do mercado e dependente de tecnologias. Além disso, a pressão sobre os produtores em adotar as novas tecnologias, visando reduzir custos unitários, acaba por proporcionar uma maior oferta do produto e que, com o passar do tempo, pressiona os ganhos da propriedade rural e o faz seguir atrás de novas tecnologias para continuar reduzindo seu custo unitário. Neste contexto, muitas vezes os ganhos de produtividade não necessariamente retornam como maior receita para a propriedade agrícola

Dessa forma, o processo de desenvolvimento das tecnologias pode representar em maior grau os interesses de determinado elo da cadeia, já que a adoção de tecnologias sofre uma série de influências no meio produtivo e nem sempre o produtor é o maior beneficiário destes ganhos. Neste contexto, a adoção tecnologia reflete diversas características da sociedade e do sistema de produção. Segundo Souza Filho *et al.* (2011), economia e sociedade caminham juntas no processo de adoção tecnologia e, além disso, fatores como crédito, educação e extensão rural têm significativa importância neste contexto.

Segundo Doss (2006), um dos pontos que mais merece destaque ao se avaliar a adoção tecnológica é a disponibilidade de crédito e recursos financeiros do produtor rural. No Brasil, segundo a CONAB (2016) é notória a utilização de recursos para custeio da safra via bancos comerciais e/ou empresas fornecedoras de insumos, via empréstimos financeiro ou mesmo troca de insumos por equivalente valor de produção (*barter*). Segundo a ABRASEM (2015), as empresas de semente também atuam no mercado de defensivos, levantando a hipótese de que empresas que possuem as tecnologias de sementes também produzem os defensivos agrícolas.

Vale citar, porém, que a evolução tecnológica na agricultura é um tema amplo e complexo de estudo. A inserção de tecnologias pode ser feita via uso de fertilizantes, com irrigação, novos defensivos químicos, tecnologia de aplicação de taxa variável e mesmo questões sociais de aprendizado e gestão, além de variedades novas de sementes. Neste trabalho, não se pretende estudar a diferenciação entre os diversos fatores tecnológicos, mas sim avaliar se ao longo do tempo se os produtores estão obtendo ganhos econômicos com sua adoção. A base de diferenciação de períodos será o uso de sementes geneticamente modificadas.

Independente da adoção tecnológica, no geral se observa que para as culturas da soja, milho e trigo, o produtor tem apresentado dificuldade em remunerar corretamente a atividade agrícola, uma vez que em algumas regiões e culturas consegue pagar os custos operacionais de produção mas mostra dificuldade para pagar a depreciação e a remuneração do capital investido, como apresentado por Osaki *et al.* (2017) no Brasil. Assim, questiona-se até que ponto o produtor típico de uma região produtora de grãos estaria decidindo pelo portfólio melhor rentabilidade entre as culturas, tecnologias das sementes e de calendário de plantio empregadas na propriedade típica ou mesmo no sistema (portfólio de culturas) produtivo selecionado no decorrer das safras. Também parece importante entender se com o passar das safras, avaliando-se a evolução das tecnologias de sementes utilizadas pelos produtores típicos de Cascavel (PR) (base para a análise no oeste do Paraná) entre as safras 2007/08 e 2016/17, estaria o produtor escolhendo e adotando as técnicas que lhe proporcionam o melhor resultado em termos econômicos da propriedade. Em seguida, descrevem-se com maior detalhe os objetivos desta pesquisa.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é analisar o efeito da adoção das tecnologias utilizadas pelos produtores típicos de grãos (soja, milho e trigo) da região oeste do Paraná sobre a rentabilidades de culturas e sistemas entre nos anos-safras 2007/08 e 2016/17, período que corresponde à

mudança entre a baixa adoção de sementes modificadas geneticamente para um cenário de grande dependência e utilização. Este período também corresponde a uma mudança significativa na destinação das áreas e das culturas dentro da propriedade típica, com prioridade para o cultivo da soja no verão e incremento do cultivo de milho na 2ª safra, assim como maior utilização da área total na 2ª safra. Tomar-se-á como referência a propriedade típica de Cascavel (PR).

No escopo do objetivo geral, especificamente se pretende:

- a) Identificar as principais mudanças tecnológicas nas culturas de soja, milho e trigo da propriedade típica;
- b) Discutir a evolução do uso dos insumos (fertilizantes e defensivos agrícolas) e suas relações com as tecnologias das sementes empregadas na propriedade típica de Cascavel;
- c) Avaliar o comportamento das rentabilidades obtidas na propriedade típica, tanto por cultura quanto por sistemas produtivos e tecnologias de sementes empregadas.

1.2 Estrutura do material

Para atender aos objetivos propostos, além desta parte introdutória, este trabalho está subdividido em mais 5 seções. Na segunda seção, através de uma revisão de bibliográfica, conceitua-se os principais assuntos abordados no trabalho, visando um embasamento coeso das propostas e objetivos da pesquisa. Em seguida, será caracterizada a produção regional e nacional de grãos. Na quarta parte será apresentada a metodologia utilizada para a organização do banco de dados, assim como os passos seguidos para as análises que visam responder ao objetivo central da pesquisa. Os resultados do trabalho são apresentados e discutidos na quinta seção, sendo apresentadas as considerações finais na última seção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção busca apresentar uma conceituação teórica sobre os principais tópicos que serão discutidos no trabalho. Inicia-se com os conceitos de progresso tecnológico pela ótica de Schumpeter, para então descrever o processo de adoção e mudança tecnológica na agricultura, identificando os direcionamentos da pesquisa na atualidade. Também serão apresentados os aspectos relacionados a adoção e mudanças tecnológicas na agricultura pela ótica da racionalidade nas decisões dos agentes.

2.1 Schumpeter e o progresso tecnológico

Segundo Torres (2012), foi com Joseph Schumpeter que o progresso tecnológico passou a ter um olhar mais aprofundado na discussão econômica. Uma das principais contribuições do pensador foi a discussão em torno do termo “inovação”, a qual seria defendida como determinante do desenvolvimento econômico (TORRES, 2012).

Schumpeter (1997) em sua Teoria do Desenvolvimento Econômico, discute dois conceitos importantes, a inovação e a invenção, além de retratar o desenvolvimento econômico como um movimento cíclico da economia. Segundo Torres (2015), a inovação deriva da invenção e somente se concretiza quando se torna mercadoria ou mesmo uma nova maneira pela qual se possa produzir um novo produto, sendo que “a inovação refere-se a novas combinações de recursos já existentes para produzir novas mercadorias, ou para produzir mercadorias antigas de uma forma mais eficiente, ou ainda mesmo para acessar novos mercados” (TORRES, 2012, p.3).

Neste cenário, a economia se move de maneira dinâmica, na qual o empresário inovador tem papel fundamental, sendo a base para o surgimento de novos produtos, combinando de forma eficaz os meios de produção ou mesmo através de uma inovação tecnológica (SCHUMPETER, 1997). O aparecimento de novas técnicas de produção, novas matérias primas e formas de produção industrial, além da produção de novos bens, dão propulsão ao desenvolvimento capitalista (SCHUMPETER, 1997).

O processo de difusão acontece quando outros empresários optam por seguir os passos do empresário pioneiro, realizando investimentos e buscando uma parcela dos lucros já auferidos neste processo de inovação pelo empresário inovador. É após este processo que se atinge a difusão tecnológica e é em um processo contínuo de produção de inovações que acontece o desenvolvimento econômico. Merece destaque que estes lucros econômicos

auferidos pelos pioneiros são passageiros, uma vez que os inovadores podem ser copiados, tendo os lucros diluídos no futuro. O processo de difusão faz com que a economia caminhe para um novo ponto de equilíbrio (TORRES, 2012).

Um ponto importante a ser destacado e desenvolvido por Schumpeter (1997) é a chamada “destruição criadora”. Neste processo, produtos e hábitos antigos são substituídos por novos, sendo o produtor que dita a regra do desenvolvimento e o consumidor segue, no processo de desenvolvimento econômico. Vale destacar que, para ele, o crédito passa a ter papel fundamental neste desenvolvimento (SCHUMPETER, 1997).

Para Iwai (1984), as empresas inovam para que possam crescer, uma vez que lutam para, além de crescer, sobreviver. Neste contexto de sobrevivência econômica, as empresas podem tanto inovar quanto imitar e a seleção econômica é análoga a seleção natural e apenas empresas que conseguem ser eficientes poderão perdurar no longo prazo.

É notório na literatura, como relatado por Silverberg, Dosi, Orsenigo (1988), que após o desenvolvimento de uma inovação, alguns adotantes são pioneiros, enquanto outros podem demorar décadas para ingressarem na nova tecnologia. Para os autores existem, além de uma grande diversidade entre as empresas, algumas lacunas entre a capacidade de inovar, usos com eficiência da inovação com graus diferenciados desta inovação, todos com custos de locais de desenvolvimento variados, também chamados de assimetrias tecnológicas. Merece destaque também que diferentes empresas ou indústrias podem possuir estratégias diferentes.

Contudo, segundo Machado (2007), na ciência, novos pontos e aprofundamentos surgiram da teoria desenvolvida por Schumpeter, estes conhecidos por neo-schumpeterianos trazendo outros olhos para a inovação e o desenvolvimento técnico. Para o autor, a pesquisa relacionada a teoria da inovação em países em desenvolvimento tem trazido um grande viés neoclássico, sendo o preço tratado como um dos principais direcionadores dos caminhos adotados e determinantes da competição. Contudo, os neo-schumpeterianos trouxeram para a literatura um novo olhar, agregando outros pontos até então pouco explorados, entre eles a questão comportamental dos agentes, como fatores essenciais para o progresso e evolução tecnológica.

Dessa forma, existe uma vasta literatura que aborda e adota uma série de critérios e direcionamentos para os entendimentos da evolução tecnológica. Na agricultura, o entendimento vai de encontro aos apresentados nas empresas e indústrias localizadas nos centros urbanos, amplamente descrito desde o período de Schumpeter.

2.2 As adoções e mudanças tecnológicas na agricultura

A literatura recente tem dado bastante foco a estudos sobre a forma de adoção tecnológica em países que possuem uma agricultura em desenvolvimento. Estudos em países da África, Ásia e Brasil, envolvendo características distintas de regiões, atividades agrícolas, perfis de agricultores, entre outros aspectos, tem sido uma das principais bases de pesquisas na literatura internacional nas últimas décadas.

Neste cenário, os estudos sobre mudanças e adoção de tecnologias tem tomado os mais variados caminhos. Com o passar das décadas, a pesquisa sobre a evolução tecnológica tem direcionado cada vez mais para questões intrínsecas ao tomador de decisão e suas percepções, como estudos realizados por Adesina e Baidu-Forson (1995) e Negatu (1999) na África.

Machado (2007), ao estudar a adoção da tecnologia da informação na pecuária de corte no Brasil, descreve 14 variáveis que determinam a adoção de tecnologias, em uma pesquisa de 18 trabalhos científicos entre 1999 e 2006. Há um amplo espectro na literatura na abordagem dos fatores que determinam a adoção de tecnologia. Para Machado (2007), a literatura mais recente a época elencava um alto grau de relação com variáveis pessoais determinantes para a adoção de tecnologia, como idade, sexo, renda grau de instrução. Este levantamento corrobora com uma das premissas de que as variáveis intrínsecas ao indivíduo tem sido, além de determinantes para a adoção, bastante estudadas em um período recente.

Porém, outras variáveis também são apontadas como determinantes e relacionadas com a adoção de tecnologias e, conseqüentemente, influentes nas mudanças tecnológicas. Segundo Machado (2007), podem ser citados o tamanho da propriedade, estrutura do mercado, área destinada a atividade e comportamento de risco financeiro.

Para Souza Filho *et al.* (2011) e Doss (2006), a adoção tecnológica acontece por uma soma de fatores. Além disso, apenas conhecer a fundo um desses fatores não leva ao sucesso de políticas facilitadoras à inserção tecnológica. Souza Filho *et al.* (2011) citam que o processo de adoção de tecnologias não é somente econômico, mas também social e uma das mais importantes constatações é que políticas públicas (crédito, educação e extensão rural, por exemplo) podem influenciar diretamente o processo de adoção tecnológica. Assim, não só fatores sistêmicos, com crédito ou capitalização dos produtores, devem ser levados em consideração ao se avaliar o processo de decisão sobre adoção tecnológica, mas também características tanto da produção como da propriedade (região, tipo de solo), características dos produtores, (escolaridade) ou mesmo o relacionamento entre agentes (vizinhos), além dos resultados financeiros. Para os autores, a difusão tecnológica não acontece de maneira linear

entre as regiões e os produtores. São inúmeras as características que vão direcionar uma região ou perfil de propriedade a adotar ou não uma tecnologia e a que velocidade.

O desenvolvimento tecnológico é compreendido pela aprendizagem, geração de conhecimento e difusão (VIEIRA FILHO E SILVEIRA, 2011). Para Vieira Filho e Silveira (2011 p.272) “as empresas que obtiverem sucesso inovativo no período corrente possuirão uma probabilidade de inovar mais elevada no futuro, quando comparadas às outras malsucedidas”. Assim, a acumulação do conhecimento faz parte de todo o processo evolutivo de escolha tecnológica e decisório dentro da propriedade. Contudo, acumular conhecimento pode não levar ao ótimo decisório, já que o tomador de decisão não atinge a racionalidade plena e o ambiente de incerteza complica a gestão do negócio rural. É importante de ser destacado que tantas questões sociais quanto técnicas tem sua devida importância aos estudos de mudanças tecnológicas.

Cardoso, Miguel e Casarotto Filho (2015), através de um estudo teórico conceitual, buscaram estudar as inovações de processo, produto, organizacional e marketing na agricultura brasileira, analisando a bibliografia disponível nos principais periódicos. Os resultados apontaram que na maioria dos casos os trabalhos são empíricos, direcionados para questões sociais e técnicas.

Contudo, todo este processo de mudança, adoção e difusão de tecnologias acaba por necessitar do desenvolvimento da pesquisa direcionada às localidades e que, segundo Hayami e Ruttan (1988), deve acontecer por um *mix* entre entidades públicas e privadas. Para Vieira Filho e Silveira (2012), as mudanças técnicas são uma via de mão dupla entre o segmento fornecedor de insumos, centros de pesquisa públicos e o setor produtivo. Dado as condições expostas, tanto a literatura clássica quanto a atual acabam tendo o objetivo de orientar políticas públicas que visem o bem comum ao tratarem as mudanças e adoções tecnológicas (PAIVA, 1971), (DOSS, 2006), (SURI, 2011).

Tendo em vista que o processo de adoção tecnológica passa por questões regionais, sociais e econômicas, além do agravante da assimetria de informação ser bastante comum no meio agrícola, medidas protetivas do estado, como o incentivo a pesquisa focada nas características regionais, como as realizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), poderiam auxiliar o produtor tanto no desenvolvimento de novas tecnologias quanto no processo de orientação sobre as tecnologias que serão usadas na atividade agrícola. Segundo Fuck e Bonacelli (2007), a perda de espaço dos centros de pesquisa públicos adquiridos na revolução verde para empresas de biotecnologias estrangeiras, pode acabar por

tornar a agricultura brasileira como uma tomadora de tecnologia externa, inviabilizando a oposição às estratégias destas empresas multinacionais.

Entre outros pontos que possuem estreita relação com a adoção das tecnologias, podem ser citados a disponibilidade de crédito e as fontes de financiamento, podendo influenciar na tomada de decisão dos agricultores. Segundo Doss (2006), a relação crédito e adoção tecnológica merece bastante destaque ao se avaliar o processo de adoção tecnológica. Para o autor, pesquisadores têm mostrado significativo interesse em saber se os agricultores têm acesso a crédito e se a falta de crédito pode limitar os produtores rurais a não direcionarem seus investimentos para atividades ou tecnologias que demandam desembolsos iniciais com sementes, fertilizantes ou mesmo infraestrutura. Segundo Doss (2006) e Abdulai e Huffman (2005), a limitação no acesso ao crédito ou a recursos financeiros é uma das importantes restrições à adoção de tecnologias.

Uma limitação das pesquisas relacionando adoção de tecnologias é que não conseguem atacar com clareza todos os fatores que podem influenciar na adoção de tecnologias como mão de obra, crédito ou mercado (DOSS, 2006). Dessa forma, mesmo a literatura mais atual caminhando para uma ampla gama de questões influentes da adoção, considerar os trabalhos clássicos para dar peso aos trabalhos atuais acaba sendo de grande valia, como efetuado por Vieira Filho e Silveira (2012) ao discutir um modelo alternativo de crescimento agrícola embasado no aprendizado. Os autores consideram relevantes as contribuições clássicas, como a difusão de tecnologia de Griliches (1957), o dualismo produtivo de Paiva (1971) e a inovação induzida de Hayami e Ruttan (1988), ao discutirem um modelo alternativo para o crescimento agrícola.

2.3 A adoção de tecnologias na agricultura e racionalidade nas decisões dos agentes

Os aspectos teóricos relacionados às mudanças tecnológicas, adoção e difusão, indicam que existem vários influenciadores e direcionadores deste processo e que, além disso, existe uma dificuldade de se elencar todos os pontos e também estudá-los de maneira conjunta. Fatores relacionados às questões sociais, locais, disponibilidade de tecnologias, crédito, assistência técnica, aprendizado, são tidos como direcionadores dos caminhos tecnológicos e da adoção de tecnologias pelos agricultores. Um dos embasamentos e premissas consideradas para a elaboração deste trabalho é que os melhores resultados econômicos e financeiros são fortes influenciadores no processo de escolha pelo agricultor quanto as culturas e sistemas de

produção. Dessa forma, nestes resultados estão inseridos desde as questões de disponibilidades de insumos, custos de produção, produtividade, crédito, entre outros.

Paiva (1971), ao elaborar seu modelo de dualismo tecnológico, afirma que em um cenário econômico de inserção de uma nova tecnologia, o produtor escolherá a tecnologia (moderna ou tradicional) que lhe traga a melhor receita líquida mais o custo subjetivo de transferência (CST). Este resultado é o equivalente a quanto ele está disposto a substituir a tecnologia tradicional para empregar a tecnologia moderna.

Suri (2011) focou em resultados econômicos, deixando de lado questões de aprendizado sobre uma única tecnologia específica e considerando rendimentos heterogêneos e que se relacionam com a decisão de adotar os milhos híbridos. Além disso, levou em consideração as diferentes características regionais de tamanho das propriedades e também das características bastante dispersas de fornecimento de insumos em cada uma das regiões do Quênia. O autor encontrou evidências estatísticas para afirmar que, mesmo tendo a possibilidade de auferir maiores retornos, alguns agricultores acabavam não adotando o semeio de sementes híbridas de milho devido aos altos custos de adquirir sementes e fertilizantes. Outra parcela dos agricultores, mesmo com rentabilidade menor, optava pela adoção, diante da maior produtividade e expectativa de rentabilidade. Esse se consolida como um grupo favorecido pelo desenvolvimento tecnológico. Existe ainda um outro grupo de agricultores que entram e saem do semeio de milhos híbridos, diante de retorno marginal zero. Para Suri (2011), a escolha dos agricultores aparenta ser racional e significativamente explicada pelos retornos financeiros obtidos pelos agentes.

Os estudos relacionados a adoção tecnológica em milhos híbridos já foram estudados nos Estados Unidos da América nos anos 1950. Griliches (1957) estudou a inserção dos milhos híbridos na economia agrícola americana através de um estudo empírico representado por curvas logísticas. O milho híbrido é um bom exemplo de tecnologia desenvolvida que se expandiu rapidamente no cinturão produtor de milho do país logo após seu desenvolvimento ainda nos anos 1930 (GRILICHES, 1957).

O trabalho realizado por Griliches (1957) traz uma importante contribuição à pesquisa relacionada a adoção e difusão de tecnologias. No processo relatado pelo autor, algumas variáveis precisam ser tratadas com cuidado, como as características regionais de cada híbrido, que levaram a uma evolução mais consistente da área semeada em um estado que em outro. As variáveis econômicas também podem ajudar a explicar as diferenças de uso regionais e cronológicas do milho híbrido. Os resultados em termos de lucratividade direcionam tanto a

entrada de produtores de semente quanto de agricultores no semeio do milho (GRILICHES, 1957).

Como principais resultados encontrados, Griliches (1957) afirma que tanto a indústria quanto o agricultor ajustaram racionalmente o grau de desenvolvimento de sementes híbridas para as regiões e os produtores, a quantidade de semeio. Para os agricultores que atingiram os maiores retornos financeiros com o uso de híbridos, houve uma transição mais rápida. Em Iowa, em quatro anos o semeio de sementes híbridas passou de 10% para 90%, o que não aconteceu em outros estados que tiveram menores retornos. A maximização de lucro traz uma ideia coerente, uma vez que o aprendizado e a disseminação do conhecimento não são tão rápidos. Destaca-se também a importante consideração de que variáveis sociológicas no longo prazo tendem a se anular, dando lugar a variáveis econômicas como direcionadores das mudanças tecnológicas.

No Brasil, os anos de 1970 foram bastante importantes para a pesquisa focando o desenvolvimento tecnológico. Foi nessa década que novas tecnologias de produção na agricultura começam a se tornar mais comuns na agricultura nacional e passam a ser foco da pesquisa no país. Paiva (1971), Schuh (1973), Nicholls (1973) Paiva (1973), Paiva (1975) e Ryff (1976) promoveram um amplo debate sobre a inserção da variável tecnologia nas análises de adoção, difusão e resultados trazidos pela evolução tecnológica para a economia. Todas estas discussões retratam e buscam a adequação das condições do país para atingir o chamado “grau adequado de modernização” da economia e que reflita da forma mais coesa no agregado do país proporcionando políticas e medidas que viabilizem a modernização da agricultura.

Paiva (1971) iniciou o debate definindo agricultura moderna e tradicional. Agricultura moderna à época correspondia a insumos produtivos e máquinas que poderiam ser utilizadas na produção. A agricultura tradicional era entendida à época como agricultura da “enxada”, em que mão de obra e terra era fatores primordiais.

Dois são os níveis de variáveis a serem considerados, segundo Paiva (1971). O primeiro a ser listado é o que chama de qualificação dos produtores, como: conhecimentos técnicos, disponibilidade de recursos, capacidade gerencial, acesso ao financiamento, etc.. O outro se refere aos preços dos fatores (ou insumos produtivos) e dos produtos. Distância dos mercados, valor pago pelo transporte e armazenagem completam a relação. Estes fatores podem explicar principalmente as diferenças entre as regiões a respeito do grau de modernização.

Paiva (1971) define as fases de adoção e de expansão das tecnologias modernas. Segundo Paiva (1971 p.183) “a adoção que constitui num problema de caráter microeconômico, diz respeito a um processo decisório da alçada direta dos agricultores que – com base

principalmente nas perspectivas de uma vantagem econômica – devem substituir suas técnicas”. A expansão retrata o aspecto dinâmico do processo de adoção, representando a evolução do processo de adoção das técnicas modernas por um conjunto de produtores.

Paiva (1971) descreve que o agricultor escolherá ou adotará a atividade e a técnica que apresentar melhor resultado e vantagem econômica. Assim, a técnica moderna é mais vantajosa quando a relação entre a quantidade produzida com a técnica moderna (Q_m) e a quantidade de insumos modernos (X_m) multiplicada pela razão entre o preço do produto ou o equivalente a receita bruta (P_q) e o preço dos insumos modernos (P_{mx}), superar a relação entre a quantidade produzida pela técnica tradicional (Q_t) e a quantidade de insumos tradicionais (X_t) multiplicada pela razão do preço do produto ou o equivalente a receita bruta (P_q) e o preço dos insumos tradicionais (P_{tx}), adicionado o custo subjetivo de transferência (CST), conforme apresentado na equação abaixo:

$$\frac{Q_m}{X_m} \cdot \frac{P_q}{P_{mx}} > \frac{Q_t}{X_t} \cdot \frac{P_q}{P_{tx}} + CST \quad (1)$$

Assim, o agricultor substituiu técnicas antigas por novas para obter vantagem econômica e aumentar a receita líquida e a substituição das técnicas aconteceria quando atendida a seguinte condição:

$$(Q_m P_q) - (X_m P_{mx}) > (Q_t P_q) - (X_t P_{tx}) + CST \quad (2)$$

O próprio Paiva (1971) apresenta a possibilidade de se avaliar o comparativo entre o tradicional e o moderno pela relação entre as receitas totais e os custos. Paiva (1975), ao revisitar trabalho de Paiva (1971) diante de críticas e comentários de diversos autores à época, reforça que o confronto entre as técnicas pode ser realizado através do comparativo entre as receitas líquidas por unidade de produto em termos de custos de produção. Segundo Paiva (1971), as rendas líquidas por unidade de produto (RLm e RLt) podem ser usadas para confrontar os resultados das técnicas tradicionais e modernas, sendo:

$$RLm = Q_m \left[P_q - \left(\frac{P_{mx} X_m}{Q_m} \right) \right] \quad (3)$$

$$RLt = Q_t \left[P_q - \left(\frac{P_{tx} X_t}{Q_t} \right) \right] \quad (4)$$

Para Paiva (1971), substituindo as expressões $\frac{P_{mx} X_m}{Q_m}$ e $\frac{P_{tx} X_t}{Q_t}$ por C_m e C_t respectivamente, as quais representam os custos por unidade de produto e C_m refere-se ao custo da tecnologia moderna e C_t o custo da tecnologia tradicional. Dessa forma, o confronto das diferenças entre as receitas líquidas (ΔRL) pode ser expressado por:

$$\Delta RL = (Q_m P_q - Q_m C_m) - (Q_t P_q - Q_t C_t) \quad (5)$$

Segundo Vieira Filho e Silveira (2012), em síntese, a vantagem da técnica moderna em relação à tradicional será dependente da produtividade por cada insumo, dos preços relativos dos insumos modernos e tradicionais e da receita bruta (preço do produto) com os preços dos insumos. Porém, ainda vale citar que Paiva (1971) relata que esta pode ser uma representação simplificada e que o produtor rural pode utilizar-se de uma mistura de fatores modernos e tradicionais, e não apenas só de um ou de outro. Além disso, deve ser levado em conta que os preços dos produtos, produtividades e preço dos fatores são as principais relações na análise do processo de adoção e difusão tecnológico.

Contudo, Paiva (1971) ressalta que os produtores tem o chamado Custo Subjetivo de Transferência (CST), representando as dificuldades e sacrifícios que o produtor precisa abrir mão ou superar para adotar uma mudança no nível tecnológico. Este CST varia de agricultor para agricultor.

No debate enfrentado por Paiva (1971) e Schuh (1973) comenta a importância dos ativos fixos e sua inserção na análise. Para ele, quanto mais específica a cultura e maior o investimento envolvido na sua produção, este fato poderia ser um limitante para os agricultores, pois uma vez escolhido o caminho da utilização da nova tecnologia, a efetivação dos investimentos dificultaria o retorno para o uso da atividade tradicional, sendo caracterizado como um custo de saída. É importante de se destacar que, “novas práticas culturais ou novas sementes, não são, em si mesma, substitutos para mão de obra ou terra, mas são insumos que atuam como catalizadores, para facilitar a substituição dos fatores relativamente escassos pelos menos escassos” (HAYAMI e RUTTAN, 1988, p.91).

Hayami e Ruttan (1988) também levaram as variáveis tecnológicas a um nível de importância bastante significativo, propondo um modelo agrícola com as mudanças institucionais e tecnológicas com as variáveis inseridas na economia. Segundo Vieira Filho e Silveira (2012, p. 733), o modelo de inovação induzida “é uma tentativa de desenvolver uma

teoria integrada ao desenvolvimento agrícola e de incorporar mudança tecnológicas e institucionais”.

O trabalho se apoia na afirmação de que o crescimento do setor agrícola precisa de tecnologia agrícola adaptada e viável economicamente. O modelo destaca a importância da participação de todos os elos do sistema agroindustrial dando significativo destaque ao segmento desenvolvedor de tecnologias produtivas, este responsável por criar insumos novos como fornecedor de insumos técnicos poupadores de insumos escassos.

Para Hayami e Ruttan (1988), a mudança técnica é de natureza totalmente induzida e espelha a evolução da ciência e da tecnologia. Assim, “mesmo nestes casos, a taxa de adoção e o impacto sobre a produtividade das mudanças autônomas ou exógenas na tecnologia serão influenciados fortemente pelas condições de oferta de recursos e da demanda por produtos, já que estas forças se refletem através dos mercados de fatores e de produtos” (HAYAMI e RUTTAN, 1988, p.104).

Segundo Vieira Filho e Silveira (2012), novos conhecimentos do setor público e privado induzem mudanças e inovações tecnológicas. Estas mudanças aumentam os preços relativos dos insumos que consegue gerar uma maior produtividade dos fatores escassos, sejam eles a terra ou mesmo o trabalho. Dessa forma, a pesquisa pública e privada desenvolve novos conhecimentos, o setor de insumos fornece insumos novos e os agricultores os adotam. Segundo Vieira Filho e Silveira (2012, p. 734), “mesmo que a definição seja restritiva, o modelo trabalha com dois tipos de tecnologia: uma mecânica, que reduz o uso de trabalho, e outra biológica, poupadora de terra”.

2.4 O repasse tecnológico no campo

Segundo Batalha, Buainain Filho e Souza Filho (2005), um dos agravantes da disponibilidade tecnológica na agricultura é a execução incorreta das tecnologias disponíveis. A disponibilidade tecnológica acontece até mesmo para pequenos produtores e agricultores familiares, mas existe uma grande dificuldade em torná-la inovação, já que não muitas vezes o agricultor não tem condições de inovar. Além disso, para o autor, o termo tecnologia na maioria das vezes é vinculado às tecnologias de processo e de produto, não levando em conta a tecnologia da gestão, as quais formariam um tripé importantíssimo para uma competitividade sustentada. Contudo, a tecnologia de gestão acaba por ser deixada de lado, prejudicando a sustentabilidade do negócio rural.

A disponibilidade tecnológica pode ser avaliada segundo algumas óticas diferentes e sua disponibilidade influencia diretamente os resultados no campo, assim como a rentabilidade dos agentes envolvidos. Alves (1998) afirma que em um modelo neoclássico, quando se tem apenas uma única tecnologia disponível, será predominante caso não dependa da relação de preços. Exemplificando o modelo apresentado por Alves (1998), no caso da soja, se a semente modificada geneticamente proporcionar uma maior oferta de produto, ela será preferida até o ponto em que o aumento do custo não seja equivalente à queda nos preços de venda da produção, reflexo da maior oferta, e torne uma outra tecnologia mais viável economicamente. Outra questão importante descrita por Alves (1998), é que no equilíbrio da oferta e da demanda sobreviverão apenas produtores eficientes.

Lopes e Contini (2012) apontam que no século XXI, mesmo com inovações já agregadas, ainda é expressivo o número de propriedades rurais que se utilizam de baixos níveis tecnológicos ou não alcançam seu máximo potencial disponível. Vários são os fatores de produção dos quais produtores ainda têm dificuldades de acesso. Dois dos fatores listados, financiamentos e assistência técnica, podem acabar limitando e/ou induzindo o desenvolvimento da atividade agrícola. Pequenas propriedades são as que mais podem sofrer com estas consequências, mas a extensão rural também não alcança grandes produtores, que acabam por depender de assessoria de agentes vinculados às empresas que negociam insumos.

3 CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA PRODUÇÃO DE GRÃOS, EVOLUÇÃO DAS CULTURAS, SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE SEMENTES DISPONÍVEIS NO BRASIL

Esta seção está subdividida em 3 partes. A primeira busca descrever e caracterizar a produção de grãos e sua evolução no passar dos anos tanto no Mundo, quanto no Brasil e no Paraná, especialmente em Cascavel, na região oeste do estado, foco do presente estudo. A segunda seção descreve os calendários de plantio e colheita para as culturas, assim como o zoneamento agroclimático para cada uma delas. Por fim, a terceira seção descreve a legislação e as principais liberações de organismos geneticamente modificados nas culturas da soja e do milho no Brasil.

3.1 Caracterização da produção de soja, milho e trigo em âmbito mundial, nacional e em Cascavel (PR)

Nesta subseção, serão descritas as produções das culturas focos deste estudo, devido à característica de produção na fazenda típica, visando melhor entendimento das dinâmicas das culturas em termos de área, produção e produtividade.

3.1.1 Evoluções das ofertas mundiais de soja, milho e trigo

No mundo, o volume produzido de soja, milho e trigo mostrou expressivo crescimento nas últimas safras, reflexo do crescimento também significativo da área de cultivo, mas também da produtividade. Para a cultura da soja, a produção mundial apresentou acréscimo de 2,36 vezes entre as safras 1990/91 e a safra 2016/17, passando de 104,28 milhões de toneladas para 350,84 milhões de toneladas, respectivamente (Figura 1). No mesmo período, a área cultivada mundialmente mais que dobrou, passando de 54,41 milhões de hectares para 120,13 milhões de hectares, aumento de 120% (USDA, 2018). Já a produtividade mundial também cresceu no mesmo comparativo, porém em menor magnitude (52%). Alves *et al.* (2018) reporta que até o início da década de 1990 a produtividade mundial crescia de maneira expressiva e que desde meados desta década o aumento da produção mundial de soja vem sendo sustentado pelo aumento da área cultivada da cultura, dado a menor contribuição dos ganhos de produtividade.

Dados do USDA (2018) apontam que Estados Unidos da América e Brasil são os dois principais países produtores e exportadores de soja em grão, sendo o Brasil é líder da exportação

mundial. Do lado da demanda, a China, mesmo sendo o quarto maior produtor mundial de soja, caracteriza-se por ser o maior país importador mundial do grão. Segundo Alves *et al.* (2018) na média das safras 2011/12 até a safra 2015/16, a importação do país foi de 62% do volume importado mundialmente. Esta demanda aquecida da China impulsionou a demanda mundial pelo grão e é reflexo do forte crescimento econômico do país nos últimos anos.

Figura 1 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja no mundo (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em USDA (2018).

Para o milho, o crescimento da produção mundial não foi tão expressivo como na soja, mas mesmo assim trouxe resultados bastante significativos. Entre as safras 1990/91 e 2016/17, a produção mundial do cereal registrou crescimento de 123,8%, passando de 481,76 milhões de toneladas na safra 1990/91 para 1.052 milhão de toneladas (Figura 2). Em termos de área, a área mundial semeada com o cereal foi de 128,95 milhões de hectares na temporada 1990/91 e passou para 186,87 milhões de hectares na temporada 2016/17. A produtividade do cereal, mesmo com um desenvolvimento bastante expressivo de novas tecnologias, principalmente a partir dos anos 2000, aumentou 44% no mesmo período. Segundo Alves *et al.* (2018), os principais fatores para este crescimento da produção mundial são relacionados ao desenvolvimento de novos híbridos para cada região e também a evolução dos organismos geneticamente modificados.

A produção mundial é liderada pelos Estados Unidos da América, seguidos pela China (USDA, 2018). Segundo Alves *et al.* (2018), no intervalo das safras 2011/12 até a safra 2015/16, os Estados Unidos da América produziram 34,8% da produção mundial e a China 22,4%. O Brasil, no mesmo intervalo produziu 8,2% da produção mundial. Comparativamente a soja, no

milho os principais países produtores são os principais consumidores, o que reflete em um menor volume transacionado entre os países dado seu principal destino ser a produção de ração. Em termos de exportação, o Brasil foi responsável por 19,4% das exportações mundiais, cenário onde os Estados Unidos da América é o principal agente exportador, responsável por 33,7% das exportações mundiais. Japão (12,2%) e União Europeia (9,2%) são os principais países importadores do cereal.

Figura 2 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade de milho no mundo (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em USDA (2018).

Para o trigo, a área mundial recuou 4% entre as safras 1990/91 até a safra 2016/17 (Figura 3), passando de 231 milhões de hectares, para 222,15 milhões de hectares. Entretanto, a produção do cereal passou de 588,80 milhões de toneladas para 751,99 milhões de toneladas, crescimento de 27,7%, no mesmo período. Este é reflexo de um aumento na produtividade de 32,9%.

Uma importante característica do Brasil em relação a oferta e demanda mundial do trigo, é que o país é um importante importador do cereal. Segundo USDA (2018), os principais países exportadores de trigo na safra 2016/17 foram Estados Unidos da América, com 28,7 milhões de toneladas, seguidos pela Rússia, com 27,8 milhões de toneladas exportadas. O Brasil exportou apenas 619 mil toneladas no mesmo período. Já em termos de importações, o Egito foi o principal importador mundial de trigo na safra 2016/17, com 11,23 milhões de toneladas importadas (USDA, 2018). Na safra 2016/17 o Brasil importou 7,35 milhões de toneladas do cereal.

Figura 3 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade de trigo no mundo (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em USDA (2018).

3.1.2 Evoluções das ofertas brasileiras de soja, milho e trigo

No Brasil, nota-se o expressivo crescimento da área, produção e produtividade da soja (Figura 4) entre 1990/91 e 2016/17. No período, a produção aumentou 6,4 vezes, passando de 15,4 milhões de toneladas na safra 1990/91 para 114 milhões de toneladas na safra 2016/17 (CONAB, 2018a). A sustentação foi dada pelo aumento de 2,48 vezes da área, que passou de 9,74 milhões de hectares em 1990/91 para 33,9 milhões de hectares na safra 2016/17, e do aumento de 113% da produtividade, no mesmo comparativo.

Figura 4 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja no Brasil (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

No Brasil, segundo CONAB (2018), até a safra 2016/17, os três maiores produtores de soja eram os estados do Mato Grosso, com 30,5 milhões de toneladas, seguidos dos estados do Paraná, 19,5 milhões de toneladas e o Rio Grande do Sul, com 18,7 milhões de toneladas (Figura 5). Desde final da década de 1990 o estado de Mato Grosso é o principal produtor nacional, seguido pelo Paraná.

Figura 5 – Produção dos principais estados produtores de soja no Brasil entre as safras 1990/91 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

Para o milho (Figura 6), entre as safras 1990/91 e 2016/17 a área total brasileira aumentou 30,7% e a produtividade, 210%. Como resultado, no período a produção brasileira aumentou 3,05 vezes. A evolução tecnológica das sementes, tanto pela disponibilidade de novos híbridos quanto de sementes modificadas geneticamente, favoreceram o aumento da produtividade brasileira de milho (ALVES *et al.*, 2018).

O cultivo de milho em 2ª safra passou a ser mais expressiva que na 1ª safra desde a temporada 2011/12 (CONAB, 2018). Na safra 2016/17, os três maiores produtores milho foram os estados de Mato Grosso, Paraná e Goiás (Figura 7). O estado do Paraná foi o maior produtor do cereal até a safra 2010/11, posição que passou a ser ocupada pelo estado do Mato Grosso, com cultivo quase exclusivamente em 2ª safra. O estado do Paraná, diferentemente do Mato Grosso, produz milho em uma área expressiva tanto em 1ª quanto em 2ª safra.

Figura 6 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho total no Brasil (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

Figura 7 – Produção dos principais estados produtores de milho no Brasil entre as safras 1990/91 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

A produção brasileira de trigo está concentrada na região Sul, com destaques para os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. Entretanto, com o passar dos anos houve redução expressiva da área dedicada à cultura (Figura 8). Segundo CONAB (2018), em 2016 a área do cereal foi 35,4% menor que em 1990.

Contudo, o país registrou um aumento bastante significativo de produção e produtividade com o passar dos anos. Entre 1990 e 2016, a produção do cereal praticamente dobrou (103%), passando de 3,3 milhões de toneladas para 6,72 milhões de toneladas em 2016. A produtividade entre os anos de 1990 e 2016 aumentou 215%. Os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul produziram 87,8% da produção nacional em 2016 (Figura 9). Destaca-se que a

produção brasileira do cereal oscila de maneira mais expressiva entre as safras (Figura 8), devido especialmente às adversidades climáticas e baixa rentabilidade da cultura em relação à outras concorrentes em área.

Figura 8 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do trigo no Brasil (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

Figura 9 – Produção dos principais estados produtores de trigo no Brasil entre as safras 1990/91 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

3.1.3 Caracterização da produção paranaense de soja, milho e trigo

No estado do Paraná, a produção de soja também cresceu de maneira significativa com o passar das décadas, impulsionada tanto pelo crescimento da produtividade quanto da área. Entre as safras 1990/91 e safra 2016/17, a produtividade da soja teve acréscimo de 103% e a área, 167%. Como resultado, a produção da soja no estado do Paraná aumentou 4,41 vezes no período, atingindo 19,5 milhões de toneladas (Figura 10).

Para o milho no estado do Paraná, faz-se interessante analisar separadamente a evolução das ofertas da 1ª safra e da 2ª safra. Ao longo dos anos, houve expressiva redução da área de cultivo do milho na 1ª safra, que passou de 2,13 milhões de hectares em 1990/91 para apenas cerca 500 mil na temporada 2016/17. Contudo, mesmo o estado Paraná reduzindo drasticamente a área de milho 1ª safra, a produção do estado na 1ª safra do cereal praticamente se manteve entre as safras 1990/91 e 2016/17 (Figura 11).

Figura 10 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja no Paraná (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

Figura 11 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 1ª safra no Paraná (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

A produção paranaense de milho 2ª safra aumentou 34,7 vezes entre as safras 1990/91 e 2016/17, passando de 368 mil toneladas para 13,1 milhões de toneladas, respectivamente. No período, área aumentou 9,3 vezes, passando de 233 mil hectares para 2,4 milhões de hectares no mesmo período. O ganho de produtividade no estado foi de significativos 245% entre as safras 1990/91 e 2016/17, mostrando que o desenvolvimento tecnológico e manejos favoreceram a adaptação da cultura ao novo calendário.

Figura 12 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 2ª safra no Paraná (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

Para o trigo, como o estado do Paraná é o principal produtor nacional, o comportamento em termos de área, produção e produtividade do estado é similar ao do Brasil. A área recuou no estado 40% entre 1990 e 2016 (Figura 13), passando de 1,8 milhão de hectares para 1,08 milhão de hectares. Em contrapartida, os ganhos de produtividade foram de 288%, sustentando aumento de 133% na produção entre 1990 e 2016, que chegou a 3,4 milhões de toneladas em 2016.

Figura 13 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do trigo no Paraná (base 100 = safra 1990/91).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CONAB (2018).

3.1.4 Caracterização da produção de soja, milho e trigo na região de Cascavel (PR)

As análises regionais terão como base as informações disponibilizadas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná – Departamento de Economia Agrícola (SEAB/DERAL), entre as safras 2007/08 e 2016/17, com o que a Secretaria define como região de Cascavel (PR). A área de cultivo de soja na região aumentou 24% no período (Figura 14), passando de 450 mil hectares para 557 mil hectares. A produção regional aumentou 45%, passando de 1,5 milhão de toneladas para 2,19 milhões de toneladas, sustentada também pelo aumento de 17% da produtividade no mesmo comparativo.

Figura 14 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade da soja em na região de Cascavel (PR) (base 100 = safra 2007/08).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

No caso do milho 1ª safra (Figura 15), a área regional em Cascavel passou de 76,1 mil hectares para 17,7 mil hectares (-77%). A produtividade aumentou 13% no período, não sendo suficiente para compensar a redução de área. Com isso, a produção regional caiu 74%, para 187 mil toneladas, frente aos 710 mil na temporada 2007/08.

Em contrapartida, a área cultivada com milho na 2ª safra (Figura 16) aumentou 71% no período, passando de 221 mil hectares para 377 mil hectares e a produtividade aumentou 48% entre as safras 2007/08 e a safra 2016/17. Como resultado, o acréscimo na produção foi de 192%, de 665 mil toneladas em 2007/08 para 1,94 milhão de toneladas em 2016/17.

Figura 15 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 1ª safra em Cascavel (base 100 = safra 2007/08).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

Figura 16 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do milho 2ª safra em Cascavel (base 100 = safra 2007/08).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

Para a cultura do trigo, existe uma expressiva oscilação em termos de área, produção e produtividade, prevalecendo a redução de 16% na área cultivada na região entre as safras 2007/08 e 2016/17. Na safra 2007/08, a região de Cascavel (PR) cultivou trigo em 115 mil hectares e na safra 2016/17, em 96 mil hectares. Já em termos de produtividade, enquanto nos três primeiros anos teve média de 2571 kg/ha, na média de 2014/15, 2015/16 e 2016/17 a produtividade foi 2594 kg/ha, praticamente a mesma quando comparados os dois períodos. No geral, a produção recuou 28%, passando de 271 mil toneladas na safra 2007/08 para 195 mil toneladas na safra 2016/17.

Figura 17 – Evolução de índices de produção, de área e de produtividade do trigo em Cascavel (base 100 = safra 2007/08).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

Resumidamente, a oferta de soja vem crescendo no Brasil, no estado do Paraná e na região de Cascavel (PR), seguindo a tendência mundial. No milho, a 1ª safra vem perdendo participação para a 2ª safra, mas a oferta agregada segue com tendência de alta. Já em termos de oferta de trigo, No Brasil, no estado do Paraná e na região de Cascavel (PR), a área de cultivo do cereal é menor, devido à menor competitividade com culturas concorrentes em área.

3.2 Zoneamento agrícola, calendário cultivo e período de semeio da soja, milho e trigo

Nesta seção, serão apresentadas as épocas ideais de cultivo das culturas da soja, milho e trigo em Cascavel, assim como a evolução das épocas de semeio no estado do Paraná. Segundo o MAPA (2017), o zoneamento agroclimático da cultura da soja apresenta a janela ideal de semeio em Cascavel (PR) entre os dias 11 de setembro e 31 de dezembro de cada ano. Para a Conab (2018), a cultura da soja na região sul do Brasil deve ser semeada nos meses da primavera e colhida entre os meses de fevereiro e maio de cada ano (Tabela 1).

Para EMBRAPA (2013), a soja é uma cultura bastante resistente. Uma das principais limitações a produção da oleaginosa está na disponibilidade de água na floração e enchimento de grão, que podem levar a abortamento de vagens, queda de folhas e, por fim, redução da produtividade. Para evitar estes problemas, recomenda-se o semeio de cultivares já adaptadas ao local do cultivo, assim como semear a lavoura na época propícia e realizar práticas que sejam favoráveis a retenção de água no solo.

Para a cultura do milho, um dos fatores mais importantes para a produção do cereal se encontra na interceptação de radiação pela área das folhas e que pode favorecer a produção ou mesmo reduzir a produtividade da lavoura (EMBRAPA, 2017). Contudo, outros fatores podem prejudicar os resultados da lavoura, como precipitação, temperatura e vento.

Tabela 1 – Calendário de soja, milho 1ª e 2ª safra e trigo na região Sul do Brasil.

Culturas	Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Soja	Plantio												
	Colheita		X	X	X	X					X	X	X
Milho 1ª safra	Plantio	X								X	X	X	X
	Colheita	X	X	X	X	X	X	X					
Milho 2ª safra	Plantio	X	X	X									
	Colheita						X	X	X	X			
Trigo	Plantio				X	X	X						
	Colheita								X	X	X	X	X

Fonte: (CONAB, 2018c).

No estado do Paraná, o milho 1ª safra caracteriza-se por ser semeado no período de primavera/verão, a partir do mês de setembro. Segundo (EMBRAPA, 2017), o melhor potencial produtivo do milho é obtido quando semeado após agosto, nas regiões mais o Sul do Brasil e quanto mais se aproxima do mês de outubro e novembro seu potencial produtivo vai se reduzindo. Para MAPA (2017), o zoneamento agroclimático do milho 1ª safra em Cascavel (PR) mostra que o cereal deve ser semeado entre os dias 11 de setembro e 31 de dezembro. Segundo CONAB (2018b) para a região Sul do Brasil, o semeio do milho 1ª safra acontece entre os meses de setembro de um ano e janeiro do ano seguinte.

Para o milho 2ª safra, o semeio ocorre no final da época recomendada para o semeio da 1ª safra e tem sua produção muitas vezes afetada pela menor radiação e menor volume de chuvas. Para MAPA (2017), o milho 2ª safra em Cascavel deve ser semeado entre os dias 01 de janeiro e o dia 20 de fevereiro, reduzindo o risco climático. Segundo CONAB (2018b), o semeio ocorre entre os meses de janeiro e março (Tabela 1). Segundo Duarte (2015), o milho 2ª safra geralmente é plantado em sucessão a cultura da soja, formando o sistema de produção soja mais milho 2ª safra.

Segundo EMBRAPA (2017), o trigo é bastante adaptável e pode ser cultivado tanto em regiões tropicais quanto subtropicais. Contudo, uma importante característica da cultura é que pode ser influenciada de maneira bastante consistente pelas condições climáticas e meteorológicas de cada região no decorrer das safras. Assim, os principais fatores de redução de produtividade na cultura estão relacionados com problemas climáticos, como geadas e falta de chuvas no florescimento, assim como o excesso de chuvas durante a maturação fisiológica e também na colheita. Segundo EMBRAPA (2014), o zoneamento agroclimático para a semeadura do trigo na região Sul do Brasil, e em Cascavel (PR), é de 21 de abril ao dia 10 de junho, similar ao demonstrado pela CONAB (2018c) (Tabela 1). A crescente área de cultivo de milho 2ª safra implicou uma antecipação no calendário de cultivo inclusive de soja, visando o semeio em período de maior potencial produtivo e menor risco climático. Segundo SEAB/DERAL (2018), no decorrer das últimas safras o semeio da soja vem sendo antecipado (Figura 18). Enquanto até 2010/11 praticamente não se cultivava soja no mês de setembro, em 2016/17 atingiu 14%. Outro ponto bastante significativo foi o aumento da área semeada no mês de outubro, que passou de 23% na temporada 2006/07 para 46% na safra 2016/17 – chegou a representar 61% na safra 2015/16. Com isso, o percentual cultivado no mês de novembro e seguintes se reduziu ao longo dos anos.

Figura 18 – Evolução percentual da área semeada de soja no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

Para o milho 1ª safra, o semeio também tem sido antecipado safra após safra. No início da série, era cultivado majoritariamente no mês de outubro e, na safra 2016/17, a maior parte foi semeada no mês de setembro (Figura 19). Nota-se que os cultivos após o mês de outubro tiveram expressivas reduções ao longo dos anos.

O cultivo de milho 2ª safra também vem ocorrendo de forma cada vez mais antecipada. Além disso, há uma correlação positiva entre a antecipação do cultivo da soja (Figura 18) e a antecipação do cultivo do milho (Figura 20). No geral, o que se observa é o cultivo cada vez mais até o mês de fevereiro, ou até a primeira quinzena de março.

Figura 19 – Evolução percentual da área semeada com milho 1ª safra no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

Figura 20 – Evolução percentual da área semeada do milho 2ª safra no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

A evolução do cultivo de trigo foi mais estável ao longo dos anos no estado do Paraná (Figura 29). Mesmo assim, após a safra 2014/15 aumentou a concentração de área semeada em abril, reduzindo a de maio. Na safra 2013/14, o estado do Paraná semeou 35% das lavouras de trigo em maio, passando para 53% no mesmo mês da safra 2016/17. Em contrapartida, o semeio em abril passou de 26% na safra 2013/14, para 12% na temporada 2016/17.

Figura 21 – Evolução percentual da área semeada com trigo no estado do Paraná (PR), por mês, entre as safras 2006/07 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SEAB/DERAL (2018).

Em seguida, se discute como o uso de variedades geneticamente cresceu ao longo dos anos no Brasil, permitindo inclusive a antecipação dos cultivos, devido ao melhoramento genético das sementes.

3.3 Considerações sobre o uso de Organismos Geneticamente Modificados no Brasil

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015) define um organismo geneticamente modificado como toda entidade biológica que, ao ser submetido ao melhoramento genético, adquire alguma característica benéfica, a qual não ocorreria em condições naturais. É importante entender que tais características podem vir de uma espécie diferente da qual se está trabalhando.

Esta tecnologia inserida nas sementes, entre elas o melhoramento genético através de organismos modificados geneticamente, compuseram o cerne do trabalho no tocante ao que pode ser entendido como tecnologia abordado por esta dissertação. Dessa forma, tendo em vista a amplitude da definição do termo de tecnologia, definiu-se as tecnologias nas sementes como o alvo do estudo e das análises no tocante a tecnologias empregadas na propriedade típica de Cascavel (PR).

No mundo, o uso de organismos geneticamente modificados foi autorizado comercialmente nos Estados Unidos da América no ano de 1994 e rapidamente se difundiu pela América do Norte e Argentina. Inicialmente, ainda nos anos 1990, foram cultivadas soja, milho, algodão e batata, algumas com resistências a insetos e outras tolerantes ao herbicida glifosato (PELAEZ e SCHMIDT, 2000).

No Brasil, em termos legais, a liberação do uso comercial de organismos geneticamente modificados na agricultura brasileira está enquadrada na Lei de cultivos 9.456, de 1997 (CNTBIO, 2018). A lei possibilitou o direito intelectual através da concessão de um certificado de proteção de cultivar, garantindo ao desenvolvedor da tecnologia direito total sobre o material, inclusive sobre a reprodução do mesmo. A legislação de proteção de cultivos garantiu embasamento jurídico para que o desenvolvimento e comercialização de organismos geneticamente comesse no Brasil.

Em 2005, o Brasil estabeleceu outro marco legal importante para a evolução do uso de organismos geneticamente modificados no país. Através da Lei 11.015 de 24 de março de 2005, foram ajustadas regras de segurança e formas de fiscalização para assuntos que envolvam organismos modificados geneticamente (CNTBIO, 2018). Neste passo, foi reestruturado a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CNTBio), criando também o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), importantes balizadores e fiscalizadores de todos os assuntos relacionados ao desenvolvimento, produção, pesquisa, aprovação comercial entre outros assuntos relacionados a organismos geneticamente modificados no Brasil. Estas regras legitimavam a regulamentação relacionada a organismos geneticamente modificados, mas não

encerravam os embates entre entidades representantes da sociedade no que se refere ao sementeio, comercialização e uso de organismos geneticamente modificados (CASTRO, 2008).

Segundo CNTBIO (2017), até o mês de junho de 2018 apenas as culturas da soja, milho, feijão, eucalipto, algodão e cana de açúcar tinham liberação comercial de organismos geneticamente modificados no Brasil. Na soja, a primeira liberação comercial aconteceu no ano de 1998, para a tecnologia tolerante ao herbicida Roundup Ready (RR) e até o mês de junho de 2018, haviam um total de 15 eventos liberados comercialmente. Do total, quatro deles são tolerantes a herbicidas e resistentes a insetos, 1 apenas resistente a insetos e os 10 tolerantes a herbicidas. No ano de 2018, um evento foi liberado sendo resistente a insetos e tolerante aos herbicidas dicamba e glifosato.

No milho, o total de eventos liberados é maior, mesmo a primeira liberação datando do ano de 2007 (CNTBIO, 2017). Naquele ano, dois híbridos modificados geneticamente foram liberados comercialmente, sendo um resistente a insetos e outro tolerante a herbicida. Ao todo, até o mês de junho de 2018, 44 eventos de milho foram liberados para comercialização no Brasil, dos quais 27 eram tolerantes a herbicidas e resistente a insetos, 7 eram resistentes a insetos e 7 eram apenas tolerantes a herbicidas. Os três eventos restantes possuíam características diferentes das descritas, sendo um capaz de restaurar a fertilidade do solo para a produção de sementes; outro evento capaz de aumentar a termoestabilidade de amilase; e, o terceiro com tolerância a estresse por seca. Para a cultura do trigo, a CNTbio não dispunha de registros de cultivares modificadas geneticamente. Assim, prevalece no Brasil o cultivo de variedades convencionais do cereal.

Segundo CELERES (2018), na safra 2016/17 o Brasil semeou 49,1 milhões de hectares com soja, milho e algodão modificados geneticamente, com uma taxa de utilização de organismos geneticamente modificados de 93,4% de toda a área destinada com estas 3 culturas. Soja, milho e algodão modificados geneticamente representaram respectivamente 32,7 milhões de hectares, 15,7 milhões de hectares e 726 mil hectares. Já em uma fase mais moderna do desenvolvimento de organismos modificados geneticamente com duas características, como por exemplo, tolerante a herbicida e resistente a insetos, segundo a CELERES (2016), a preferência do agricultor brasileiro tem sido por organismos modificados geneticamente que carreguem duas características, como a tolerância ao herbicida glifosato e a resistência a insetos.

No Brasil, até o mês de junho de 2017, no Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil (MAPA, 2017b), 5035 sementes de soja, milho e trigo estavam registradas no Brasil. Estas sementes podem ser modificadas geneticamente (OGM) ou convencionais (NOGM), estas sem qualquer alteração genética ou inserção de genes. Na soja, a grande maioria se refere a sementes

modificadas geneticamente. No milho, o número de híbridos convencionais ainda supera o de modificados geneticamente (Tabela 2).

Um dos principais motivos para o uso de sementes modificadas geneticamente no campo está relacionado, entre outros, com a obtenção de produtos de melhor qualidade e redução do uso de defensivos químicos, assim como redução dos custos de produção e maior produtividade. Além disso, organismos geneticamente modificados podem facilitar o manejo e reduzir o uso de defensivos químicos (ALMEIDA e LAMOUNIER, 2005), (FERREIRA FILHO, ALVES e BALLAMINUT, 2006), (ALVES *et al.*, 2014).

Tabela 2 – Total de sementes registradas por tecnologia e por cultura no Brasil até junho de 2017

Cultura	Tecnologia	Sementes registradas
Milho	OGM	1286
	NOGM	1789
	Total	3075
Soja	OGM	1127
	NOGM	564
	Total	1691
Trigo	NOGM	269
Total Geral		5035

Fonte: Elaborado pelo autor com base em (MAPA, 2017b).

4 METODOLOGIA

4.1 Base de dados

Para atender aos objetivos propostos neste trabalho, os dados a serem utilizados irão se referir à estrutura de custos de produção, de operações, de sistemas produtivos, de imobilizados e de preços, para a propriedade típica da região oeste do Paraná, cuja base de obtenção é em Cascavel (PR). As informações originais foram obtidas no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, em conjunto com a Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), através de dados do projeto Campo Futuro (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017) e envolve valores totais para os anos-safras de 2007/08 a 2016/17. Com as informações disponibilizadas, serão discutidos os principais dados da propriedade típica em termos de área, culturas e produtividades, formas de captação de recursos, assim como os valores de custos de produção por itens e no total por unidade de área e fazenda, assim como receita bruta e retornos obtidos, entre outros aspectos.

4.2 Escolhas da região e período de análise

A região oeste do Paraná foi selecionada para a análise, por ser uma das mais importantes em termos de oferta e sistemas produtivos, juntamente com o estado do Paraná como um todo. A região também apresentou uma importante transição das épocas de semeio das lavouras e do uso de tecnologias convencionais e modificadas geneticamente nas lavouras de grãos. O intervalo de análise visa caracterizar períodos de transição entre o uso de variedades convencionais e o uso intensivo de sementes geneticamente modificadas.

Os anos-safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10 representarão o período inicial de análise, envolvendo um percentual mais significativo de variedades convencionais. Na fase final, especialmente os anos-safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17, o módulo típico cultivou um percentual elevado de área com sementes modificadas geneticamente. Além disso, com o passar das safras, o produtor típico ajustou seu portfólio de culturas, épocas de semeadura e uso de área na 2ª safra, variáveis significativas para as análises posteriores de evolução dos rendimentos e rentabilidades.

Outro importante ponto considerado foi o período de cultivo na composição dos custos de produção, produtividades e receitas nas culturas. Para a soja e o milho 1ª safra, os resultados para estas culturas representam a receita, os coeficientes e os custos das lavouras semeadas no primeiro semestre de cada ano-safra e colhida no semestre seguinte. Assim, ambas as culturas

são semeadas e colhidas no mesmo ano-safra. Para o milho 2ª safra, o quadro é similar. Contudo, a cultura é semeada a partir do mês de janeiro e colhida até meados do ano e considerou-se o milho 2ª safra como semeado e colhida no mesmo ano-safra na qual está alocada.

No trigo, os resultados para o cereal representam a receita, os coeficientes e os custos da lavoura de inverno colhidos no primeiro semestre do ano-safra. Um exemplo, no caso da safra 2008/09, a receita total, os custos e coeficientes representam a lavoura semeada entre os meses de abril e maio de 2008 e colhidos no segundo semestre, entre os meses de julho e setembro. Assim, mesmo semeado no final do ano-safra anterior, os custos e coeficientes técnicos foram agrupados no ano-safra no qual foram colhidos.

4.3 Painel de Custo de Produção e propriedade típica

Segundo informações do CEPEA/ESALQ-USP/CNA (2017) os dados foram coletados através de painel de custo de produção. O painel de custo de produção consiste em uma reunião entre produtores, técnicos e consultores de uma determinada região, juntamente com os pesquisadores responsáveis pela coleta (OSAKI e BATALHA, 2014), (DEBLITZ et al., 1998), (DE ZEN, 2002). Coleta-se a caracterização da propriedade típica, assim como inventário de máquinas, implementos, benfeitorias, mão de obra, utilitários. Especificamente, são coletados dados referentes à produtividade, preços médios de negociação da produção, arrendamento e os principais manejos e tecnologias utilizados pelo produtor típico, além dos preços pagos pelos insumos.

Para Feuz e Skold (1991), a fazenda típica tem a capacidade de representar um extrato de propriedades porque relata questões comuns entre este tipo de propriedade e não apenas os resultados médios das propriedades. Todas as informações coletadas e os coeficientes utilizados, sejam eles, bens, terra, e nível tecnológico, visam definir este tipo de propriedade típica.

4.4 Método de análise do Custo de Produção

Para a análise dos custos de produção, os dados coletados serão divididos em custos operacionais e custos totais. Matsunaga *et al.* (1976), Barros *et al.* (2014) e Alves, Barros e Osaki (2015) relatam que o custo operacional é composto principalmente por insumos (sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, combustíveis, entre outros), mão de obra, custos gerais, custos de capital de giro, operações mecânicas, serviços terceirizados, fretes, impostos,

aluguel de bens e terra, ou seja, tudo o que o produtor desembolsa para custear a lavoura. Barros *et al.* (2014) afirma que estes custos operacionais efetivos fazem-se necessários para que o produtor coloque em operação sua propriedade. Além disso, para critérios de comparação, todos os custos devem ser devidamente deflacionados a um determinado período de tempo.

Após definido o Custo Operacional, a análise dos custos se completa compondo o Custo Total. Assim, para se apurar os custos totais de produção são somados aos custos operacionais, o custo anual de recuperação de patrimônio (CARP). Segundo Barros *et al.* (2014), o CARP expressa o valor pelo qual o bem pode ser repostado ao final da sua vida útil, representando não só a depreciação como também a remuneração do custo de oportunidade do produtor.

A análise do custo total de produção se faz importante, uma vez que é fundamental que a atividade econômica seja sustentável no longo prazo e que o produtor consiga manter seu patrimônio (BARROS *et al.*, 2014). Para tal, faz-se necessário que a receita obtida pelas culturas, ou a propriedade como um todo, remunere de forma justa os custos totais da propriedade.

O CARP de máquinas implementos e benfeitorias, segundo Barros *et al.* (2014), é composto pelo preço médio de mercado do bem (P_{merc}), a taxa de taxa de desconto real ou custo de oportunidade do capital em cada safra (r) e a vida útil do bem em anos (z). O CARP retrata o valor correspondente a depreciação do bem capitalizada, o custo de oportunidade do produtor e a vida útil a ela atribuída, sendo formado pela seguinte equação:

$$CARP = P_{merc} \frac{(1+r)^z \times r}{(1+r)^z - 1} \quad (6)$$

Destes três fatores que vão compor o CARP, o preço médio de mercado do bem faz referência ao valor de aquisição deste no ano-safra estudado. A vida útil representa em quantos anos este bem deve ser substituído por um equivalente novo. Já a taxa de desconto real ou custo de oportunidade do capital em cada safra representa o custo de oportunidade a taxa de juros real onde, segundo Ross *et al.* (2015), o custo de oportunidade se equivale as receitas que o produtor deixa de receber caso tenha empregado os recursos, ou mesmo o uso da terra em outra atividade – na agricultura, a terra poderia ser arrendada, por exemplo. Neste trabalho, foi utilizada uma taxa real de juros que será descrita na próxima seção.

Alves, Barros e Osaki (2015) apresentam a aplicação do método CARP para uma propriedade e descrevem um importante conceito, ao considerar o CARP por unidade de área. Este CARP por unidade de área leva em consideração a área cultivada da propriedade. Assim, como a propriedade de Cascavel possui 1ª e 2ª safras, e a área é utilizada duas vezes em cada

ano-safra, sendo necessário o rateio destes custos pelo total de hectares cultivados. Dessa forma, para Alves, Barros e Osaki (2015), o CARP de máquinas, implementos e benfeitorias da propriedade por unidade de área passa a ser calculado levando em conta a quantidade de máquinas ou implementos ou benfeitorias (n) com as mesmas características e valores, multiplicado pela razão entre o CARP de cada bem e a área de cultivo total (ACT), conforme a equação:

$$CARP (ha) = n \frac{CARP}{ACT} \quad (7)$$

Para a terra, o CARP é obtido pela multiplicação da taxa de desconto real, ou custo de oportunidade do capital em cada safra (r), pela razão entre o valor de toda a propriedade somando-se as áreas cultivadas e improdutivas – área de preservação permanente e reserva legal ($VPterra$) e a área de cultivo total da propriedade (ACT), conforme a equação:

$$CARPterra = r \frac{VPterra}{ACT} \quad (8)$$

Dessa forma, o custo total de produção (CT) passa a ser composto pela soma do custo operacional de cada uma das culturas por unidade de área e seus devidos CARPs de máquinas, implementos e benfeitorias e terra, representados pela equação:

$$CUSTO TOTAL = CO + CARP \quad (9)$$

O presente trabalho contemplará um novo nível de análise, intermediário ao custo total, desconsiderando o custo de oportunidade da terra. Apesar de ser considerada fundamental pela literatura na composição dos custos totais, este material seccionará a análise em mais um nível, afim de mostrar a importância e o peso do bem terra na composição dos custos totais da agricultura. Assim, o Custo Total sem a terra corresponderá ao custo operacional (CO), o CARP das máquinas ($CARPmaq$), o CARP dos implementos ($CARPimpl$), o CARP de benfeitorias ($CARPbenf$) representado pela seguinte equação:

$$CUSTO TOTAL sem terra = CO + CARPmaq + CARPimpl + CARPbenf \quad (10)$$

4.5 Receitas financeiras e a sustentabilidade da propriedade

A receitas obtidas pela propriedade típica, segundo Alves, Barros e Osaki (2015) são chamadas de Receita Total (RT), sendo esta a multiplicação dos preços de comercialização da produção em todas suas modalidades de venda e o volume vendido em cada uma destas

modalidades. Assim, tomando-se por base os custos operacionais, a Receita Líquida Operacional (*RLO*) é composta pela diferença entre a receita total (*RT*) e o custo operacional (*CO*) e representada pela equação:

$$RLO = RT - CO \quad (11)$$

Já a Receita Líquida Total (*RLT*) é a diferença entre a receita total (*RT*) e o custo total (*CT*), apresentada pela equação

$$RLT = RT - CT \quad (12)$$

Como descrito na seção anterior, o novo item acrescido a análise também pode avaliar a receita líquida total sem o CARP da terra (*RLT sem terra*) pela diferença entre a receita total (*RT*) e o custo operacional (*CO*), o CARP das maquinas (*CARPmaq*), o CARP dos implementos (*CARPimpl*) e o CARP das benfeitorias (*CARPbenf*) segundo a equação:

$$RLT \text{ sem terra} = RT - CO - CARPmaq - CARPimpl - CARPbenf \quad (13)$$

Segundo Alves, Barros e Osaki (2015), já auferidos os custos e as receitas líquidas em todos os três níveis, é possível que se calcule a rentabilidade por cada real investido. O retorno por cada real investido sobre o custo operacional é descrito pela equação:

$$rrco = \frac{RLO}{CO} \quad (14)$$

Já o retorno por cada real investido considerando o custo total (*CT*) leva em conta a receita líquida total e custo total e é representado pela equação:

$$rrct = \frac{RLT}{CT} \quad (15)$$

Por fim, o retorno por cada real investido considerando-se o custo total sem o acréscimo do CARP da terra é calculado pela equação:

$$rrct \text{ sem terra} = \frac{RLT \text{ sem terra}}{CT \text{ sem terra}} \quad (16)$$

4.6 Critérios de equalização e tratamento dos dados

Para a definição dos juros reais que serão considerados no CARP, algumas importantes considerações precisam ser feitas. Para Barros *et al.* (2014), o CARP pode variar ano-a-ano e utiliza-se de juros reais para seu cálculo.

O custo oportunidade de capital foi calculado com base no uso de ativos de baixo risco, neste caso, a taxa da poupança. Segundo o Banco Central do Brasil (2018), a poupança representa uma das mais realizadas formas de aplicação no mercado financeiro e foi usada como referência de taxa de remuneração nominal de capital. Assim, dado o perfil de pequeno produtor da propriedade típica de Cascavel, optou-se por esta modalidade de custo de oportunidade.

Para calcular a taxa real de retorno da poupança, foram considerados como índices de inflação uma média entre o Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna (IGP-DI) e o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). O IGP-DI representa uma média ponderada de três outros índices. O IGP-DI leva em conta na sua composição, 60% do Índice de preços ao Produtor Amplo (IPA), 30% do Índice de Preços ao Consumidor (IPC) e 10% do Índice Nacional de Custos da Construção (INCC), o qual consegue abranger, desde matérias primas agrícolas, passando pelo setor intermediário e também o de serviços (FGV IBRE, 2016). O IPCA considera os bens e serviços consumidos por famílias com renda de 1 a 40 salários mínimos (IBGE, 2018). Assim, os dois índices se complementam na composição do indicador de inflação usado para apurar os juros reais empregados no presente trabalho.

Definidos os critérios para o cálculo do custo de oportunidade, considerou-se a média dos juros reais da poupança dos 9 anos anteriores a cada ano-safra mais o ano-safra na qual ela fez parte, totalizando 10 anos. Assim, por exemplo, para o CARP no ano-safra 2016/17 levou em conta a taxa de juros real de julho de 2007 até junho de 2017.

Para a correção dos valores referentes aos custos de produção e os preços de venda da produção, calculou-se a média do IGP-DI de 12 meses de cada safra. A base para comparação foi o mês de dezembro de 2017. Contudo, para cada uma das culturas considerou-se um período diferente de meses na composição do índice. Para as culturas de soja e o milho 1ª safra, o período de meses foi de junho de um ano a julho do ano seguinte. No milho 2ª safra, o período considerado foi de outubro de um ano a setembro do ano seguinte. No trigo, considerou-se o ano civil, de janeiro até dezembro.

4.7 Mensuração das vantagens ou desvantagens da técnica moderna ou tradicional

A mensuração da vantagem ou desvantagem no cenário avaliado apoiou-se no conceito de que os agentes são racionais e escolhem o uso de tecnologias e sistemas que trazem os melhores resultados econômicos (GRILICHES, 1957; PAIVA, 1971; SURI, 2011). É notório que o processo de escolha das tecnologias e empregos destas acontece por uma soma de fatores, sejam eles econômicos, intrínsecos aos agentes, a aversão ou a aceitação dos riscos, entre outros. Machado (2007), por exemplo, reporta outros 14 itens que acabam por influenciar a decisão em adotar determinada tecnologia. Neste trabalho, optou-se por avaliar economicamente se os resultados encontrados ao longo de 10 anos-safras convergiram para o melhor resultado econômico do produtor, tendo em vista a escolha das culturas e o percentual de área semeado com cada cultura e tecnologia em cada ano-safra.

Paiva (1975) propôs avaliar a adoção tecnológica na agricultura sobre o ótica do que era tradicional e o moderno a época. Para o autor, uma agricultura tradicional era relacionada às atividades manuais, enquanto a moderna empregava o uso de máquinas, fertilizantes e defensivos. No presente trabalho, visando uma análise mais recente em termos tecnológicos, as diferenciações tomarão como base as tecnologias empregadas nos três primeiros anos-safras (2007/08, 2008/09 e 2010/11), onde a propriedade típica semeava uma grande parcela das áreas com variedades e híbridos convencionais e cultivava soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, em relação ao ambiente em que o produtor típico cultivou unicamente variedades e híbridos modificados geneticamente na soja e no milho, excluindo do sistema de produção o milho 1ª safra e passando a cultivar unicamente em 2ª safra, em detrimento ao cultivo de trigo – este último período corresponde aos anos-safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

Nos três primeiros anos-safras considerados, a utilização de sementes convencionais da soja foi, em média, de 38%. No milho 1ª safra 88% da área e 73% no milho 2ª safra. No período classificado como moderno, o módulo de produção típico já não mais semeava áreas com soja e milho convencionais, mas 100% com sementes modificadas geneticamente, inclusive com uma nova geração de variedade de soja com tolerância ao herbicida glifosato e resistente a insetos (soja TH e RI). O trigo semeado foi 100% convencional em todas as safras.

Neste contexto, conforme descrito por Paiva (1971), o agricultor tenderá a seguir para a atividade que lhe traga o melhor resultado. Assim, o agricultor teoricamente adota a nova técnica por ter vantagem econômica. As bases matemáticas para as análises serão as de Paiva (1975), em que as receitas líquidas das tecnologias modernas e tradicionais, RL_m e RL_t , respectivamente, são apuradas levando-se em conta as quantidades produzidas de cada uma (Q_m

e Q_t), assim como seus custos por unidade (C_m), correspondendo a $\frac{P_{mx} X_m}{Q_m}$, e C_t , correspondendo a $\frac{P_{tx} X_t}{Q_t}$, e o preço de venda da produção no mesmo tempo t , onde:

$$RLm = Q_m \left[P_q - \left(\frac{P_{mx} X_m}{Q_m} \right) \right] \quad (17)$$

$$RLt = Q_t \left[P_q - \left(\frac{P_{tx} X_t}{Q_t} \right) \right] \quad (18)$$

Dessa forma, apurou-se qual tecnologia foi a mais vantajosa com a seguinte equação:

$$\Delta RL = (Q_m P_q - Q_m C_m) - (Q_t P_q - Q_t C_t) \quad (19)$$

Uma consideração importante a ser feita é que, o Custo Subjetivo de Transferência (CST) não foi considerado na análise, uma vez que ele é inerente a cada pessoa e as informações para sua mensuração não eram possíveis com as informações disponíveis.

Esta análise foi realizada considerando os resultados obtidos em cada uma das safras, devidamente corrigidos pela inflação para cada grupo de safras e como valor de P_q , considerou-se os preços de venda da soja e do milho médios mensais CEPEA/ESALQ-USP (2018) de julho/07 até junho/17. Para o milho 2ª safra a média dos valores mensais considerou os meses de outubro/07 até setembro/17 e no trigo baseou-se nas cotações médias desde o mês de janeiro/07 até o mês de dezembro/16. Todos os preços foram corrigidos pelo IGP-DI antes de ser calculada a média.

Além disso, o trabalho estimou a contribuição de cada uma das culturas nas receitas líquidas operacionais da propriedade, transformando os resultados em valores unitários de produção das três safras de cada grupo de safras. Somaram-se os custos ponderados das culturas e as receitas de cada uma delas na propriedade e dividiu-se pela produtividade obtida para compor este indicador. O objetivo foi verificar quais culturas contribuíam positiva ou negativamente na receita final do período.

Assim, dado todos os parâmetros apresentados, os resultados serão analisados primeiramente em termos de custos de produção por cultura. Na sequência, serão apresentados os resultados de custos operacionais, custos totais sem o CARP da terra e o custo total por cultura individualmente e, por fim, agrupados por sistemas de produção com base em sua

específica safra. Nos sistemas de produção estarão incluídas as culturas da soja, milho 2ª safra e trigo, assim como o milho 1ª safra no ano-safra em que a cultura estiver inserida.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo de resultados do trabalho está dividido em 8 partes. Primeiramente, serão apresentados e discutidos dados sobre a caracterização da propriedade típica de Cascavel (PR) em termos de área, distribuição das culturas, tecnologias empregadas nas culturas e as principais formas de captação dos recursos auferidas pelos produtores típicos da região. As subseções segunda, terceira e quarta visam caracterizar valores da terra, inventário e produtividade, respectivamente. A quinta subseção apresenta e discorre sobre o uso de insumos na propriedade típica e a evolução por tecnologia de sementes. Por fim, contextualiza o cenário de preços dos insumos e da produção no decorrer das safras e traz os resultados comparativos dos custos de produção, receitas entre as safras, assim como os sistemas produtivos. Também serão agregados os dados de custos e receitas visando comparar as tecnologias modernas com as tradicionais.

5.1 Caracterização da área da propriedade típica de Cascavel (PR)

5.1.1 Tamanho da propriedade e tecnologias adotadas

A propriedade típica de Cascavel no período correspondente entre as safras 2007/08 e 2016/17 foi constituída apenas por área de cultivo própria, área de reserva legal e preservação permanente. Ao longo de todos os anos foi considerada um propriedade com área de cultivo de 65 hectares (Figura 22), a qual representa a área modal de uma propriedade que cultiva grãos (soja, milho e trigo) em Cascavel (PR).

Somando-se a área de cultivo e a área de preservação permanente, de 2006/07 a 2009/10 a propriedade típica apresentou 72,2 hectares. A partir da safra 2010/11, a propriedade típica considerada foi aquela com área total de 81,25 hectares. A alteração ocorreu na área de reserva legal. Vale observar que a metodologia de painel permite os ajustes, inclusive devido à alteração de composição do grupo focal.

Até a safra 2013/14 ainda existia o cultivo de milho na 1ª safra, passando a não mais ser cultivado após este período, ficando apenas a soja como a cultura semeada no verão (Figura 23). Além disso, na safra 2012/13 apenas 5% da área de verão foi semeada com o milho na 1ª safra.

Figura 22 – Área agrícola e total na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Figura 23 – Evolução percentual da área semeada na 1ª safra com soja e milho na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Em termos de tecnologias das sementes utilizadas na cultura da soja (Figura 24), dois períodos importantes são identificados. O primeiro até a safra 2010/11, quando conviviam as tecnologias convencionais (Soja NOGM) e modificadas geneticamente (tolerante ao herbicida glifosato ou soja TH) e o segundo após a safra 2015/16, quando passa a compor o portfólio da propriedade típica as variedades modificadas geneticamente tolerantes ao herbicida glifosato e resistentes a lagarta (Soja TH e RI). No primeiro momento, merece destaque o fato de ser decrescente o uso das variedades convencionais, até que na safra 2011/12 passou a não mais

compor o portfólio da propriedade típica.

No milho 1ª safra (Figura 25), como a liberação comercial de sementes modificadas geneticamente ocorreu somente a partir de 2007, até a safra 2008/09 apenas sementes convencionais foram consideradas na propriedade típica de Cascavel (PR) para o semeio de 1ª safra (Milho 1ª Safra OGM). Ao longo das safras, as sementes geneticamente modificadas (Milho 1ª Safra NOGM) foram ganhando representatividade, não mais sendo registrado o cultivo de híbridos convencionais após a safra 2010/11.

Figura 24 – Evolução percentual das tecnologias adotadas no cultivo de soja na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Figura 25 – Evolução percentual das tecnologias adotadas no milho 1ª na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Na 2ª safra (Figura 26), as duas culturas semeadas são o milho e o trigo. Até a safra 2009/10 era bastante significativa a participação do trigo nas áreas de 2ª safra da propriedade típica de Cascavel (PR). Contudo, após a safra 2010/11 o trigo perdeu participação para o milho 2ª safra. Este aumento da área destinada ao milho 2ª safra pode, em partes, ser explicado pela maior rentabilidade da soja em relação ao milho na 1ª safra e pela maior rentabilidade e menor risco do milho em relação ao trigo na 2ª safra. Chama a atenção também a redução da área de pousio, coincidindo com o aumento da área de milho 2ª safra. Este uso mais intenso da área da propriedade na 2ª safra pode estar relacionado com um encurtamento dos ciclos de cultivo da 1ª safra, o possibilita um semeio antecipado do milho 2ª safra.

Figura 26 – Evolução percentual da área semeada na 2ª safra na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Dentre as tecnologias adotadas na 2ª safra para o milho, até a safra 2008/09 a propriedade típica também cultivava apenas sementes convencionais (Milho 2ª Safra NOGM). A partir da safra 2009/10 o milho modificado geneticamente passou a ser a tecnologia mais utilizada na 2ª safra de milho (Milho 2ª Safra OGM). Merece destaque que a propriedade típica chegou a semear 100% da área com híbridos modificados geneticamente a partir da safra 2012/13 (Figura 27).

Outro aspecto importante na caracterização da propriedade típica se refere às fontes de financiamento. Como esperado, a captação de recursos de custeio na propriedade típica varia de ano para ano (Tabela 3), influenciados pela disponibilidade de crédito público, taxa de juros de recursos privados, ou mesmo inadimplência dos produtores, entre outros. As culturas de verão da propriedade captam uma parcela bastante expressiva de recursos controlados no custeio das lavouras. Na 2ª safra, estes percentuais variam mais de safra a safra e, no início da

análise, na temporada 2007/08 eram atividades de menor participação entre as culturas e na área cultivada da fazenda. Ao longo de várias safras, houve um aumento da participação de capital próprio, que corresponde aos períodos de renda mais atrativa, em que o produtor teve uma maior capacidade de uso de autofinanciamento.

Figura 27 – Evolução percentual entre variedades NOGM e OGM no milho 2ª safra na propriedade típica de Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 3 – Captação de recursos de custeio da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo

Ano-Safra	Soja			Milho 1ª safra			Milho 2ª Safra			Trigo		
	PRC	MTCR	Prop	PRC	MTCR	Prop	PRC	MTCR	Prop	PRC	MTCR	Prop
2007/08	30%	70%	0%	30%	70%	0%	30%	70%	0%	30%	70%	0%
2008/09	30%	70%	0%	30%	70%	0%	30%	70%	0%	30%	70%	0%
2009/10	75%	0%	25%	75%	0%	25%	75%	0%	25%	75%	0%	25%
2010/11	55%	15%	30%	55%	15%	30%	55%	15%	30%	55%	15%	30%
2011/12	60%	30%	10%	60%	30%	10%	50%	30%	20%	50%	10%	40%
2012/13	65%	10%	25%	65%	10%	25%	60%	20%	20%	60%	20%	20%
2013/14	70%	10%	20%	70%	10%	20%	70%	10%	20%	70%	10%	20%
2014/15	70%	10%	20%				70%	10%	20%	70%	10%	20%
2015/16	80%	15%	5%				60%	35%	5%	85%	15%	0%
2016/17	50%	40%	10%				50%	40%	10%	90%	0%	10%

Legenda: PRC = Banco Público com origem em recursos controlados; MTCR = Multinacionais, Traders, Cooperativas e Revendas; Prop = Recursos Próprios

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

5.1.2 Valor da terra e valor correspondente a arrendamento na típica de Cascavel (PR)

O valor da terra coletado no painel para a propriedade típica de Cascavel também aumentou de forma bastante significativa no decorrer das safras (Tabela 4), tanto em unidades equivalentes de sacas de soja, que é a “moeda” considerada pelo mercado local, como em valor monetário. Este aumento no valor da terra demonstra a valorização do bem e gera reflexos diretos no custo de oportunidade da capital terra, onerando os custos totais de produção. Entretanto, parece ser um indicativo de que o retorno está sendo satisfatório aos compradores e, que para os revenderam, também houve ganho de capital.

Tabela 4 – Valor real da terra e arrendamento da propriedade típica de Cascavel (PR)

Ano-safra	Valor da terra (sc/ha)	Valor da terra (R\$/ha)	Arrendamento (sc/ha)
2007/08	366	R\$ 23.974,29	14,00
2008/09	366	R\$ 25.458,83	14,00
2009/10	488	R\$ 25.932,11	16,53
2010/11	500	R\$ 29.604,31	16,53
2011/12	620	R\$ 38.790,41	18,60
2012/13	536	R\$ 36.492,90	18,60
2013/14	537	R\$ 38.451,63	20,66
2014/15	537	R\$ 36.539,34	20,66
2015/16	744	R\$ 46.679,21	20,00
2016/17	1.033	R\$ 66.402,44	20,66

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

5.1.3 Caracterização das máquinas e implementos da típica de Cascavel (PR)

O inventário de máquinas e implementos da propriedade típica mostra que com o passar das safras, poucas foram as alterações em termos de quantidade e características das máquinas e equipamentos (Tabela 5). Chama a atenção apenas a inserção de um equipamento de GPS, utilizado na agricultura de precisão, indicando uma adaptação tecnológica na propriedade típica com o equipamento de precisão.

5.1.4 Produtividade da propriedade típica de Cascavel (PR)

A evolução da produtividade média das culturas de verão obtida pela propriedade típica tem correlação positiva com o comportamento da produtividade na região oeste do Paraná, segundo a SEAB/DERAL (2018) (Figura 28). As produtividades não estão separadas por tecnologia porque os volumes relatados nos painéis foram os mesmos, independentemente da tecnologia de sementes. Em duas safras houve quebras mais expressivas de produtividade, quais

sejam: 2008/09 e a 2011/12. Segundo (CEPEA/ESALQ-USP, 2017b), o clima seco no período de enchimento de grão (dezembro e janeiro) comprometeu a produtividade nestas duas safras.

Tabela 5 – Evolução do inventário de máquinas e implementos da propriedade típica de Cascavel (PR)

Classificação	Tipo/Ano-safra	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Máquina	Colheitadeira	1	1	1	1	1		1	1	1	1
	Trator Médio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trator Pequeno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Implemento	Agricultura de Precisão							1	1	1	1
	Pulverizador de arrasto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Semeadora Inverno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Semeadora Verão	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Na Figura 28 também estão representados a média de pluviosidade da safra de verão. O período de apuração dos dados pluviométricos das lavouras de verão foi de setembro a março do ano seguinte, conforme o calendário de semeio. Nota-se que em alguns poucos momentos o volume de chuvas foi inferior a 1000 mm. Segundo (EMBRAPA, 2013) a exigência hídrica da soja se faz entre 450 mm e 800 mm e que, mesmo um pouco superior ao volume exigido, a falta delas em momentos vitais afetou a produção.

Para o milho 1ª safra, a EMBRAPA (2015) cita que a necessidade de chuvas se faz entre 500 mm e 800 mm, sendo os momentos críticos correspondentes às fases de iniciação floral até o desenvolvimento da inflorescência, assim como o momento do pendoamento até a maturação. Assim, nas safras 2008/09 e 2011/12, a falta de chuvas aconteceu em momentos próximos a estas fases, prejudicando a produtividade do cereal (CEPEA/ESALQ-USP, 2017c).

Figura 28 – Produtividade das culturas de verão na propriedade típica, divulgadas pela SEAB/DERAL (2018) para cada cultura na região de Cascavel (PR) e pluviometria na 1ª safra na região, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017), SEAB/DERAL (2018) e SIMEPAR (2017).

Nas culturas de inverno, o comportamento é similar ao apresentado nas culturas de verão. Há forte correlação das produtividades relatadas no painel com em nível regional apresentadas por SEAB/DERAL (2018). Chama a atenção a crescente produtividade do milho 2ª safra, o qual vem sendo semeado cada vez mais antecipadamente no sistema de produção típico da região, podendo estar se desenvolvendo em períodos mais adequados e refletindo em melhores produtividades (Figura 29). Certamente a melhora genética das sementes também é fator positivo. Entretanto, há relação positiva entre produtividade e volumes pluviométricos – tratado como o volume de janeiro a julho em cada ano-safra, havendo impacto negativo em

2008/09 devido ao déficit hídrico nos momentos cruciais da lavoura (CEPEA/ESALQ-USP, 2017c).

Figura 29 – Produtividade das culturas 2ª safra na propriedade típica, divulgadas pela SEAB/DERAL (2018) para cada cultura na região de Cascavel (PR) e pluviometria na 2ª safra na região, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017), SEAB/DERAL (2018) e SIMEPAR (2017).

Para o trigo, a produtividade oscila significativamente ao longo dos anos-safras. Certamente as condições climáticas tem impacto mais direto, mas fatores pontuais, como geada ou mesmo chuvas intensas em períodos próximos à colheita tende a gerar impactos negativos expressivos sobre o volume e qualidade do produto, como ocorrido nas temporadas 2011/12 e 2013/14 (CEPEA/ESALQ-USP, 2017d).

5.1.5 Evolução do uso dos insumos na propriedade típica de Cascavel (PR)

Certamente o uso de insumos tende a impactos na produtividade, no custo de produção e, por fim, na rentabilidade da cultura em cada ano-safra. Segundo os dados básicos, a quantidade de fertilizante foi a mesma entre as diferentes tecnologias de uma mesma cultura, assim, estruturou-se os dados separando-os apenas por cultura (Tabela 6).

Analisando o uso de fertilizantes na soja, para os três principais macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O), observa-se que a adubação realizada é relativamente estabilizada, no histórico das safras (Tabela 6). Registraram-se algumas variações pontuais nas quantidades destes nutrientes em função, principalmente, dos formulados ou matérias-primas utilizadas em cada ano-safra, mas o nível de variação foi baixo no decorrer das

temporadas. Os dois principais macronutrientes, fósforo e potássio, em todos os anos estiveram próximos de 60 quilos de cada um por hectare.

No caso do milho (Tabela 6), o uso de fertilizantes por macronutrientes teve uma oscilação levemente superior que ao da soja, mas coerentes com as produtividades registradas. Há uso mais intenso na 1ª safra, devido ao maior potencial produtivo, e bem menos na 2ª safra.

Tabela 6 – Uso de fertilizantes (N, P₂O₅ e K₂O) por kg de nutriente por hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Cultura	Nutr.	Anos-safras									
		2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Soja	K ₂ O	60,0	60,0	57,9	62,0	62,0	60,0	50,0	66,0	60,0	66,0
	N	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	6,0	5,0	4,0	6,0	7,0
	P ₂ O ₅	60,0	60,0	57,9	62,0	62,0	60,0	50,0	60,0	60,0	66,0
Milho 1ª safra	K ₂ O	80,0	80,0	70,2	82,6	82,6	80,0	80,0			
	N	92,0	92,0	130,4	132,1	126,0	135,5	122,0			
	P ₂ O ₅	80,0	80,0	70,2	82,6	82,6	120,0	80,0			
Milho 2ª Safra	K ₂ O	60,0	50,0	49,6	50,0	49,6	60,0	60,0	52,5	45,0	50,0
	N	64,0	60,0	39,7	20,0	104,8	69,0	69,0	66,0	66,0	40,0
	P ₂ O ₅	60,0	50,0	49,6	50,0	49,6	90,0	60,0	52,5	45,0	50,0
Trigo	K ₂ O	80,0	80,0	49,6	41,3	49,6	45,0	50,0	31,5	37,5	40,0
	N	77,0	77,0	45,9	84,0	19,8	81,0	65,0	45,2	60,0	36,0
	P ₂ O ₅	80,0	80,0	49,6	41,3	49,6	45,0	50,0	31,5	37,5	40,0

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

No trigo, não há um padrão característico no uso de fertilizantes. No geral, produtores investem na cultura de acordo com a expectativa de preços e comercialização ao longo dos anos.

Passando a analisar o uso de defensivos agrícolas, no decorrer das safras, observou-se um quadro um pouco diferente do registrado nos fertilizantes. As tabelas a seguir apresentam a quantidade dos defensivos utilizados nas pulverizações e nas culturas, por grupo químico. A contabilização dos insumos foi feita somando-se o total utilizado, ou seja, se o mesmo ingrediente ativo foi repetido, ou mesmo utilizado em pulverizações diferentes, este foi contabilizado em duplicidade. Além disso, pode corresponder a aplicação em área total ou em uma fração da área para herbicidas (Tabela 7), inseticidas (Tabela 8) e fungicidas (Tabela 10).

Para a análise dos defensivos, nota-se que, com o passar das safras, há maior uso de produtos, sejam eles de herbicidas, inseticidas e fungicidas, o que sinaliza para uma perda, mesmo que parcial, da função das características da mudança genética. Além disso, pode estar acontecendo uma maior resistência por plantas daninhas, pragas, insetos e doenças pelo uso de

um mesmo ingrediente ativo, como o herbicida glifosato em variedades de soja tolerantes (soja TH). Além disso, até mesmo herbicidas utilizados na soja convencional voltaram a ser usados para o controle de plantas daninhas, como o ingrediente ativo *clorimuron*.

No caso específico dos herbicidas, além de ter uma correlação positiva com a tecnologia das sementes empregada, na safra 2007/08, quando o produtor ainda cultivava soja convencional e tolerante ao herbicida glifosato (Soja TH), o total de aplicações de herbicidas era de 3 e chegou a até 7 na safra 2015/16.

Para as demais culturas, os herbicidas utilizados não expressam na propriedade típica um quadro tão visível de aumento de uso. No geral, se observa uma oscilação no número de aplicações de herbicidas (Tabela 7).

Tabela 7 – Uso de herbicidas em número de aplicações para pulverização em 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Cultura	Safras									
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Soja NOGM	3	3	5	3						
Soja TH	3	3	4	3	3	3	5,4	5,3	7	5,2
Soja TH e RI								5,3	7	5,2
Milho 1ª safra NOGM	2	2	2	3						
Milho 1ª safra OGM			2	3	3	2	2			
Milho 2ª Safra NOGM	2	2	2	3						
Milho 2ª Safra OGM			2	3	1,1	2	2	2	1	1
Trigo	2	2	4	3	1	2	3	2	3	3

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Para os inseticidas, o uso de variedades e híbridos resistentes a lagarta (Milho *Bt*) propôs a redução do uso, principalmente os que têm como foco o controle de lagartas. Contudo, com o passar das safras, a propriedade típica também apresentou um aumento do uso destes insumos, o que pode sinalizar a perda de eficiência das resistências das tecnologias das sementes (Tabela 8).

Tabela 8 – Uso de inseticidas em número de aplicações para pulverização em 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Culturas	Safras									
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Soja NOGM	4	4	4	5						
Soja TH	4	4	4	5	4	4	5	7	5	6
Soja TH e RI								6	4	3
Milho 1ª safra NOGM	2	2	4	4						
Milho 1ª safra OGM			1	1	1	2	4			
Milho 2ª Safra NOGM	2	2	3	4						
Milho 2ª Safra OGM			2	2	1,2	2	4	3,5	3	4
Trigo	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Para a soja, com o passar das safras foi crescente o uso de inseticidas, especialmente para lagartas, seja ele utilizado na soja TH ou mesmo na soja TH e RI, esta resistente a lagartas (Tabela 9). No milho 2ª safra OGM, também é bastante visível que mesmo em tecnologia resistente a insetos, o produtor precisa realizar aplicações de inseticidas. Tendo em vista que a proposta inicial destas tecnológicas é reduzir os custos de produção (FERREIRA FILHO, ALVES e BALLAMINUT, 2006), a menor eficiência das culturas podem não trazer o benefício total proposto por elas.

Segundo EMBRAPA (2015), o manejo de pragas tem sido um dos principais fatores que reduzem as perdas na cultura do milho. As tecnologias modificadas geneticamente detentoras do gene *Bacillus thuringiensis* (Bt) mostram-se eficientes no controle de lagartas, mas que podem apresentar variações da proteção a depender do evento, do híbrido e também da severidade da infestação, entre outros fatores, o que pode se fazer necessário aplicações extras de inseticidas. Além disso, o ataque de percevejos tem aumentado com o passar das safras e refletido no uso destes produtos na cultura. Para EMBRAPA (2015), os percevejos, principalmente o marrom, atacam o milho e possui ocorrência esporádica a depender da safra e região.

No trigo, segundo EMBRAPA (2014), as pragas variam bastante de região para região e algumas podem ser elencadas como impactantes as lavouras: lagartas, percevejos e pulgões. Os produtos que controlam as lagartas foram os mais usados no trigo em todos os anos-safras. Nota-se que apenas nas safras 2009/10 e 2010/11 foram feitas duas aplicações para as lagartas e nas demais, uma. No geral, quando comparados com outras culturas, o uso de inseticidas no trigo é baixo.

Tabela 9 – Inseticidas utilizados por praga alvo em 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Culturas	Alvo	Safras									
		2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Soja NOGM	AE	2	2	2	2						
Soja NOGM	LAG	2	2	1	2						
Soja NOGM	PERC			1	1						
Soja TH	AE	2	2	2	2				2		
Soja TH	LAG	2	2	1	2	1	1	4	3	3	4
Soja TH	PERC			1	1	3	3	1	2	2	2
Soja TH e RI	AE								2		
Soja TH e RI	LAG								2	2	1
Soja TH e RI	PERC								2	2	2
M 1ªS NOGM	AE			1							
M 1ªS NOGM	LAG	2	2	3	4						
M. 1ªS OGM	AE			1							
M. 1ªS OGM	LAG				1	1	1	4			
M. Ver OGM	PERC						1				
M. 2ªS NOGM	AE			1							
M. 2ªS NOGM	LAG	2	2	2	3						
M. 2ªS NOGM	PERC				1						
M. 2ªS OGM	AE			1					1		2
M. 2ªS OGM	LAG			1	1	2	1	3	2	2	2
M. 2ªS OGM	PERC				1	1	1	1	1	1	
Trigo	AE				1						1
Trigo	LAG	1	1	2	1		1	1		1	
Trigo	PERC					1			1		

Legenda: AE = Amplo Espectro, LAG = Lagartas, PERC = Percevejos

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Foi crescente o uso de fungicidas nas culturas da soja e do milho 2ª safra ao longo dos anos analisados (Tabela 10). Para o trigo, há certa estabilidade no número de aplicações. Segundo EMBRAPA (2014) doenças da parte da folha no trigo, como ferrugem da folha, bruzone, giberela, entre outras, afetam de maneira significativa a produtividade.

Para a soja, as doenças causadas por fungos são bastante prejudiciais a produção. Segundo EMBRAPA (2013) as doenças são os principais limitantes para que o produtor consiga bons níveis de produtividade. As perdas por doenças podem ser de 10% a 20% em níveis mais baixos, até atingir 100% com alta severidade das doenças.

Tabela 10 – Uso de fungicidas em número de aplicações para pulverização por 1 hectare da propriedade típica de Cascavel (PR) para soja, milho ^a safra, milho 2^a safra e trigo, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Culturas	Safras									
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Soja NOGM	2,50	2,50	2,50	3,00						
Soja TH	2,50	2,50	2,50	3,00	3,00	3,50	3,00	3,00	4,00	3,00
Soja TH e RI								3,00	4,00	3,00
Milho 1 ^a safra NOGM	1,00	1,00	1,00	-						
Milho 1 ^a safra OGM			1,00	-	1,00	1,00	1,00			
Milho 2 ^a Safra NOGM	1,00	1,00	1,00	1,00						
Milho 2 ^a Safra OGM			1,00	1,00	1,30	1,00	1,00	1,50	2,00	1,00
Trigo	2,00	2,00	2,00	2,00	1,30	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Assim, a análise dos índices pluviométricos na região de Cascavel no decorrer das safras permite-se elencar e associar alguns fatos. Nota-se que nos primeiros anos da análise, mesmo com os menores índices pluviométricos das 10 safras, os casos de ferrugem asiática eram 10 vezes maiores que a safra 2016/17 (Consórcio Antiferrugem, 2017), que registrou o dobro da quantidade de chuva. Mesmo assim, a quantidade de aplicações aumentou com o passar das safras, passando de 2,5 na safra 2007/08 para entre 3 e 4 nas temporadas seguintes (Tabela 11).

Tabela 11 – Índice pluviométrico, aplicações de fungicidas e casos de ferrugem asiática da soja em Cascavel (PR) na cultura da soja, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Cm. Casca de (1 R) na cultura da soja, entre as safras 2007/08 e 2016/17				
		Índice Pluviométrico	Aplicações Fungicida	Ferrugem Asiática
Safras	2007/08	862	2,5	1038
	2008/09	964	2,5	1582
	2009/10	1.062	2,5	265
	2010/11	1.295	3	185
	2011/12	1.007	3	20
	2012/13	1.447	3,5	112
	2013/14	1.170	3	75
	2014/15	1.190	3	89
	2015/16	1.409	4	106
	2016/17	1.661	3	87

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017), Consórcio Antiferrugem (2017) e SIMEPAR (2017).

A Embrapa disponibiliza uma série de boletins técnicos com resultados de uso de fungicidas em diversos campos experimentais pelo Brasil, visando identificar a eficiência destes produtos no controle da ferrugem asiática no decorrer das safras. Na Tabela 12 constam os produtos utilizados pela propriedade típica na cultura da soja e a eficiência destes produtos em função destes fungicidas (GODOY e FLAUSINO, 2008; GODOY, SILVA e UTIMADA,

2009; GODOY et al., 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017).

Nota-se que, safra após safra, aconteceu o uso de produtos que possuem boa efetividade no controle da doença. Além disso, com o passar das safras as pesquisas mostram que estes produtos vão perdendo sua eficiência e novos produtos são inseridos no mercado e também nas pesquisas. Dois são os produtos bastante utilizados, azoxistrobina + ciproconazol e ciproconazol + trifloxistrobina (Tabela 12) e que estão perdendo sua eficiência com o passar das temporadas. Nota-se que já nas últimas safras, produtos diferentes foram utilizados e também em maior quantidade. A eficiência do uso de fungicidas limitou-se a avaliar a cultura da soja, uma vez que é que mais sofre com a umidade e necessita de maior cuidado e uso de fungicidas, dentre as três culturas avaliadas na propriedade típica.

Tabela 12 – Fungicidas utilizados na propriedade típica de Cascavel (PR) para soja e sua eficiência por safra, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Safra	Ingrediente Ativo Utilizado	Grau de Eficiência
2007/08	ciproconazol + trifloxistrobina	Alta
2008/09	ciproconazol + trifloxistrobina	Alta
2009/10	azoxistrobina + ciproconazol	Alta
2010/11	azoxistrobina + ciproconazol	Alta
2010/11	ciproconazol + trifloxistrobina	Alta
2010/11	epoxiconazol + piraclostrobina	Alta
2011/12	carbendazim	Não Disponível
2011/12	azoxistrobina + ciproconazol	Alta
2011/12	epoxiconazol + piraclostrobina	Alta
2012/13	tiofanato-metílico	Não Disponível
2012/13	azoxistrobina + ciproconazol	Moderada
2012/13	ciproconazol + trifloxistrobina	Não Disponível
2012/13	epoxiconazol + piraclostrobina	Moderada
2013/14	carbendazim	Não Disponível
2013/14	azoxistrobina + ciproconazol	Moderada
2013/14	Protioconazol + trifloxistrobina	Alta
2014/15	azoxistrobina + ciproconazol	Moderada
2014/15	Protioconazol + trifloxistrobina	Alta
2015/16	Mancozebe	Moderada
2015/16	Protioconazol + trifloxistrobina	Alta
2015/16	ciproconazol + Picoxistrobina	Não Disponível
2015/16	azoxistrobina + Benzovindiflupyr	Alta
2016/17	epoxiconazol + piraclostrobina	Não Disponível
2016/17	Protioconazol + trifloxistrobina	Alta
2016/17	epoxiconazol + fluxapirroxade + piraclostrobina	Não Disponível

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017) e (GODOY e FLAUSINO, 2008; GODOY, SILVA e UTIMADA, 2009; GODOY et al., 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017).

5.2 Condições mercadológicas e quadro de preços de venda da produção e dos insumos entre as safras 2007/08 e 2016/17 em Cascavel (PR)

Os preços de venda da produção estão apresentados na Figura 30. Para a composição considerou-se os preços no mercado de balcão (preços ao produtor), deflacionados com base em julho de 2017 pelo IGP-DI. Para os três produtos apresentados, é notório que existe uma oscilação significativa de preços, tendo em vista os cenários de oferta e demanda mundiais de cada cultura.

Na soja, os anos-safras de 2007/08 e 2008/09 foram anos com níveis de preços em bons patamares em Cascavel (PR) (Figura 30). A safra 2007/08 foi de boa rentabilidade, de modo geral, para os produtores brasileiros, uma vez que a produtividade obtida foi satisfatória, o que já não aconteceu na safra 2008/09 em Cascavel (PR) em função da quebra de safra. Porém, os bons níveis de preço amenizaram os resultados ruins desta temporada. Contudo, esta safra teve reflexos da crise financeira mundial, que, afetou a liberação de crédito e os preços dos insumos.

A safra 2009/10 foi de preços baixos, no geral. O quadro de boa oferta mundial afetou os preços nos cenários mundial e nacional. No Brasil, a área foi crescente, favorecido pelos bons preços até a safra anterior e também pelos baixos preços das lavouras concorrentes (CEPEA/ESALQ-USP, 2017b).

Já para as safras 2010/11, 2011/12 o cenário de preços da soja já mostrava reação com o retorno do aquecimento da demanda mundial e na safra 2011/12 atingiu as maiores cotações reais do período analisado, praticamente mantendo os altos patamares até a safra 2012/13. Na temporada 2011/12 o fenômeno climático *La Niña* afetou a produção na América do Sul, levando as cotações a níveis recordes. Este quadro de quebra na América do Sul veio juntamente a crise econômica na Grécia que refletiu no câmbio e nas cotações da oleaginosa (CEPEA/ESALQ-USP, 2017b).

Figura 30 – Preços reais pagos ao produtor da soja, milho e trigo em Cascavel (PR), entre as safras 2007/08 e 2016/17.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo CEPEA/ESALQ-USP (2018)

A safra 2012/13 foi marcada ainda por um cenário de bons preços e demanda mundial pelo grão aquecida. Este quando sustentou as cotações em bons patamares, mesmo com uma boa produção brasileira de soja. A produção da safra 2013/14 foi, apesar das preocupações com o clima no Brasil, mais uma vez recorde. Assim, o cenário de preços começou a safra no segundo semestre de 2013 ainda em bom patamar, acabou a safra mais pressionada (CEPEA/ESALQ-USP, 2017b).

As demais safras, 2014/15, 2015/16 ainda foram safras com bons níveis de preço, mesmo este oscilando bastante com o passar dos meses da temporada. Apenas na safra 2016/17, o cenário de clima excepcional proporcionou uma safra muito boa no Brasil e acabou pressionando as cotações. Em Cascavel (Figura 30), as cotações da soja atingiram um dos menores patamares das 10 safras analisadas, ficando em valores inferiores a R\$ 60,00/sc, cenário antes visto na região apenas em 2012 (CEPEA/ESALQ-USP, 2017b).

No milho, as safras 2007/08, 2012/13 e 2016/17 foram as que apresentaram as melhores cotações no período de 10 safras analisados. Em 2008, o clima no Paraná afetou a produção da 2ª safra (geada), o que acabou por favorecer um quadro de aumento de preços do cereal em Cascavel. A menor produtividade pode ser visualizada na Figura 29. Contudo, mesmo com a quebra no Paraná, o Brasil produziu uma safra recorde, fato que aumentou os estoques e pressionou as cotações já no final de 2008 e em 2009, que resultou em redução de área semeada ano Brasil na safra 2009/10 (CEPEA/ESALQ-USP, 2017c).

Entre a safra 2009/10 e a safra 2011/12, a relação de preços da soja e milho eram mais favoráveis a oleaginosa, o que refletiu na redução do cultivo no verão do milho. Passou a intensificar a migração da primeira para a 2ª safra. Com o clima de certa forma sem maiores contratempos, a produção nacional foi satisfatória, mantendo as cotações do cereal em um patamar médio quando comparado no período das 10 safras analisadas.

Já a safra 2012/13, as cotações do cereal tiveram acréscimos no Brasil e em Cascavel, em função da quebra de safra americana, que deixou de produzir em função do clima, quase 100 milhões de toneladas (CEPEA/ESALQ-USP, 2017c). Na temporada 2013/14, a boa safra no Brasil e a retomada da produção nos Estados Unidos da América pressionaram novamente as cotações do cereal (CEPEA/ESALQ-USP, 2017c).

A safra 2014/15 foi marcada por um período de pressão nas cotações em função do excedente interno e pelos recuos nas cotações internacionais. Este cenário de preços baixos só seria revertido na safra 2015/16, quando novamente um evento climático derrubaria a produção nacional na 2ª safra e reduziu a oferta local, já de baixa disponibilidade interna em função do grande volume exportado em 2016. Esta soma de fatores levou novamente a um aumento nas cotações regionais do cereal. Já na temporada 2016/17 a produção nacional e mundial voltou a atingir um excelente patamar, o que novamente derrubou as cotações do grão o decorrer de 2017, que haviam iniciado o ano ainda em bons patamares (CEPEA/ESALQ-USP, 2017c).

O trigo apresenta um comportamento de preços um pouco diferente da soja e do milho no mercado brasileiro, uma vez que o Brasil não é autossuficiente na sua produção e acaba tendo que importar o cereal. Assim, no decorrer das safras, as cotações acabam tendo mais interferência da paridade de importação e também de políticas governamentais, do que soja e milho (CEPEA/ESALQ-USP, 2017d).

Em 2008, as cotações do cereal que, encontravam-se em bons patamares, caíram em função do aumento de área e produção no Brasil. Este quadro de cotações mais baixas perdurou até 2012, mesmo com quebra de safra em 2009, que derrubou a qualidade do grão nacional, aumentando as importações para que fosse atendida a demanda moageira. Em 2010, mesmo com uma redução bastante expressiva de área no país, a boa produção nacional compensou uma parte da redução da área, elevando um pouco as cotações, mas ainda mantendo-as pouco atrativas. Um novo pico de preços do cereal aconteceu em 2013 com a quebra de produção no Brasil e Argentina, levando as cotações nacionais a valores recordes, que permaneceram em bons patamares até meados de 2014 quando voltaram a recuar. Em 2016, com as adversidades climáticas no Sul do Brasil os preços voltaram a se recuperar um pouco, mas em 2017 recuaram para valores bem próximos dos menores valores reais em 10 anos em Cascavel, o que complica

bastante o cenário de rentabilidade da cultura (CEPEA/ESALQ-USP, 2017d).

Para os insumos algumas considerações precisam ser feitas. O início da série de dados se dá em março de 2008. Contudo, são capazes de representar o comportamento de preços necessários para a análise da pesquisa. Outro ponto a ser considerado é o deflacionamento dos preços pelo IGP-DI tendo como base o mês de julho de 2017.

A análise do comportamento dos preços dos fertilizantes já começa em um momento bastante crítico para os produtores, com os maiores preços reais entre as temporadas 2007/08 e 2016/17. Nos anos de 2008 e 2009, os preços dos fertilizantes sofreram uma escalada principalmente por problemas com o aumento expressivo da demanda de países produtores de alimentos e a oferta mundial de adubos fosfatados e do Cloreto de potássio com problemas de produção e alagamento de minas produtoras no Canadá. Do início de 2008 até o mês de junho do mesmo ano, o preço dos fertilizantes praticamente dobrou no Brasil. Em 2009, as cotações dos fertilizantes voltaram a cair, quando ainda no final de 2008, o governo isentou os fertilizantes do Imposto sobre produtor industrializados (IPI), o recolhimento do Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para o Funcionamento da Seguridade Social (COFINS). Além disso, no decorrer do ano, oferta mundial foi se estabilizando fazendo com que as cotações dos adubos caíssem em Cascavel (CEPEA/ESALQ-USP, 2017e).

O ano de 2008 também foi marcado por aumento dos preços dos defensivos agrícolas. No final do ano os fungicidas subiram em função da grande demanda e a baixa oferta. Já o herbicida glifosato, o principal utilizado na soja tolerante ao herbicida a época, apresentou alta de preços em função da menor oferta no mercado mundial em função das olimpíadas na China, que restringiu a produção das fabricas no país. O país era o principal país produtor do ingrediente ativo. Além disso, a demanda era crescente do produto nas lavouras brasileiras com a expansão da área no país (CEPEA/ESALQ-USP, 2017e).

Nas safras seguintes, os preços dos fertilizantes não mostraram grandes mudanças até o ano de 2011 quando, influenciados pelas altas nas cotações externas das principais matérias-primas, acabaram voltando a ser reajustados no mercado interno, mas não na mesma magnitude de 2008. Estes maiores custos acabaram postergando a aquisição de insumos pelos produtores e estreitaram a rentabilidade na safra 2011/12, assim, como reduziram o poder de compra do produtor já que a soja caía de preço em meados de 2011. Merece destaque que os preços continuaram altos até 2012 e também prejudicaram as margens da 2ª safra. Contudo, para a soja, mesmo com a alta nas cotações dos fertilizantes, o poder de compra melhorou, uma vez que em 2012 as cotações da soja atingiram os maiores patamares das 10 safras analisadas (CEPEA/ESALQ-USP, 2017e).

Figura 31 – Preços reais dos fertilizantes Super Simples, Cloreto de Potássio e Uréia em Cascavel (PR), entre março de 2008 e julho de 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo CEPEA/ESALQ-USP (2017b).

Na safra 2013/14, o quadro era mais positivo ao produtor, uma vez que as cotações da soja se encontravam ainda em bons patamares e os preços dos fertilizantes caíam. Este quadro favoreceu a aquisição destes insumos. Os fertilizantes só foram registrar grandes mudanças nos preços final de 2016 e início de 2017 em função da maior oferta internacional dos produtos e até meados de 2016 o câmbio favorecia este quadro.

Para os defensivos, estes seguiam mais estabilizados, com variações pontuais e sem grandes prejuízos aos custos de produção. A exceção foi para os inseticidas, que, com a grande infestação da lagarta *Helicoverpa armigera*, até então com poucos produtos eficientes no seu controle, acabou levando a um aumento nos preços dos produtos utilizados no seu controle (CEPEA/ESALQ-USP, 2017e). Mais especificamente no final de 2016, os preços dos fungicidas apresentaram altas em função da maior demanda no mercado interno.

Figura 32 – Preços reais do Glifosato, Cipermetrina, Lufenuron, epoxiconazol + piraclostrobina e azoxistrobina + ciproconazol em Cascavel (PR), entre março de 2008 e julho de 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo CEPEA/ESALQ-USP (2017b).

5.3 Receitas totais, custos e rentabilidade da propriedade típica de Cascavel (PR) entre as safras 2007/08 e 2016/17

A presente seção apresenta os custos de produção e as receitas obtidas na propriedade típica entre os anos-safras 2007/08 e 2016/17. Primeiramente serão apresentados os custos de produção e as receitas por cultura, além de agrupados conforme a distribuição das áreas da propriedade e seus específicos sistemas de produção. Além disso, serão elencados pontos-chaves que podem ter proporcionado as escolhas pelo produtor típico com o passar das safras. Ao final, serão discutidos e avaliados, em termos de sistemas atuais e antigos, os resultados comparativos entre os períodos de baixa adoção de organismos geneticamente modificados e o período de alta adoção. Os dados serão apresentados por sacas de 60 kg.

5.3.1 Custos operacionais e totais da soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo

Os custos operacionais e totais da soja estão apresentados na Tabela 13. Para a soja TH, os custos operacionais se comportaram próximos de R\$ 40,00/sc em vários anos-safras, como em 2007/08 e 2009/10, no início da série analisada, e também em 2014/15 e 2016/17. Nota-se que nas duas primeiras safras citadas as produtividades das temporadas foram de 53 sc/ha e 55 sc/ha, respectivamente, e nas duas últimas, 58,5 sc/ha em média. Um primeiro indicativo é de

que nas duas primeiras safras uma produtividade até mesmo menor que 55 sc/ha proporcionava custos operacionais abaixo de R\$ 40,00/sc e nas safras mais recentes, a produtividade precisa superar 60 sacas por hectare para atingir esse nível, ou seja, há um maior custo relacionado com um incremento de produtividade. A safra 2015/16 produziu 55 sacas por hectare e o custo operacional desta safra foi de R\$ 44,17/sc.

Analisando pontualmente os principais itens que compõem o custo da soja TH, nota-se que existe uma oscilação bastante significativa entre as safras, muito em função da produtividade. Contudo, nota-se nos fertilizantes uma certa estabilidade nos desembolsos com valores próximos a R\$ 7,00/sc.

Os fungicidas foram os defensivos que mais mostraram aumento no desembolso com o passar das safras, devido ao maior uso e a inserção de ingredientes ativos novos, com custo maior. Até a safra 2014/15, pouco mais de R\$ 2,00/sc era preciso para pagar este desembolso e nas duas últimas temporadas a propriedade típica passou a desembolsar um montante de recursos bem maior com fungicidas. Nos herbicidas, nota-se também um maior desembolso, porém, não tão expressivo quanto os fungicidas. Já os inseticidas, mesmo com um aumento no uso, os custos nas últimas safras foram apenas ligeiramente maiores que nas safras iniciais da análise.

Para as sementes da soja TH, é possível de se constatar uma redução dos gastos com este item. O principal motivo é que a partir de meados de 2013, o produtor não mais precisou pagar os royalties pelo uso da tecnologia, o que acabou contribuindo para a redução do desembolso.

A análise dos custos totais traz outra importante constatação. A grande participação da depreciação e da remuneração do capital empregado em máquinas implementos, benfeitorias e na terra. Este fato mostra o grande peso que o investimento nestes bens tem em uma propriedade com uma área pequena, em uma região com a terra bastante valorizada com a de Cascavel (PR). Este quadro onera bastante a produção e leva a propriedade típica a ter dificuldades em renovar seus bens e também remunerar de forma correta todos os itens de custo necessários para se produzir grãos na região oeste Paranaense.

Tabela 13 – Custos operacionais e totais da soja TH na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Itens	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Fertilizantes	6,85	19,51	7,95	6,69	13,74	6,90	8,06	7,35	6,91	6,82
Herbicidas	1,82	4,33	1,80	0,89	1,63	1,63	3,06	1,58	3,36	2,00
Inseticidas	1,45	2,26	1,95	1,87	2,26	2,65	1,94	2,61	2,04	1,59
Fungicidas	2,89	4,12	2,66	2,67	2,67	2,41	2,56	2,35	4,55	3,77
Sementes	4,88	8,63	3,91	4,51	5,64	3,54	4,30	2,81	4,23	3,23
Adjuvante	0,40	0,47	0,15	0,15	0,09	0,34	0,37	0,14	0,54	0,84
Trat. Semente	0,24	0,38	0,69	1,59	1,57	0,89	1,29	0,78	1,19	0,10
Op. Mecânicas	6,25	9,62	5,23	4,02	5,64	6,24	5,25	4,01	4,49	3,00
Transp. produção	1,38	1,28	1,27	1,45	1,37	1,38	1,23	1,18	1,27	1,20
Mão de obra	5,50	8,36	5,76	4,81	9,97	4,99	5,41	7,03	6,97	5,66
Outros Custos	5,69	6,97	5,09	5,56	8,85	4,51	7,25	4,88	5,60	4,57
Financ. Capital Giro	2,85	5,12	2,01	2,72	4,33	1,43	2,91	2,73	3,03	2,34
Custo Operacional	40,20	71,05	38,47	36,93	57,75	36,91	43,63	37,44	44,17	35,12
CARP Máquinas	17,74	21,56	18,59	16,31	18,91	5,57	12,00	9,40	10,09	8,26
CARP Implementos	7,06	11,45	10,30	8,04	16,10	5,67	7,74	5,70	6,17	4,51
CARP Benfeitoria	3,06	2,64	4,53	1,65	3,44	1,50	2,93	2,46	2,37	0,99
Custo Total S/Terra	68,06	106,69	71,89	62,92	96,21	49,65	66,31	55,00	62,82	48,89
CARP Terra	14,91	12,99	9,53	10,81	22,16	12,21	13,85	11,68	12,08	11,77
Custo Total	82,97	119,68	81,42	73,73	118,37	61,86	80,16	66,67	74,90	60,65

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Para a soja convencional (Tabela 14), nota-se um custo operacional similar ao da soja TH, mas com grandes diferenças no desembolso com herbicidas, uma vez que a soja convencional se utilizava de uma quantidade maior de insumos que a soja TH. Nesse contexto, nota-se que nas safras em que ambas as tecnologias conviveram juntas, o desembolso com herbicidas da soja convencional sempre foi maior que o da soja TH. Contudo, o desembolso com sementes foi maior na soja TH que na soja convencional, uma vez que as sementes de soja convencional não pagavam royalties sobre a tecnologia embarcada na semente.

Tabela 14 – Custos operacionais e totais da soja NOGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2010/11

Itens	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Fertilizantes	6,85	19,51	7,95	6,69
Herbicidas	4,32	4,64	1,87	3,46
Inseticidas	1,45	2,26	1,95	1,87
Fungicidas	2,89	4,12	2,66	2,67
Sementes	3,33	7,19	3,31	3,72
Adjuvante	0,40	0,47	0,15	0,15
Trat. Semente	0,24	0,38	0,69	1,59
Op. Mecânicas	6,25	9,62	5,23	4,02
Transp. produção	1,38	1,28	1,27	1,45
Mão de obra	5,50	8,36	5,76	4,81
Outros Custos	5,71	6,94	5,08	5,59
Financ. Capital Giro	2,92	5,03	1,98	2,87
Custo Operacional	41,25	69,81	37,91	38,89
CARP Máquinas	17,74	21,56	18,59	16,31
CARP Implementos	7,06	11,45	10,30	8,04
CARP Benfeitoria	3,06	2,64	4,53	1,65
Custo Total S/Terra	69,10	105,46	71,33	64,89
CARP Terra	14,91	12,99	9,53	10,81
Custo Total	84,01	118,44	80,85	75,70

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Na soja TH e RI, o desembolso médio nas safras 2014/15 até a safra 2016/17 foi levemente inferior com inseticidas do que na soja TH, mas R\$ 5,16/sc mais caro com sementes na TH e RI quando comparado a soja TH (Tabela 15). Este maior gasto com a semente foi o que tornou o desembolso da soja TH e RI maior que na soja TH. Assim, dado que os demais itens que compõem o custo e os demais insumos utilizados são os mesmos, tem-se que a soja TH e RI é mais cara que a soja TH, mas sem ganhos expressivos ao produtor típico de Cascavel, uma vez que produz o mesmo volume, segundo os dados obtidos.

Tabela 15 – Custos operacionais e totais da soja TH e RI na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2014/15 e 2016/17

Itens	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Fertilizantes	6,13	6,36	6,26
Herbicidas	1,58	3,36	2,00
Inseticidas	2,44	1,51	1,22
Fungicidas	2,35	4,55	3,77
Sementes	7,96	9,94	7,85
Adjuvante	0,14	0,54	0,84
Trat. Semente	0,78	1,19	0,10
Op. Mecânicas	4,01	4,49	3,00
Transp. produção	1,18	1,28	1,20
Mão de obra	7,03	6,97	5,66
Outros Custos	4,96	5,70	4,65
Financ. Capital Giro	3,05	3,41	2,63
Custo Operacional	41,61	49,30	39,17
CARP Máquinas	9,40	10,09	8,26
CARP Implementos	5,70	6,17	4,51
CARP Benfeitoria	2,46	2,37	0,99
Custo Total S/Terra	59,17	67,94	52,94
CARP Terra	11,68	12,08	11,77
Custo Total	70,84	80,03	64,71

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

No milho 1ª safra, para os anos-safras em que conviveram juntos, o milho convencional e o milho modificado geneticamente mostraram custos operacionais semelhantes (Tabela 16 e Tabela 17). Neste período, as tecnologias modificadas geneticamente somaram um desembolso maior com sementes e menor com inseticidas, atingindo o objetivo proposto pela tecnologia. Contudo, mesmo assim, na safra 2011/12, o produtor típico não mais semeou os híbridos convencionais na 1ª safra, podendo ser justificado pela eficiência da nova tecnologia ou mesmo pelo aumento da oferta de híbridos modificados geneticamente no mercado e uma menor oferta dos convencionais, já que nos modificados geneticamente as empresas que os desenvolvem conseguem receber do produtor um valor extra pelo uso desta tecnologia.

Assim como para a soja, é bastante expressivo na composição dos custos totais o peso do CARP na formação do custo unitário de produção do milho. Contudo, em média, no milho 1ª safra o peso do custo operacional e CARP dos bens e da terra sobre os custos totais mostram uma participação menor do CARP frente o CT se comparado a soja, apenas devido ao maior custo operacional do milho por unidade de área.

Tabela 16 – Custos operacionais e totais do milho 1ª safra OGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2009/10 e 2013/14

Itens	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Fertilizantes	5,40	4,30	7,17	6,64	5,28
Herbicidas	0,87	0,72	0,77	0,91	0,77
Inseticidas	0,18	0,07	0,11	0,33	0,49
Fungicidas	0,56	-	0,36	0,24	0,26
Sementes	3,74	3,62	4,03	4,72	3,89
Adjuvante	-	-	0,07	0,03	0,03
Trat. Semente	0,26	0,53	0,49	-	-
Op. Mecânicas	2,31	1,98	1,50	2,49	1,94
Transp. produção	1,27	1,59	1,65	1,46	1,35
Mão de obra	1,91	1,72	2,36	1,27	1,50
Outros Custos	1,93	2,25	2,71	1,83	2,45
Financ. Capital Giro	0,77	1,00	1,31	0,68	1,02
Custo Operacional	19,19	17,78	22,54	20,58	18,99
CARP Máquinas	5,93	5,42	4,88	1,99	3,90
CARP Implementos	3,29	2,67	4,16	2,02	2,52
CARP Benfeitoria	1,44	0,55	0,89	0,53	0,95
Custo Total S/Terra	29,86	26,42	32,46	25,13	26,36
CARP Terra	3,04	3,59	5,72	4,36	4,50
Custo Total	32,90	30,01	38,18	29,49	30,86

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 17 – Custos operacionais e totais do milho 1ª safra NOGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2010/11

Itens	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Fertilizantes	5,76	14,19	5,41	4,30
Herbicidas	0,58	1,05	0,87	0,72
Inseticidas	0,50	0,42	0,18	0,42
Fungicidas	0,38	0,53	0,56	-
Sementes	2,59	4,24	3,74	2,59
Adjuvante	-	-	-	-
Trat. Semente	0,65	0,78	0,26	0,53
Op. Mecânicas	2,17	3,05	2,31	2,12
Transp. produção	1,38	1,28	1,27	1,59
Mão de obra	1,64	2,77	1,91	1,97
Outros Custos	2,27	2,58	1,93	2,25
Financ. Capital Giro	1,03	1,81	0,77	0,98
Custo Operacional	18,95	32,69	19,20	17,47
CARP Máquinas	5,88	7,40	5,93	5,42
CARP Implementos	2,34	3,93	3,29	2,67
CARP Benfeitoria	1,01	0,91	1,44	0,55
Custo Total S/Terra	28,17	44,93	29,87	26,11
CARP Terra	4,94	4,46	3,04	3,59
Custo Total	33,11	49,39	32,91	29,70

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Para o milho 2ª safra, como o cultivo deste perdura até a safra 2016/17, nota-se nos híbridos modificados geneticamente uma maior participação do gasto com inseticidas no decorrer das safras, em função do maior uso de produtos (Tabela 18). Para as sementes, o custo por unidade tem ficado menor, o que favorece a redução dos custos operacionais no decorrer das safras. Contudo, analisar apenas os custos do milho 2ª safra não mostra grandes resultados e faz-se necessária o comparativo com as receitas para que se tenha um cenário mais interessante para avaliar a cultura.

Ao comparar as convencionais e geneticamente modificadas, tem-se um menor custo operacional no milho 2ª safra convencional em relação ao OGM. Entretanto, o milho convencional apresentou um maior gasto com inseticidas que o milho modificado geneticamente. Contudo, o gasto com sementes no milho convencional foi em média R\$ 1,68/sc menor que no modificado geneticamente. Porém, mesmo com o menor desembolso, o produtor típico a partir da safra 2011/12 passou a cultivar 100% da área com híbridos modificados geneticamente.

Para o milho 2ª safra, mostra-se também bastante expressiva a participação do CARP na composição do custo total por unidade produzida. Este cenário de custo total alto é bastante prejudicial a longevidade produtiva do módulo típico de Cascavel.

Tabela 18 – Custos operacionais e totais do milho 2ª safra OGM na propriedade típica de Cascavel em R\$/sc, entre as safras 2009/10 e 2016/17

Itens	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Fertilizantes	6,23	4,66	7,35	8,77	6,62	5,34	5,73	5,00
Herbicidas	1,28	1,08	0,61	1,81	1,26	0,56	0,43	0,40
Inseticidas	0,62	0,59	0,44	0,65	0,82	0,45	0,72	0,85
Fungicidas	1,16	0,75	0,89	0,48	0,87	0,46	1,45	0,53
Sementes	5,49	6,58	6,61	6,92	6,40	3,11	3,81	6,62
Adjuvante	-	0,08	0,05	0,06	0,05	0,03	0,11	0,21
Trat. Semente	0,45	1,02	0,81	-	-	0,15	0,74	-
Op. Mecânicas	4,10	3,64	2,63	2,37	2,61	2,48	3,21	2,64
Transp. produção	1,26	1,72	1,63	1,45	1,44	1,28	1,38	1,34
Mão de obra	3,14	2,78	3,91	2,42	2,15	3,42	3,52	3,40
Outros Custos	3,14	3,85	4,29	2,59	3,61	1,99	3,05	2,67
Financ. Capital Giro	1,13	1,61	1,80	1,05	1,48	1,55	1,89	1,73
Custo Operacional	27,99	28,37	31,01	28,57	27,31	20,81	26,02	25,40
CARP Máquinas	12,33	11,66	9,04	3,96	6,42	4,26	5,45	5,56
CARP Implementos	6,83	5,74	7,70	4,03	4,14	2,58	3,33	3,04
CARP Benfeitoria	3,00	1,18	1,65	1,06	1,57	1,12	1,28	0,67
Custo Total S/Terra	50,16	46,95	49,40	37,63	39,44	28,77	36,09	34,66
CARP Terra	6,32	7,72	10,59	8,68	7,41	5,29	6,52	7,92
Custo Total	56,48	54,67	60,00	46,31	46,86	34,06	42,61	42,59

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 19 – Custos operacionais e totais do milho 2ª safra NOGM na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2010/11

Itens	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Fertilizantes	10,08	13,85	6,23	4,66
Herbicidas	1,19	1,57	1,28	1,08
Inseticidas	1,05	0,74	0,87	1,04
Fungicidas	0,80	1,15	1,16	0,75
Sementes	4,72	4,93	4,12	4,59
Adjuvante	-	-	-	0,08
Trat. Semente	0,56	0,63	0,45	1,02
Op. Mecânicas	4,22	5,49	4,35	3,80
Transp. produção	1,35	1,29	1,26	1,72
Mão de obra	3,10	4,20	3,49	3,04
Outros Custos	3,73	3,65	3,14	3,84
Financ. Capital Giro	1,79	2,21	1,11	1,54
Custo Operacional	32,60	39,70	27,44	27,16
CARP Máquinas	12,24	12,58	12,33	11,66
CARP Implementos	4,87	6,68	6,83	5,74
CARP Benfeitoria	2,11	1,54	3,00	1,18
Custo Total S/Terra	51,81	60,50	49,60	45,74
CARP Terra	10,29	7,58	6,32	7,72
Custo Total	62,10	68,08	55,92	53,46

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Para o trigo (Tabela 20) tem-se um custo por unidade produzida também bastante expressivo. A baixa produtividade e a oscilação desta promove um quadro de bastante variação com o passar das safras. É representativa a participação da soma dos insumos no custo operacional, assim como do CARP, na composição dos custos totais, que em anos-safras com quebra expressiva, o CT supera os R\$ 100,00/sc.

Tabela 20 – Custos operacionais e totais do trigo na propriedade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Itens	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Insumos	30,03	34,48	32,12	18,61	36,15	25,69	20,14	20,10	30,25	15,55
Fertilizantes	13,21	18,08	14,17	8,47	16,59	13,71	12,57	9,20	14,31	7,58
Herbicidas	2,16	2,16	3,75	0,77	3,55	3,99	1,72	0,66	1,89	0,77
Inseticidas	1,11	1,21	1,18	0,87	0,16	0,33	0,45	0,44	0,21	0,19
Fungicidas	2,69	3,08	3,24	2,38	2,74	0,91	0,88	1,73	2,62	2,22
Sementes	7,48	7,21	7,95	4,49	8,52	5,63	4,40	6,48	6,72	3,56
Adjuvante	0,36	0,25	0,31	0,11	0,12	0,23	0,12	-	0,46	0,39
Trat. Semente	3,03	2,48	1,51	1,53	4,48	0,89	-	1,60	4,03	0,82
Op. Mecânicas	8,07	8,22	5,30	3,10	3,92	4,66	3,76	2,83	4,01	2,49
Transporte da produção	1,48	1,33	1,30	1,54	1,42	1,34	1,26	1,20	1,35	1,22
Mão de obra	8,02	8,28	7,01	3,94	8,67	4,37	3,94	5,66	7,08	5,33
Outros Custos	7,59	6,28	6,93	5,25	12,43	5,04	8,27	3,97	7,78	4,35
Financ. de Capital de Giro	2,68	2,87	1,85	1,64	3,58	1,55	2,05	2,68	3,72	2,13
Custo Operacional	57,86	61,44	54,51	34,10	66,17	42,65	39,42	36,43	54,17	31,07
CARP Máquinas	27,11	22,38	31,24	18,41	31,60	8,36	15,68	12,07	18,00	10,20
CARP Implementos	10,79	11,89	17,32	9,07	26,90	8,51	10,11	7,32	11,01	5,57
CARP Benfeitoria	4,68	2,74	7,61	1,86	5,75	2,25	3,83	3,16	4,23	1,23
CUSTO TOTAL S/Terra	100,44	98,45	110,68	63,44	130,42	61,77	69,05	58,99	87,41	48,08
CARP Terra	22,79	13,48	16,01	12,20	37,02	18,31	18,09	15,00	21,55	14,53
CUSTO TOTAL	123,23	111,93	126,69	75,63	167,44	80,08	87,14	73,99	108,96	62,61

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

5.3.2 Receitas totais, custos e retornos por cultura entre as safras 2007/08 e 2016/17

Na soja (Tabela 21), apenas a safra 2008/09 a tecnologia RR não gerou receitas suficientes para pagar os custos operacionais de produção. Contudo, ao se analisar os custos totais, apenas nas safras 2012/13 e 2014/15, para a soja TH, e na safra 2016/17, na TH e RI e na RR, o custo total de produção conseguiu ser pago na propriedade típica de Cascavel. Nas safras 2012/13 e 2014/15, o resultado positivo da soja TH foi favorecido pela boa produtividade e pelo preço de venda bastante favorável ao produtor. Nesta safra, o preço médio de venda da soja já deflacionados se aproximaram de R\$ 70,00/sc, a maior média de uma safra em toda a análise. A TH e RI, por sua vez, por possuir um custo de produção maior, não pagou o custo total na safra 2014/15 em questão.

Na safra 2016/17, os preços já não eram tão favoráveis, e segundo Osaki *et al.* (2017), a safra de verão teve excelentes níveis de produtividade em todo o Brasil. A boa produção foi reflexo de um clima bastante favorável, o que permitiu uma melhor eficiência dos defensivos agrícolas e também proporcionou uma excelente produtividade na fazenda típica de Cascavel, o que fez com que, tanto a soja TH quanto a TH e RI pagassem os custos totais de produção (Tabela 21).

Além disso, nota-se que, até a safra 2012/13, a soja não pagava nem ao menos o CARP. Dois pontos podem ser levados em consideração nesta análise. O primeiro é que, até a safra 2011/12, eram frequentes produtividades inferiores a 60 sc/ha, o que acabava proporcionando uma receita bruta menor. Nas safras mais recentes, a produtividade na região aproximou-se de 60 sacas por hectare, e quando não foi acima deste patamar, favorecendo o módulo típico a pagar o custo operacional e o CARP das máquinas implementos e benfeitorias.

São frequentes os anos-safras em que o retorno por cada real gasto para se produzir (rrco) superaram 80% e na média de todas as safras na soja TH, o rrco foi de 54% (Tabela 22). A análise para o rrct sem o CARP da terra já é um pouco diferente. Neste nível de análise, foi comum a propriedade típica não conseguir saldar o rrct s/CARP da terra e apresentar níveis negativos superiores a 30%.

Analisando apenas tecnologias, algumas considerações também podem ser feitas quando avaliados as escolhas de utilização. Comparando-se a média dos retornos por cada real investido ao nível do custo operacional, tem-se que, em média, nas quatro primeiras safras da análise, quando a propriedade típica cultivava soja TH e soja NOGM, em média o rrco da soja TH foi de 41%, enquanto que na soja NOGM foi de 39%.

Tabela 21 – Custos e receitas líquidas na cultura da soja na prioridade típica de Cascavel, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Culturas	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
	Preço Soja	66,03	70,21	53,73	59,77	63,25	68,80	72,34	68,74	63,37	64,96
Soja TH	CO	40,20	71,05	38,47	36,93	57,75	36,91	43,63	37,44	44,17	35,12
	CT s/terra	68,06	106,69	71,89	62,92	96,21	49,65	66,31	55,00	62,82	48,89
	CT	82,97	119,68	81,42	73,73	118,37	61,86	80,16	66,67	74,90	60,65
	RLO	25,83	- 0,84	15,26	22,84	5,50	31,89	28,71	31,30	19,19	29,84
	RLT s/terra	- 2,03	- 36,49	- 18,16	- 3,16	- 32,96	19,15	6,03	13,74	0,55	16,07
	RLT	- 16,94	- 49,47	- 27,69	- 13,96	- 55,12	6,94	- 7,82	2,07	- 11,53	4,31
Soja NOGM	CO	41,25	69,81	37,91	38,89						
	CT s/terra	69,10	105,46	71,33	64,89						
	CT	84,01	118,44	80,85	75,70						
	RLO	24,78	0,40	15,83	20,88						
	RLT s/terra	- 3,07	- 35,25	- 17,59	- 5,12						
	RLT	- 17,99	- 48,23	- 27,12	- 15,93						
Soja TH e RI	CO								41,61	49,30	39,17
	CT s/terra								59,17	67,94	52,94
	CT								70,84	80,03	64,71
	RLO								27,13	14,07	25,78
	RLT s/terra								9,57	- 4,57	12,0
	RLT								- 2,10	- 16,66	0,25

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 22 – Resultados financeiros da cultura da soja na propriedade típica de Cascavel, em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Culturas	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Soja TH	rrco	64%	-1%	40%	62%	10%	86%	66%	84%	43%	85%
	rrct s/terra	-3%	-34%	-25%	-5%	-34%	39%	9%	25%	1%	33%
	rrct	-20%	-41%	-34%	-19%	-47%	11%	-10%	3%	-15%	7%
Soja NOGM	rrco	60%	1%	42%	54%						
	rrct s/terra	-4%	-33%	-25%	-8%						
	rrct	-21%	-41%	-34%	-21%						
Soja TH e RI	rrco								65%	29%	66%
	rrct s/terra								16%	-7%	2%
	rrct								-3%	-21%	0%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Para a soja TH e RI, na média das três safras que o produtor típico semeou ambas, o retorno da soja TH foi de 71% enquanto que na soja TH e RI foi de 53%. Isto pode ser uma das causas, além dos altos preços da semente, de o produtor semear a soja TH e RI em uma parcela menor da área que a soja TH no decorrer das safras. Quando conviviam juntas na propriedade típica a soja convencional e a TH, o resultado econômico era bem próximo entre as tecnologias, mas quando a soja TH e RI passou a fazer parte do portfólio das culturas esta mostrou-se nas três safras avaliadas menos rentável que a TH. Hayami e Ruttan (1988) retrataram que o setor agrícola precisa de tecnologia adaptada e viável para prosperar. Neste caso, como a soja TH e RI na propriedade típica não mostra resultado tão positivo quanto a TH, sua adoção pode acabar ficando restrita a uma parcela da área ou não evoluir de maneira mais representativa como evoluiu a soja TH sobre a convencional.

Para o milho, a Tabela 23 detalha os custos, receitas e receitas líquidas unitárias do milho 1ª safra. Assim como para a soja, são frequentes os resultados negativos sobre o custo total entre as safras. Além disso, apenas em algumas delas o produtor paga o custo operacional juntamente com o CARP de máquinas, implementos e benfeitorias. Contudo, ao se analisar a receita líquida operacional, apenas na safra 2008/09 a propriedade típica não pagou o custo operacional.

Os resultados do milho 1ª safra, quando analisados do ponto de vista das tecnologias utilizadas, mostra que o custo por unidade produzida entre os híbridos convencionais e modificados geneticamente foi muito similar quando foram semeados em conjunto (safras 2009/10 e 2010/11). Contudo, após a safra 2011/12, o produtor típico optou por apenas cultivar os híbridos modificados geneticamente, deixando de semeá-los na safra 2013/14 em 1ª safra e plantando apenas milho 2ª Safra. Merece a ressalva que, como já apresentado no capítulo anterior, com o passar das safras, para o milho 2ª safra, a tecnologia de resistência a lagartas tem sido menos eficientes, uma vez que o produtor acaba por utilizar inseticidas que possuem foco no controle de lagartas mesmo nos híbridos detentores do gene Bt (Tabela 9).

Esta rápida expansão do milho OGM na propriedade típica e no Brasil é análoga a citada por Griliches (1957) que, ao descrever o desenvolvimento do milho híbrido nos EUA ainda no século XX, mostra que os híbridos se expandiram mais rapidamente aonde tinham maior rentabilidade e estavam mais adaptadas as condições de produção regional. Em Iowa, em 4 anos a área com híbridos pulou de 10% para 90%, e na propriedade típica passou de zero no ano-safra 2008/09, para 100% na safra 2011/12, tanto na 1ª safra quanto na 2ª safra.

Comparativamente com a cultura concorrente, o milho 1ª safra consegue pagar os custos operacionais em todas as safras analisadas. Entretanto, na média do período, apresentou retorno

para cada real investido médio de 38% (Tabela 24), inferior aos 53% registrado para a soja modificada geneticamente. Tendo em vista que o produtor mostra racionalidade nas suas escolhas (SURI, 2011) e busca a mais rentável, há justificativa para o cultivo de soja em detrimento do milho na 1ª safra.

No milho 2ª safra há um quadro mais complexo em termos de rentabilidade (Tabela 25). Das 12 estruturas de custo (8 de milho modificado geneticamente e 4 de milho convencional), em apenas em 5 delas o produtor típico conseguiu pagar os custos operacionais. Consequentemente, em nenhuma delas o produtor típico teve receita total superior ao custo operacional somado ao CARP. Outro ponto a ser considerado é que nos anos em que os híbridos convencionais e modificados geneticamente são cultivados, os custos unitários também são bastante similares, assim como no milho 1ª safra. Em termos de retorno da atividade, nota-se que mesmo nos anos safras em que este foi positivo, a propriedade típica registrou o rrct sem o CARP da terra negativo, mostrando que a cultura acaba não contribuindo na plenitude para pagar a depreciação e remunerar o capita investido na atividade corretamente (Tabela 26).

A dificuldade do milho 2ª safra para saldar os custos operacionais leva uma importante constatação quando confrontados seus resultados econômicos com a tendência de antecipação de seu semeio. Kappes (2013), para o Mato Grosso, e SEAB/DERAL (2018) para o Paraná, relatam que a soja está sendo semeada cada vez mais cedo, visando a antecipação do semeio de milho 2ª safra dentro de uma “janela de cultivo” mais favorável, para que possibilite um ambiente melhor de produção. Porém, como a soja é a cultura que proporciona o melhor resultado financeiro, a antecipação do semeio e a possível utilização de variedades de ciclo mais curto, podem concentrar o semeio da leguminosa em uma “janela” muito curta de tempo, o que em situações de estresse hídrico poderia atingir todos os talhões da fazenda na mesma idade, ou seja, é um ambiente de maior risco para a soja.

Para o trigo os resultados também mostraram que em poucas safras (3 das 10 analisadas) o produtor típico teve receita superior aos custos operacionais. O trigo é a cultura que mais mostra dificuldades para pagar seus custos até mesmo em nível de custos operacionais (Tabela 27). Este pode ser um motivo que o produtor tenha reduzido a área semeada com o cereal no passar das safras. Em média, nos 10 anos-safras, o retorno por cada real investido considerando-se os custos operacionais apresentou uma média negativa de 14%. O melhor rrco positivo foi obtido na safra 2016/17, de 6%. (Tabela 28).

Tabela 23 – Custos e receitas líquidas na cultura do milho 1ª safra, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2013/14

Culturas	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
	Preço Milho	34,22	25,78	23,78	31,40	28,33	28,53	23,51
Milho 1ª Safra OGM	CO			19,19	17,78	22,54	20,58	18,99
	CT s/terra			29,86	26,42	32,46	25,13	26,36
	CT			32,90	30,01	38,18	29,49	30,86
	RLO			4,59	13,62	5,80	7,95	4,52
	RLT s/terra			- 6,08	4,98	- 4,13	3,40	- 2,85
	RLT			- 9,12	1,39	- 9,85	- 0,96	- 7,35
Milho 1ª Safra NOGM	CO	18,95	32,69	19,20	17,47			
	CT s/terra	28,17	44,93	29,87	26,11			
	CT	33,11	49,39	32,91	29,70			
	RLO	15,28	- 6,91	4,57	13,93			
	RLT s/terra	6,05	- 19,15	- 6,09	5,29			
	RLT	1,11	- 23,61	- 9,13	1,70			

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 24 – Retorno financeiro para a cultura da milho verão na prioridade típica de Cascavel em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2013/14.

Culturas	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Milho 1ª Safra OGM	rrco			24%	77%	26%	39%	24%
	rrct s/terra			-20%	19%	-13%	14%	-11%
	rrct			-28%	5%	-26%	-3%	-24%
Milho 1ª Safra NOGM	rrco	81%	-21%	24%	80%			
	rrct s/terra	21%	-43%	-20%	20%			
	rrct	3%	-48%	-28%	6%			

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 25 – Custos e receitas líquidas na cultura do milho 2ª safra em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Culturas	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
	Preço Milho			22,20	34,32	29,25	20,76	23,25	24,11	33,40	24,02
Milho 2ª Safra OGM	CO			27,99	28,37	31,01	28,57	27,31	20,81	26,02	25,40
	CT s/terra			50,25	50,16	46,95	49,40	37,63	39,44	28,77	36,09
	CT			56,48	54,67	60,00	46,31	46,86	34,06	42,61	42,59
	RLO			-	5,79	5,95	-	1,77	-	4,06	3,29
	RLT s/terra			-	27,96	-	12,62	-	20,15	-	16,88
	RLT			-	34,28	-	20,35	-	30,75	-	25,56
Milho 2ª Safra NOGM	CO	32,60	39,70	27,44	27,16						
	CT s/terra	51,81	60,50	49,60	45,74						
	CT	62,10	68,08	55,92	53,46						
	RLO	0,81	-	15,26	-	5,24	7,16				
	RLT s/terra	-	18,40	-	36,06	-	27,40	-	11,42		
	RLT	-	28,69	-	43,64	-	33,72	-	19,14		

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 26 – Retorno financeiro para a cultura da milho 2ª safra na prioridade típica de Cascavel, em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Culturas	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Milho 2ª Safra OGM	rrco			-21%	21%	-6%	-27%	-15%	16%	28%	-5%
	rrct s/terra			-56%	-27%	-41%	-45%	-41%	-16%	-7%	-31%
	rrct			-61%	-37%	-51%	-55%	-50%	-29%	-22%	-44%
Milho 2ª Safra NOGM	rrco	2%	-38%	-19%	26%						
	rrct s/terra	-36%	-60%	-55%	-25%						
	rrct	-46%	-64%	-60%	-36%						

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 27 – Custos e receitas líquidas na cultura do trigo, em R\$/sc, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Cultura	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Trigo	Preço Trigo	55,33	41,54	34,19	30,87	27,00	38,90	54,97	37,77	34,81	32,80
	CO	57,86	61,44	54,51	34,10	66,17	42,65	39,42	36,43	54,17	31,07
	CT s/terra	100,44	98,45	110,68	63,44	130,42	61,77	69,05	58,99	87,41	48,08
	CT	123,23	111,93	126,69	75,63	167,44	80,08	87,14	73,99	108,96	62,61
	RLO	- 2,54	- 19,90	- 20,33	- 3,23	- 39,17	- 3,75	15,55	1,34	- 19,37	1,72
	RLT s/terra	- 45,11	- 56,91	- 76,49	- 32,57	- 103,43	- 22,87	- 14,08	- 21,22	- 52,61	- 15,28
	RLT	- 67,90	- 70,39	- 92,50	- 44,77	- 140,45	- 41,18	- 32,17	- 36,22	- 74,15	- 29,82

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 28 – Retorno financeiro para a cultura do trigo na prioridade típica de Cascavel, em termos percentuais, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Cultura	Variáveis	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Trigo	rrco	- 0,04	- 0,32	- 0,37	- 0,09	- 0,59	- 0,09	0,39	0,04	- 0,36	0,06
	rrct s/terra	- 0,45	- 0,58	- 0,69	- 0,51	- 0,79	- 0,37	- 0,20	- 0,36	- 0,60	- 0,32
	rrct	- 0,55	- 0,63	- 0,73	- 0,59	- 0,84	- 0,51	- 0,37	- 0,49	- 0,68	- 0,48

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Contudo, a análise única e exclusivamente por cultura pode não levar ao resultado ótimo quando analisada uma propriedade típica. Faz-se necessário ao analisar o resultado de uma safra, avaliar o conjunto de todas as culturas envolvidas no sistema de produção naquela safra, uma vez que, se uma cultura não consegue receita suficiente para pagar seus custos, o produtor típico terá que prover recursos das culturas superavitárias para saldar os custos das culturas deficitárias e assim, encerrar o balanço da temporada. Estes resultados agregados da propriedade típica estão apresentados na próxima seção.

5.3.3 Retornos dos sistemas de produção entre as safras 2007/08 e 2016/17

Ao analisar os resultados de toda a propriedade típica (Tabela 29), nota-se que em nenhum ano-safra o produtor típico conseguiu pagar os custos totais de produção. Este tipo de situação compromete a sustentabilidade de longo prazo da propriedade típica, uma vez que, quando não pago o custo total, o produtor típico no longo prazo pode não conseguir renovar suas máquinas implementos e benfeitorias e remunerar corretamente o capital aplicado na propriedade. Nesta seção, os dados estão apresentados pelo total da fazenda, ponderados pelas suas áreas e culturas em cada uma das safras.

Apenas na safra 2008/09 o produtor típico não conseguiu pagar os custos operacionais em função principalmente da quebra de produtividade da primeira e da 2ª safra (Tabela 29). Nas demais, mesmo com a 2ª safra em alguns casos gerando receitas líquidas operacionais negativas, o custo operacional foi saldado. Nestes casos, quando as culturas de inverno não pagam o custo operacional, o produtor típico acaba tendo que destinar a receita líquida de outras culturas, ou seja, das lavouras de verão, para cobrir os prejuízos financeiros causados por estas atividades. Uma importante constatação que pode ser feita também é que, na safra 2008/09, a receita líquida operacional negativa apenas conseguiu ser paga na safra 2010/11, porque a receita líquida operacional da safra 2009/10 foi inferior a RLO negativa da temporada 2008/09. Isto pode ter acontecido caso o produtor não tenha deixado em caixa o saldo positivo da temporada 2007/08, ou seja, ao se analisar uma série histórica de dados, consegue-se observar o fluxo de caixa da propriedade e identificar possíveis dificuldades financeiras que o produtor possa está enfrentando e não inseridas em uma análise de uma safra de forma pontual.

Tabela 29 – Resultados financeiros da propriedade típica de Cascavel, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Safras	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
RLO (R\$/faz)	104.565,24	- 38.303,64	30.699,13	107.079,64	6.870,74	87.215,40	80.916,50	146.397,62	96.180,75	114.257,99
rrco	46%	-15%	13%	45%	3%	32%	26%	48%	33%	41%
RLT s/ terra (R\$/faz)	- 40.415,68	-161.398,02	-162.805,22	- 54.625,33	-133.349,95	113,78	- 69.686,88	12.094,68	- 23.296,81	2.332,41
rrct s/ terra	-11%	-47%	-39%	-14%	-37%	0%	-15%	3%	-6%	1%
RLT (R\$/faz)	-118.034,49	-206.241,80	-217.979,84	-121.842,42	-201.354,30	-83.322,47	-161.665,59	- 77.231,83	-100.738,72	- 93.319,88
rrct	-26%	-49%	-46%	-26%	-46%	-19%	-29%	-15%	-21%	-19%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

A análise da série histórica dos resultados das 10 safras da fazenda fornece outra constatação. Os resultados das últimas safras da série são melhores que os das primeiras safras. Desconsiderando-se a safra 2008/09, que apresentou quebra de produção, tanto a receita líquida operacional quanto o retorno por cada real investido na fazenda proporcionaram ao produtor um melhor resultado, empregando o sistema produtivo, as culturas, tecnologias e distribuição das áreas.

Outros importantes pontos podem ser elencados. Nas primeiras safras da série, o percentual de cultivo da 2ª safra não superava 50% da área cultivada no verão e, além disso, a propriedade típica semeava 25% da área de verão com milho. Como a soja no verão possui receita líquida maior que o milho, a receita da propriedade foi favorecida pela escolha de se semear a soja em toda a área no verão.

A evolução das áreas de cultivo também leva a uma análise bastante significativa. A propriedade típica mostrou que nas safras mais recentes, o percentual de área de milho na 2ª safra foi aumentando em detrimento da cultura do trigo. Apenas na safra 2016/17 é que a área de trigo retomou um pouco sua participação.

5.4 Análise comparativa das técnicas tradicional e moderna na propriedade Típica de Cascavel

A presente seção discorrerá sobre os resultados comparativos entre os períodos nos quais os produtores utilizavam-se de um percentual significativo de tecnologias convencionais (soja e milho), aliado a uma menor área da propriedade na 2ª safra (2007/08, 2008/09 e 2009/10), frente ao período mais recente, em que a 2ª safra chega a atingir a totalidade da área disponível (2014/15, 2015/16 e 2016/17). No período recente, também não houve uso de sementes convencionais para as culturas da soja e do milho.

A proposta de Paiva (1971) era a de que o produtor adota uma nova tecnologia a partir do momento que os resultados financeiros desta tecnologia passasse a ser mais rentável que a tradicional, somado a seu custo subjetivo do trabalho. Desta forma, a receita líquida obtida pela técnica moderna teria que ser maior que a tradicional, aliado ao estímulo dado para superar barreiras tradicionais (VIEIRA FILHO e SILVEIRA, 2012).

A literatura reporta várias evidências de que os tomadores de decisão na agricultura agem de forma racional e buscam os melhores resultados econômicos (GRILICHES, 1957; PAIVA, 1971; SURI, 2011). Os fatores que levam o produtor a direcionar suas escolhas são

bastante variados, mas a questão econômica é essencial nesta decisão e um primeiro passo importante.

As avaliações consideram a relação entre a quantidade produzida com a técnica moderna (Q_m), a quantidade de insumos modernos (X_m) e o preço dos insumos modernos (P_{mx}), visando avaliar seu resultado em relação à quantidade produzida pela técnica tradicional (Q_t), a quantidade de insumos tradicionais (X_t), e o preço dos insumos tradicionais (P_{xt}). Assim, o produtor escolhe a nova técnica, se a relação destes itens modernos superar a tradicional. As relações entre estes itens formam os custos unitários de produção para cada um dos períodos, como descrito na metodologia.

O comparativo das rendas líquidas entre as técnicas modernas e tradicionais (Equação 19), compara os resultados no mesmo momento e constata qual das técnicas apresenta uma melhor relação entre insumos utilizados, preços pagos por estes insumos e a quantidade produzida. Para o comparativo, considerou-se que a produção de todos os anos analisados foi vendida ao mesmo preço, conforme definição metodológica. Vale ressaltar que nas culturas da soja, do milho não se tem diferenciação de preços entre as variedades e híbridos convencionais e modificados geneticamente (Tabela 30).

Tabela 30 – Preços médios de venda considerados para as culturas, entre as safras 2007/08 e 2016/17

Preços	Preços (R\$/sc)	
Soja	R\$	66,74
Milho 1ª safra	R\$	27,34
Milho 2ª safra	R\$	27,05
Trigo	R\$	41,46

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo CEPEA/ESALQ-USP (2018).

As produtividades consideradas na análise foram obtidas pela ponderação da área de cada tecnologia e cultura no agregado das três safras avaliadas, para os períodos tradicionais e modernos. Observa-se que a produtividade média para o período moderno supera a do tradicional, ao comparar cada culturas e tecnologias comum nos dois períodos (Tabela 31).

Os custos de produção unitários tomados como referência para os períodos moderno e tradicional, foram apurados levando-se em consideração os gastos com insumos conforme discussão nas seções anteriores, mas com o preço e produtividade acima apresentados. Os resultados em termos de custos unitários também mostram vantagem ao período moderno frente ao tradicional para todas as culturas e tecnologias que foram semeadas em ambos os períodos. A diferença mais significativa em termos de custos operacionais unitários foi registrada na

cultura do trigo. No período tradicional, a menor produtividade na cultura resultou em um custo operacional unitário de R\$ 60,64/sc, bem superior ao valor calculado para o período moderno, de R\$ 34,78/sc.

Tabela 31 – Produtividade média ponderada para cada cultura, para os períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em sc/ha

Culturas	Moderno	Tradicional
Soja TH	59,80	49,61
Soja NOGM		45,71
Soja TH e RI	58,88	
Milho 1ª safra NOGM		138,08
Milho 1ª safra OGM		173,55
Milho 2ª safra NOGM		68,96
Milho 2ª safra OGM	110,05	82,64
Trigo	48,98	35,09

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Ao avaliar os custos e as receitas por unidade de área (Tabela 33), verifica-se um resultado importante para as culturas que foram semeadas nos dois grupos de safras distintos. Na soja TH, os custos operacionais nos dois períodos foram bastantes similares, somando R\$ 2.315,93/ha no período moderno, contra R\$ 2.359,55/ha no tradicional. Porém, se comparado os resultados de custo no mesmo período, ou seja, as duas tecnologias de soja no período moderno, tem-se que a soja TH teve um custo inferior em termos operacionais em relação à tecnologia TH e RI. No período tradicional, a soja TH teve custo operacional abaixo da soja convencional (Tabela 33).

Tabela 32 – Custos de produção por cultura nos períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/sc

Cultura	Custo	Moderno	Tradicional
Soja (TH)	CO	38,73	47,56
	CT S/terra	55,36	79,87
	CT	67,19	91,48
Soja (NOGM)	CO		54,05
	CT S/terra		85,44
	CT		98,77
Soja (TH e RI)	CO	43,75	
	CT S/terra	59,98	
	CT	71,87	
Milho 1ª safra (NOGM)	CO		24,57
	CT S/terra		29,71
	CT		39,42
Milho 1ª safra (OGM)	CO		19,64
	CT S/terra		30,31
	CT		33,35
Milho 2ª safra (NOGM)	CO		37,46
	CT S/terra		57,58
	CT		66,42
Milho 2ª safra (OGM)	CO	23,71	28,46
	CT S/terra	30,59	50,62
	CT	36,94	56,94
Trigo	CO	34,78	60,64
	CT S/terra	54,74	107,49
	CT	69,97	124,79

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Para as culturas do milho e do trigo, os cenários foram distintos. Ao nível de análise dos custos operacionais, o milho 2ª safra modificado geneticamente teve custo superior no período moderno em relação ao tradicional. Contudo, vale ressaltar que a receita bruta no milho 2ª safra OGM foi maior que no período tradicional, em função da melhor produtividade. Para o trigo, o período tradicional foi o único que registrou um custo significativamente maior por hectare que o período moderno (Tabela 33).

Ao avaliar as diferenças de receitas líquidas entre os períodos, por cultura, independentemente das tecnologias, os resultados indicam vantagem para a técnica moderna frente a tradicional. Desta forma, no período moderno, os tratos culturais realizados, com os preços dos insumos pagos, e considerando as diferenças de produtividades (os preços de venda foram mantidos fixos), resultou em maiores receitas líquidas que a tradicional (Tabela 34).

Ao avaliar os resultados exclusivamente entre as tecnologias semeadas em ambos os períodos avaliados, observa-se vantagem para o período moderno frente ao tradicional. Contudo, para a soja e o milho, apenas as tecnologias de soja TH e do milho 2ª safra OGM foram comuns nos dois períodos, além do trigo convencional. Dessa maneira, deve-se avaliar o resultado em toda a propriedade para um melhor entendimento dos ganhos financeiros potenciais.

Tabela 33 – Custos de produção e receita Bruta por cultura nos períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/ha

Cultura	Item	Moderno	Tradicional
Soja (TH)	Receita Bruta	3.990,97	3.311,22
	CO	2.315,83	2.359,55
	CT S/terra	3.310,74	3.962,42
	CT	4.017,73	4.538,79
Soja (NOGM)	Receita Bruta		3.050,64
	CO		2.470,45
	CT S/terra		3.905,47
	CT		4.514,90
Soja (TH e RI)	Receita Bruta	3.929,75	
	CO	2.576,05	
	CT S/terra	3.531,98	
	CT	4.231,91	
Milho 1ª safra (NOGM)	Receita Bruta		3.775,20
	CO		3.392,35
	CT S/terra		4.102,41
	CT		5.443,77
Milho 1ª safra (OGM)	Receita Bruta		4.744,96
	CO		3.409,20
	CT S/terra		5.259,64
	CT		5.787,26
Milho 2ª safra (NOGM)	Receita Bruta		1.865,40
	CO		2.583,36
	CT S/terra		3.971,13
	CT		4.580,10
Milho 2ª safra (OGM)	Receita Bruta	2.976,84	2.235,54
	CO	2.609,05	2.352,10
	CT S/terra	3.366,12	4.183,72
	CT	4.065,17	4.705,98
Trigo	Receita Bruta	2.030,67	1.454,87
	CO	1.703,46	2.128,05
	CT S/terra	2.681,17	3.772,00
	CT	3.427,18	4.378,87

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Tabela 34 – Receita líquida por cultura e resultados comparativos entre os períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/ha

Cultura	Receita Líquida	Moderno	Tradicional	(M - T)
Soja (TH)	RLO	1.675,14	951,67	723,47
	RLT s/terra	680,23	-651,20	1.331,43
	RLT	-26,76	-1.227,57	1.200,81
Soja (NOGM)	RLO		580,19	
	RLT s/terra		-854,83	
	RLT		-1.464,26	
Soja (TH e RI)	RLO	1.353,71		
	RLT s/terra	397,78		
	RLT	-302,15		
Milho 1ª safra (NOGM)	RLO		382,85	
	RLT s/terra		-327,21	
	RLT		-1.668,57	
Milho 1ª safra (OGM)	RLO		1.335,76	
	RLT s/terra		-514,68	
	RLT		-1.042,30	
Milho 2ª safra (NOGM)	RLO		-717,96	
	RLT s/terra		-2.105,72	
	RLT		-2.714,69	
Milho 2ª safra (OGM)	RLO	367,79	-116,56	484,35
	RLT s/terra	-389,28	-1.948,18	1.558,91
	RLT	-1.088,33	-2.470,44	1.382,11
Trigo	RLO	327,21	-673,18	1.000,39
	RLT s/terra	-650,50	-2.317,13	1.666,63
	RLT	-1.396,50	-2.924,00	1.527,49

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

O resultado do período moderno frente ao tradicional na propriedade típica de Cascavel (PR), mostrou vantagem, tanto em termos de receita líquida operacional, assim como quando se descontam os valores de custos fixos, como o CARP da terra. Assim, a escolha do portfólio de culturas e tecnologias realizadas pelo produtor ao longo das safras, mostrou vantagem, trazendo bons resultados a propriedade típica (Tabela 35).

Para o período tradicional, nota-se que as culturas da 2ª safra no período contribuíram de maneira negativa para o resultado do período (Figura 33), o que não aconteceu com a 2ª safra no período moderno (Figura 34). No comparativo da 1ª safra, observa-se a baixa contribuição que o milho tinha nos resultados quando comparados com os resultados obtidos com a soja, independente da tecnologia no cenário tradicional, fato que favoreceu o produtor a escolher a soja como atividade única na 1ª safra ao longo das safras. Além disso, nota-se que, a receita

líquida no período moderno foi capaz de pagar o custo operacional e o CARP de máquinas, implementos e benfeitorias, mostrando um resultado satisfatório para a propriedade típica quando avaliada a sustentabilidade de longo prazo (Tabela 35).

Tabela 35 – Receita líquida na propriedade típica e resultados comparativos entre os períodos moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17) e tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10), em R\$/fazenda

Safras	Moderno	Tradicional	(M - T)
RLO	380.003,75	57.654,76	322.348,99
RLT s/ terra	44.519,30	- 355.273,99	399.793,29
RLT	- 217.896,92	- 561.403,91	343.506,99

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Figura 33 – Contribuição das culturas na formação do custo unitário de produção no período tradicional (2007/08, 2008/09 e 2009/10).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Figura 34 – Contribuição das culturas na formação do custo unitário de produção no período moderno (2014/15, 2015/16 e 2016/17).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados coletados pelo (CEPEA/ESALQ-USP/CNA, 2017).

Os resultados financeiros mostram vantagens ao produtor no caminho escolhido e nos resultados obtidos em nível de propriedade típica. Contudo, assumindo o produtor típico um sistema de produção em que praticamente não se cultivou mais variedades e híbridos convencionais, alguns reflexos agronômicos são registrados, como o maior uso de herbicidas e inseticidas mesmo em variedades e híbridos que possuem como característica genética a tolerância a herbicidas, a resistência a pragas ou ambos. Um quadro de menor efetividade agrônômica das sementes modificadas geneticamente poderia aumentar o interesse de produtores em retomar o uso de sementes convencionais, o que se enquadraria no que Paiva (1971) descreveu e chamou de dualismo tecnológico. Assim, duas tecnologias poderiam conviver ao mesmo tempo e ambas as técnicas promoverem um melhor equilíbrio no controle de ervas daninhas e pragas na soja, por exemplo. Para a soja, se avaliado os resultados individuais da cultura, a tecnologia convencional apresentou resultados em termos de receita menor que o da moderna modificada geneticamente, indicando que por enquanto, na média, pode não haver pressão para a retomada da técnica tradicional.

Entretanto, se faz necessário sempre uns ajustes na forma de condução de novas políticas que consigam equalizar possíveis desequilíbrios, através de uma melhor equidade no desenvolvimento e na pesquisa de variedades, mesclando os interesses da sociedade e dos produtores com a iniciativa privada. Vale destacar que as empresas privadas detém grande parte do mercado e do desenvolvimento e, segundo Silveira (2014), influenciam a pesquisa, produtores de sementes e agricultores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi analisar o efeito da adoção das tecnologias utilizadas pelos produtores típicos de grãos (soja, milho e trigo) da região oeste do Paraná sobre a rentabilidades de culturas e sistemas entre nos anos-safras 2007/08 e 2016/17, período que corresponde à mudança entre a baixa adoção de tecnologias modificadas geneticamente para um cenário de grande dependência e utilização. Este período também corresponde a uma mudança significativa na destinação das áreas e das culturas dentro da propriedade típica, com prioridade para o cultivo da soja no verão e incremento do cultivo de milho na 2ª safra, assim como maior utilização da área total na 2ª safra.

A região base de análise foi a oeste do Paraná, tendo como referência a propriedade típica de Cascavel (PR). Os dados utilizados se referiram à estrutura de custos de produção, de operações, de sistemas produtivos, de imobilizados e de preços.

A base metodológica utilizada foi a apresentada por Paiva (1975), visando avaliar a adoção tecnológica na agricultura sobre um contexto tradicional em relação ao denominado moderno. No presente trabalho, visando uma análise mais recente em termos tecnológicos, as diferenciações tomaram como base as tecnologias empregadas nos anos-safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, onde a propriedade típica semeava uma grande parcela das áreas com variedades e híbridos convencionais e cultivava soja, milho 1ª safra, milho 2ª safra e trigo, em relação ao ambiente em que o produtor típico cultivou unicamente variedades e híbridos modificados geneticamente na soja e no milho, excluindo do sistema de produção o milho 1ª safra e passando a cultivar unicamente em 2ª safra, ao lado do cultivo de trigo – este último período corresponde aos anos-safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17.

Os resultados mostraram um incremento no uso de sementes geneticamente modificadas para soja e milho, mantendo o cultivo de variedades convencionais no trigo. Também houve importantes mudanças no sistema de produção, como o fim do semeio do milho na 1ª safra na propriedade típica e incremento do cultivo de milho na 2ª safra. Além disso, ao se tratar do sistema de produção empregado, a propriedade típica aumentou o percentual de área utilizada na 2ª safra, assim como reduziu o semeio de trigo em favor do cultivo de milho.

Este processo de substituição do milho no verão pelo milho na 2ª safra e o aumento do semeio de 2ª safra pode ser considerado uma das mais significativas evoluções em termos de sistema produtivo realizado na propriedade típica de Cascavel nos dez anos-safras analisados. Isto exigiu antecipar o semeio de soja, visando também o cultivo do milho 2ª safra em período considerado mais adequado em termos de clima.

Em termos financeiros, ao avaliar os resultados por tecnologia em cada cultura, nas primeiras safras avaliadas, quando o produtor típico semeava soja convencional e sementes tolerantes a herbicidas, houve diferenças mínimas nas receitas líquidas totais. A maior disponibilidade de sementes modificadas geneticamente e as vantagens em termos de manejo quando do seu lançamento, podem ter favorecido a adoção e a substituição de sementes convencionais por modificadas geneticamente. Já quando avaliada a evolução das tecnologias modificadas geneticamente na soja, a soja tolerante ao glifosato e resistente a insetos não mostrou resultado econômico vantajoso comparada a soja tolerante ao herbicida.

A transição no uso de tecnologias convencionais para modificadas geneticamente e também a evolução genética das tecnologias geneticamente modificadas, tem tido importantes influências nos custos de produção. Inicialmente, nota-se que quando foi inserida a soja TH no sistema produtivo, a tecnologia proporcionou a utilização de apenas um ingrediente ativo no controle de ervas daninhas. Contudo, com o passar das safras, a quantidade de ingredientes ativos aumentou, indicando a dificuldade em controlar as plantas daninhas.

O mesmo cenário pode ser visto para as tecnologias de resistência a insetos. No decorrer das safras, o produtor típico, tanto na cultura do milho, inicialmente, quanto para a soja, mais recente, proporcionaram uma menor utilização de inseticidas quando de seus lançamentos. Com o passar das safras, o produtor precisou voltar a aplicar produtos para controle das lagartas.

Para os fungicidas, também se constatou um maior uso com o passar das safras. No caso da soja, foi apontada redução significativa dos focos de ferrugem asiática, a principal doença que afeta a cultura, mesmo em cenário de maior pluviosidade nas safras mais recentes. O melhor controle teve correlação positiva com o aumento da produtividade e mostra que com o passar das safras o produtor típico gerenciou as técnicas de tratamento da doença.

A evolução do sistema produtivo da safra 2007/08 até a safra 2016/17 mostrou que a transição das culturas, os aumentos da área na 2ª safra e do uso de sementes geneticamente modificados na propriedade típica, resultou em maior rentabilidade nas safras mais recentes em relação às safras iniciais. Entre os fatores que contribuíram para este resultado, podem ser citados o aumento da área de soja no verão, substituindo o milho, que proporcionou melhor retorno financeiro e favoreceu a composição de caixa, e o aumento da produtividade, seja ela por fatores climáticos mais favoráveis ou mesmo pelo aumento da eficiência dos insumos utilizados (fertilizantes, sementes, defensivos, etc.) aumentando assim as receitas com a cultura. A melhor receita na 1ª safra contribuiu para equilibrar ou compensar receita líquidas negativas da 2ª safra.

Porém, em nenhum dos cenários analisados o produto típico conseguiu cobrir os custos

totais de produção na propriedade. A receita bruta foi superior aos custos operacionais e de uma parcela do CARP de máquinas, implementos e benfeitorias. Isso mostra que o produtor típico poderá ter dificuldades em renovar o seu parque de máquinas.

No geral, os resultados aqui apresentados indicaram que as receitas líquidas dos anos mais recentes (2014/15, 2015/16 e 2016/17) superaram as registradas nos anos bases de análise (2007/08, 2008/09 e 2009/10), direcionando para um contexto em que o produtor adotou técnicas melhores ao longo do tempo. Certamente, há uma série de questões ainda a serem respondidas, como aquelas que envolvem a forma de financiamento do custeio agrícola e o vínculo do produtor com os ofertantes de crédito, assim como a concentração de agentes fornecedores de insumos e compradores da produção. De qualquer maneira, ao considerar os preços de venda da produção como a média do período, parte das oscilações na formação da receita já foi evitada. Além disto, as alterações de legislações, como aquelas que afetam diretamente a forma de contratação de mão de obra, leva o produtor a adotar técnicas poupadoras deste insumo. A retomada do uso de técnicas tradicionais, parece não ser uma tarefa fácil para produtores.

Mesmo diante dos diversos questionamentos que podem surgir, espera-se que este trabalho tenha contribuído para melhor entendimento do ambiente vivido por produtores de grãos e cereais no Brasil, e sua dificuldade de gestão. O apontamento dos resultados para o lado de receita superior ao de técnicas tradicionais, mesmo com os aumentos de custos de produção e indicativos de diversos estudos para um ambiente de margens cada vez mais apertada, também pode ter surpreendido aqueles que tinham como expectativa de que as atuais técnicas poderiam estar tendo impactos negativos sobre os produtores. Se este trabalho caminhar para o sentido de provocações de novos estudos, com novas bases de dados e metodologias de análise, já terá valido a pena seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ABDULAI, A.; HUFFMAN, W. The diffusion of new agricultural the diffusion of new agricultural technologies: the case of crossbred-cow technology in Tanzania. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 87, n. 3, p. 645–659, 2005.
- ABRASEM. **Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. Anuário ABRASEM 2015**. Brasília: ABRASEM, 2015.
- ADESINA, A. A.; BAIDU-FORSON, J. Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. **Agricultural Economics**, v. 13, n. 1, p. 1–9, 1995.
- ALMEIDA, G. C. DE S.; LAMOUNIER, W. M. Os Alimentos transgênicos na agricultura brasileira: evolução e perspectivas. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 3, p. 345–355, 2005.
- ALMEIDA, J. P. DE. **Tecnologia “moderna” versus tecnologia “alternativa”: a luta pelo monopólio da competência tecnológica na agricultura**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989.
- ALVES, E. Difusão de tecnologia - uma visão neoclássica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 15, p. 27–33, 1998.
- ALVES, L. R. A. et al. Impacto do uso de tecnologias geneticamente modificadas no setor produtivo de algodão. **Informações Econômicas**, v. 44, n. 2, p. 50–65, 2014.
- ALVES, L. R. A. et al. Estrutura de mercado e formação de preços na cadeia produtiva da soja. In: ALVES, L. R. A.; BACHA, C. J. C. (Eds.). **Panorama da Agricultura Brasileira: Estrutura de mercado, comercialização, formação de preços, custos de produção e sistemas produtivos**. 1. ed. Campinas: Alinea Editora, 2018.
- ALVES, L. R. A.; BARROS, G. S. DE C.; OSAKI, M. Custo de produção e gestão operacional de fazendas. In: BELOT, J. (Ed.). **Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso - Safra 2014/15**. 2. ed. Cuiabá: Casa da Árvore, 2015. p. 30–45.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Banco Central do Brasil. Aplicações Financeiras**. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/bc_atende/port/aplica.asp#2>. Acesso em: 1 jun. 2018.
- BARROS, G. S. DE C. et al. **Gestão de negócios agropecuários com foco no patrimônio**Série Didática no. D-130, 2014.
- BATALHA, M. O.; BUAINAIN FILHO, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. DE. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. In: BATALHA, M. O E FILHO, H. DE S. (Ed.). **Gestão Integrada da Agricultura Familiar**. São Carlos: EdUfscar, 2005. p. 19.
- CARDOSO, J. DE F.; MIGUEL, P. A. C.; CASAROTTO FILHO, N. Inovação na agricultura brasileira: uma análise da literatura. **Revista GEINTEC**, v. 5, p. 2495–2510, 2015.
- CASTRO, B. S. DE. A introdução no Brasil do algodão, milho e soja geneticamente modificados: coincidências reveladoras Artigo a ser apresentado no Congresso BRASA IX - Tulane University, New Orleans, Louisiana, em 27-29 março de 2008. **Congresso BRASA IX**, n. 2003, p. 1–19, 2008.
- CELERES. **Consultoria Celeres. Informativo BiotecnologiaIB16.01. 2016**. Celeres Consultoria, 2016.

CELERES. Celeres Consultoria. **3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17**. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/>>. Acesso em: 5 jun. 2018.

CEPEA/ESALQ-USP. **Centro de Estudos Avançados de Economia Aplicada. Produto Interno Bruto - PIB**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 9 jun. 2017a.

CEPEA/ESALQ-USP. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Informativo Cepea Soja. Acesso restrito**, 2017b.

CEPEA/ESALQ-USP. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Informativo Cepea Milho. Acesso restrito**, 2017c.

CEPEA/ESALQ-USP. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Informativo Cepea Trigo. Acesso restrito**, 2017d.

CEPEA/ESALQ-USP. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Informativo Cepea Insumos Agrícolas. Acesso restrito**, 2017e.

CEPEA/ESALQ-USP. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Série de preços regionais de soja, milho e trigo**. Piracicaba, 2018.

CEPEA/ESALQ-USP/CNA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada / Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil. Projeto Campo Futuro**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada / Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2017.

CNTBIO. **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Resumo geral de plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização**. Brasília: CNTbio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, 2017.

CNTBIO. **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Leis**. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/leis>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira - grãos**. Brasília, 2016.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Safras 1976/77 a 2016/17**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Safras 1976/77 a 2017/18**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 28 jun. 2018a.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Monitoramento agrícola**. Brasília: Conab - Companhia Brasileira de Abastecimento, 2018b.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Monitoramento agrícola**. Brasília: Conab - Companhia Brasileira de Abastecimento, 2018c.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Consórcio Antiferrugem**. Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/numeros>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

DE ZEN, S. DE. **Diversificação como forma de Gerenciamento de Risco na Agricultura**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ—Universidade de São Paulo—USP, 2002.

DEBLITZ, C. et al. Report on the 1st international farm comparison network (IFCN). **IFCN**

Report, p. 15, 1998.

DOSS, C. R. Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. **Agricultural Economics**, v. 34, n. 3, p. 207–219, maio 2006.

DUARTE, A. P. Milho safrinha se consagra e caracteriza um sistema peculiar de produção. **Visão agrícola**, v. 13, p. 78–82, 2015.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2014** Sistemas de Produção. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo de Trigo**. Disponível em:

<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3704&p_r_p_-996514994_topicoId=3>. Acesso em: 7 jun. 2018.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do Milho**. Disponível em:

<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8>. Acesso em: 7 jun. 2018.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento Agrícola do Milho**. Disponível em:

<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8>. Acesso em: 9 jun. 2017.

FERREIRA FILHO, J. B. DE S.; ALVES, L. R. A.; BALLAMINUT, C. E. C. Transgênicos reduzem custos e flexibilizam manejo. **Visão Agrícola**, v. 6, p. 124–128, 2006.

FEUZ, D. M.; SKOLD, M. D. Typical farm theory in agricultural research. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 2, n. 2, p. 43–58, 1991.

FGV IBRE. **Fundação Getúlio Vargas. Instituto Brasileiro de Economia. Metodologia. Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna**, 2016.

FILHO, J. E. R. V. Transformação Histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: **O Mundo Rural no Brasil do século 21**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 395–421.

FUCK, M. P.; BONACELLI, M. B. A pesquisa pública e a indústria sementeira nos segmentos de sementes de soja e milho híbrido no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 6, n. 1, p. 87–121, 2007.

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A. M. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Londrina e Tamarana, PR, na safra 2007/08**. Circular Técnica. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2008.

GODOY, C. V.; SILVA, L. H. C. P. DA; UTIMADA, C. M. **Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2008/09. Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos** Circular Técnica. Londrina: Embrapa Soja, 2009.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2009/10: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2010.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2010/11: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2011/12: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica 93, p. 1–8, 2012.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2012/13: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica 99. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2016/17: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica 111. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2015.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2016.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2016/17: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica 129. Londrina: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2017.

GRILICHES, Z. Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, v. 25, n. 4, p. 501, out. 1957.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento Agrícola: Teoria e Experiências Internacionais.** Brasília: EMBRAPA, 1988. v. 40

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA e Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC.** Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultinpc.shtm>. Acesso em: 1 jun. 2018.

IWAI, K. Schumpeterian dynamics, Part II: Technological progress, firm growth and “economic selection”. *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 5, n. 3–4, p. 321–351, set. 1984.

JAMES, C. **Status global das cultivares transgênicas comercializadas: 2014** Relatórios do ISAAA: Relatório No. 49. [s.l.] International Service for the Acquisition of Agri-biotech, 2014.

- KAPPES, C. **Sistemas de cultivo de milho safrinha no mato grosso**. XII Seminário Nacional do Milho Safrinha: Estabilidade e Produtividade. **Anais...**Dourados: 2013
- LEVINS, R. A.; COCHRANE, W. W. The treadmill revisited. **Land Economics**, v. 72, n. 4, p. 550–553, 1996.
- LOPES, M. A.; CONTINI, E. **Agricultura, sustentabilidade e tecnologia**. Brasília: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.
- MACHADO, J. G. DE C. F. **Adoção da Tecnologia da Informação na Pecuária de Corte**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2007.
- MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Risco Agropecuário. Portarias**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuário/portarias/safra-vigente/parana>>. Acesso em: 29 jun. 2018a.
- MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Sementes e Mudanças**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuários/insumos-agricolas/sementes-e-mudas>>. Acesso em: 20 jun. 2017b.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Organismos geneticamente modificados**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/organismos-geneticamente-modificados>>. Acesso em: 18 nov. 2016.
- MATSUNAGA, M. et al. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**. São Paulo: IEA, 1976.
- NEGATU, W. The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia. **Agricultural Economics**, v. 21, n. 2, p. 205–216, out. 1999.
- NICHOLLS, W. H. Paiva e o dualismo tecnológico na agricultura: um comentário. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 3, n. 1, p. 15–50, 1973.
- OSAKI, M. et al. Análise econômica das lavouras de soja, milho, trigo e arroz irrigado. In: **Campo Futuro Resultado 2017**. Brasília: Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil, 2017. p. 81–111.
- OSAKI, M.; BATALHA, M. O. Optimization model of agricultural production system in grain farms under risk, in Sorriso, Brazil. **Agricultural Systems**, v. 127, p. 178–188, maio 2014.
- PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico na Agricultura. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 1, n. 2, p. 171–234, 1971.
- PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: resposta aos comentários dos professores Nicholls e Schuh. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 3, p. 95–116, 1973.
- PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: uma reformulação. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 5, n. 1, p. 117–161, 1975.
- PELAEZ, V.; SCHMIDT, W. A difusão dos OGM no Brasil: imposição e resistências. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 14, p. 5–31, 2000.
- ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J. Soja transgênica no Brasil: Situação atual e perspectivas para os próximos anos. **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**, n. 578, p. 1–37, 2005.
- ROSS, S. A., WESTERFIELD, R. W., JAFFE, J., LAMB, R. Decisões de investimento de capital. In: **Administração Financeira**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015. p. 1196.

- RYFF, T. B. A difusão da inovação tecnológica na agricultura: “mecanismo de autocontrole” versus modernização induzida. **Revista Brasileira de Economia**, v. 30, n. 3, p. 295–327, 1976.
- SCHUH, G. E. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: alguns comentários. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 3, n. 1, p. 51–94, 1973.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico. Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. 1. ed. São Paulo: Nova Cultura, 1997.
- SEAB/DERAL. **Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná - Departamento de Economia Agrícola. Estimativa de Safra**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 1 jun. 2018.
- SEAB/DERAL - SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Estimativa de Safra**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 1 jun. 2018.
- SILVEIRA, J. M. F. J. DA. Agricultura Brasileira: o papel da inovação tecnológica. In: **O Mundo Rural no Brasil do século 21**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 375–393.
- SILVERBERG, G.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, diversity and diffusion : A self-organisation model. **The Economic Journal**, v. 98, n. 393, p. 1032–1054, 1988.
- SIMEPAR. **Sistema Meteorológico do Paraná. Dados de precipitação da Estação de Cascavel (PR)**, 2017.
- SOUZA FILHO, H. M. DE et al. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223–255, 2011.
- SURI, T. Selection and Comparative Advantage in Technology Adoption. **Econometrica**, v. 79, n. 1, p. 159–209, 2011.
- TORRES, R. L. A “inovação” na teoria econômica: uma revisão. In: **IV Encontro de Economia Catarinense**. Joinville: Univille, 2012. p. 1–22.
- TORRES, R. L. A “inovação” na teoria econômica: uma revisão. **Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015**, v. 1, 2015.
- USDA. **United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service (FAS)**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- USDA. **United States Department of Agriculture. Production, Supply and Distribution Online**. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- VIEIRA FILHO, J. E. R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: **O Mundo Rural no Brasil do século 21**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 395–421.
- VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. DA. Modelo evolucionário de aprendizado agrícola. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 10, n. 2, p. 265–300, 2011.
- VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. DA. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 4, p. 721–742, 2012.