GABRIELA GERALDI MENDONÇA

**Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas
de monocultivo**

Pirassununga

2018

GABRIELA GERALDI MENDONÇA

Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas de monocultivo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro

De acordo: _____

Orientador

São Paulo
2018

Obs.: A versão original encontra-se disponível na Biblioteca da FMVZ/USP.

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3665
FMVZ

Mendonça, Gabriela Geraldi
Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas de monocultivo / Gabriela Geraldi Mendonça. – 2018.
89 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2018.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro.

1. Análise econômica. 2. Economia de escopo. 3. Sistemas integrados. 4. Viabilidade econômica. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Maria Aparecida Laet, CRB 5673-8, da FMVZ/USP.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas de monocultivo", protocolada sob o CEUA nº 4306220617, sob a responsabilidade de **Augusto Hauber Gamello e equipe; Gabriela Geraldí Mendonça; Flávia Fernanda Simili** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 06/12/2017.

We certify that the proposal "Economic gains of integrated crop-livestock systems in relation to monoculture systems", utilizing 32 Bovines (32 males), protocol number CEUA 4306220617, under the responsibility of **Augusto Hauber Gamello and team; Gabriela Geraldí Mendonça; Flávia Fernanda Simili** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 12/06/2017.

São Paulo, 08 de dezembro de 2017

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de
São Paulo

Roselida Costa Gomes
Secretária Executiva
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de
São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: MENDONÇA, Gabriela Geraldi

Título: Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas de monocultivo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Dedico à minha Mãe, Pai e Irmão. O incentivo de vocês sempre foi imprescindível.
Dedico, também, à pessoinha que me ensinou ainda mais sobre o amor: Luisa. A Didi te ama!

Agradecimentos

Agradeço, inicialmente, a minha família. À minha mãe, que me ensinou - e nunca me deixou esquecer - o quanto eu posso ser forte. Mãezinha, eu nunca vou ter como agradecer pelo exemplo que tu és. Ao meu pai que me ensinou sobre paciência e que sempre apoio minhas decisões e me foi um porte seguro. Ao Tatá, meu irmão, que sempre me acreditou e que, da maneira mais genuína, demonstrou amor e carinho. À Luisa, que provou para a “Didi” que sempre cabe mais amor no coração. À tia Marta, que me acolhe como uma filha e, ao longo de anos, se mostrou uma companheira, além, é claro de me ter dado um lar.

Ainda, não poderia deixar de agradecer aos que zelaram por mim, desde quando eu nasci. Meus avós. Vovô Totó, que é um exemplo sólido de calma e força e me ensina sobre um amor puro e simples. Vovó Therezinha que fez parte da minha criação e que, dia após dia, zelou por mim. À vovó Olivia que é exemplo de força e fé na vida. Ao meu avó Chiquinho, que mesmo não estando fisicamente presente, deixou exemplos a serem seguidos. Me lembro todos os dias do senhor, Vovô.

Ao Ivo, que me mostra todos os dias que é possível simplificar a vida e que topou encarar vários momentos comigo, sem desistir dos nossos objetivos. Te amo! Obrigada pela paciência quase que diária.

Ao meu orientador, Augusto Hauber Gameiro, por ser um exemplo profissional e pessoal. Obrigada pela paciência perene, por acreditar no meu trabalho e por ter me orientado em “moldes” um pouco (muito) distintos do padrão. Muito carinho e gratidão por você, Augusto!

À Flávia, minha coorientadora, que me acolheu e nunca mediu esforços para me ensinar e acompanhar. Nunca me esquecerei que você me estendeu a mão e me acreditou. Obrigada por ser uma companheira. Obrigada pela paciência. Conte comigo, Fla!

Aos Professores e funcionários do VNP, pela colaboração, ao longo dos dois anos como mestranda.

Aos colegas do LAE, que mesmo de longe, me estenderam a mão e foram exemplos para mim.

Aos pesquisadores e funcionários do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho, que me acolheram, ao longo dos últimos anos.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida e à FAPESP, pelo financiamento do projeto base, que originou dados para esta dissertação.

Aos meus queridos irmãos do Instituto de Zootecnia. Jefri (Jerso), Pedro, e Léo, sem os quais tudo teria sido muito mais difícil. Só nós sabemos como esses dois anos foram intensos. Dividir minha rotina com vocês foi um presente.

Às amigas de infância: Gabis (que me socorreu nos momentos de desespero acadêmico), Ísis, Guta e Bru. À Mariana (Tica) pelos momentos, durante o nosso (inesquecível) período

universitário e Gustavo (Mafis), com quem eu sei que sempre posso contar. À Manu, por ter dividido vários momentos comigo. Às amigas Keko, Aline e Joyce, presentes proporcionados pela Austrália. À Jessys, que me deu um lar em Pirassununga. Todos vocês tornaram o caminho mais leve, obrigada por isso!

À empresa que me tem proporcionado, atualmente, a chance de aprender e crescer. Obrigada José Ricardo, Natalia, Alana e Felipe, por me ensinarem todos os dias.

Muito obrigada a todos que, compreendendo ou não as “neuroses da Gabriela”, se mostraram pacientes e me apoiaram, ao longo da jornada como pós graduanda.

Ainda, obrigada, Mãe Maria, pelo Manto Azul que me protege, a cada passo. Obrigada, Papai do Céu...pela chance diária de aprender e ser melhor.

“Sonhar é fácil, João Condé, realizar é que são elas...”

- Guimarães Rosa (Sagarana)

“E o maior de todos os milagres é também o maior de todos os direitos humanos: continuar a pensar, ser autônomo, ter uma identidade, espantar o fantasma da inexistência e continuar o espetáculo da vida”

- Augusto Cury (Felicidade Roubada)

RESUMO

MENDONÇA, G. G. **Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas de monocultivo**. [Economic gains of integrated crop-livestock systems in relation to monoculture systems]. 2018. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

O monocultivo, delineamento da produção agropecuária mais tradicional, desde a Revolução Verde, têm sido relacionado ao desequilíbrio ambiental de ecossistemas, e escassez de recursos naturais. Neste contexto, sistemas integração lavoura-pecuária (ILP) tem se mostrado promissores em relação à benefícios ambientais e produtivos, quando comparada a sistemas de monocultivo. Existe, todavia, poucos trabalhos que abordam os benefícios econômicos potenciais dos sistemas ILP. O objetivo desta dissertação foi desenvolver análise econômica e financeira da produção de milho grão e bovinos de corte em sistemas de monocultivo e ILP. A primeira etapa para o desenvolvimento da pesquisa foi a coleta de dados do projeto intitulado “Impacto ambiental, produtividade e viabilidade econômica de sistemas de monocultivo e integrado de lavoura pecuária”, financiado pela Fapesp (Processo N° 2014/24514-6) delineado a partir de seis tratamentos experimentais: T1) Monocultivo de milho grão; T2) Monocultivo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; T3) Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, semeados simultaneamente; T4) Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, semeados simultaneamente, com aplicação de herbicida; T5) Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, tendo sido o capim semeado na adubação de cobertura do milho; T6) Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, semeados simultaneamente, na linha e entrelinha do milho, com aplicação de herbicida. A segunda etapa foi a cálculo dos custos variáveis dos tratamentos experimentais. A terceira etapa consistiu no cálculo do custo total de produção de sistemas de produção representativos comerciais, que replicassem os manejos e tecnologias utilizados nos tratamentos experimentais. A quarta etapa consistiu na análise financeira, tendo sido o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o *PayBack* os indicadores de tomada de decisão. O software Microsoft Excel® foi utilizado para o cálculo dos custos de produção, construção do fluxos de caixa e estimativa dos indicadores de viabilidade. Os resultados indicaram ganhos econômicos da ILP, em relação ao monocultivo, explicados pela teoria da economia de escopo. As fontes da economia de escopo identificadas nessa pesquisa foram: diluição de custos fixos e complementariedades técnicas compartilhadas. Os custos de produção unitários da lavoura e da pecuária foram menores na ILP do que nos sistemas de monocultivo. Os sistemas ILP e o monocultivo de milho

grão foram considerados economicamente viáveis, com base no VPL, TIR e *PayBack*. O VPL do sistema ILP foi maior do que do sistema de monocultivo de milho, o que demonstrou outro benefício econômico dos sistemas integrados, se comparados ao monocultivo. A pecuária monocultivo foi economicamente inviável, baseado nos mesmos indicadores de viabilidade econômica.

Palavras-chave: Análise econômica. Economia de escopo. Sistemas integrados. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

MENDONÇA, G. G. **Economic gains of integrated crop-livestock systems in relation to monoculture systems.** [Ganhos econômicos da Integração Lavoura-Pecuária em relação a sistemas de monocultivo]. 2018. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Monoculture farming, the traditional agriculture approach since the Green Revolution, has been associated with the environmental imbalance of ecosystems and with the scarcity of natural resources. Within this context, integrated crop-livestock (ICL) systems have shown to be promising in terms of environmental and productive benefits when compared to monoculture systems. However, few studies have addressed the potential economic benefits of ICL systems. The objective of this dissertation was to perform an economic and financial analysis of corn grain and beef cattle production in monoculture and ICL systems. The first phase of the study consisted of the collection of data from the project entitled “Environmental impact, productivity and economic viability of monoculture and integrated crop-livestock systems”, financed by Fapesp (2014/24514-6) and designed in six experimental treatments: T1) corn monoculture; T2) Palisade grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) monoculture; T3) corn plus Palisade Grass sown simultaneously; T4) corn plus Palisade Grass sown simultaneously plus herbicide; T5) Palisade grass sown at topdressing corn; T6) Palisade Grass sown at the line and inter-line of corn. In the second phase, the variable costs of the experimental treatments were calculated. The third phase consisted of calculating the total production cost of representative commercial production systems that replicate the managements and technologies used in the experimental treatments. The fourth phase consisted of financial analysis using the net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and payback as indicators for decision making. The Microsoft Office Excel software was used for the calculation of production costs, cash flow definition, and estimation of viability indicators. The results indicated economic gains of the ICL system compared to monoculture, explained by the theory of economies of scope. The sources of economies of scope identified in this study were the dilution of fixed costs and shared technical complementarities (fertilizers for example). The unit production costs of livestock and crop were lower in the ICL than in the monoculture system. The ICL systems and corn grain monoculture were considered economically viable based on NPV, IRR, and PayBack. The NPV of ICL systems was bigger than the NPV of corn grain monoculture, which has shown another economic benefit of the integrated systems compared to monoculture. The livestock

monoculture system proved to be economically unviable because of the negative NPV and IRR below the minimum attractive rate considered.

Keywords: Economic analyzes. Economies of scope. Integrated systems. Economic viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil na safra 2015/2016.	27
Figura 2 - Evolução da Áreas de Adoção do ILPF, em milhões de hectare, entre 2005 e 2015	29
Figura 3 - Fluxo de caixa convencional.....	38
Figura 4 - Fluxo de caixa não convencional.....	39
Figura 5 - Soma do custo total de produção de S1 e S2, comparado ao custo total de produção dos sistemas integrados	55
Figura 6 - Dados climáticos obtidos junto à estação meteorológica situada no Centro Avançado de Pesquisa em Bovinos de Corte de Sertãozinho, São Paulo. Período de dezembro/2015 a dezembro/2017	75
Figura 7 - Semente de milho (Pionner P2830H) e semente capim Marandu.	77
Figura 8 - Adubação da cultura do milho no estágio V6.....	78
Figura 9 - Capim Marandu nascendo na linha do milho	78
Figura 10 - Capim Marandu na entrelinha do milho	79
Figura 11 - Capim Marandu crescendo, após colheita do milho	79
Figura 12 - Bovinos raça Caracu - pastejo T2	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Insumos, quantidades utilizadas (por hectare), unidade e tratamentos experimentais em que foram aplicados.....	46
Tabela 2 - Tempo total (minutos), por operação, por tratamento experimental.....	47
Tabela 3 - Indicadores da lavoura: Produção de grãos de milho ¹ (sacas por hectare), por tratamento experimental, na safra 2015/2016.	47
Tabela 4 - Indicadores da pecuária: lotação, peso médio inicial, dias de pastejo, peso médio final e produtividade, por tratamento experimental.....	48
Tabela 5 - Custos variáveis (R\$/hectare) por tratamento experimental	49
Tabela 6 - Itens que compõe o custo fixo total (R\$), por sistema	52
Tabela 7 - Itens que compõe o custo variável da saca de milho grão (R\$/saca), produção total de milho grão (sacas ¹) e custo variável total da lavoura, por sistema de produção.....	53
Tabela 8 - Itens que compõe o custo variável da arroba (R\$/@), produção total de arrobas e custo variável total da pecuária, por sistema de produção.	53
Tabela 9 - Custo fixo (CF), custo variável (CV) e custo total de produção (CT), por sistema de produção, todos representados em R\$.	54
Tabela 10 - Custo fixo total (R\$), produção total de milho e de boi gordo (kg) e custo fixo médio (R\$/kg), por sistema de produção.....	55
Tabela 11 - Custo fixo médio (R\$/saca), custo variável (R\$/saca) e custo total unitário (R\$/saca) de milho grão, por sistema de produção.	56
Tabela 12 - Custo fixo médio (R\$/@), custo variável (R\$/@) e custo total unitário (R\$/@) da boi, por sistema de produção.	56
Tabela 13 - Ano, entradas, saídas, fluxo de caixa líquido (FCL) e fluxo de acumulado (FCA), no S1	57
Tabela 14 - Ano, entradas, saídas, fluxo de caixa líquido (FCL) e fluxo de acumulado (FCA), no S2	58
Tabela 15 - Ano, entradas, saídas, fluxo de caixa líquido (FCL) e fluxo de acumulado (FCA), no S6	58
Tabela 16 - Valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), e PayBack, por sistema	59
Tabela 17 - Cargo, remuneração, encargos (60%), total mensal e total anual – sistema 1	86
Tabela 18 - Cargo, remuneração, encargos (60%), total mensal e total anual – sistema 2	86
Tabela 19 - Cargo, remuneração, encargos (60%), total mensal e total anual – sistemas ILP.	86

Tabela 20 - Saídas, entradas, fluxo de caixa líquido e fluxo de caixa acumulado, no sistema 187

Tabela 21 - Saídas, entradas, fluxo de caixa líquido e fluxo de caixa acumulado, no sistema 288

Tabela 22 - Saídas, entradas, fluxo de caixa líquido e fluxo de caixa acumulado, no sistema 689

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Área, por estado, destinada à produção agropecuária e porcentagem dessa área destinada à sistemas integrados.	28
Quadro 2 - Esquema de alocação dos custos de produção, na lavoura monocultivo, pecuária monocultivo e na integração lavoura-pecuária.....	51
Quadro 3 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 1	81
Quadro 4 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 2	82
Quadro 5 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 3 e 4	83
Quadro 6 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 5	84
Quadro 7 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 6	85

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 SISTEMAS DE MONOCULTIVO <i>VERSUS</i> SISTEMAS DIVERSIFICADOS	22
2.2 SISTEMAS INTEGRADOS NO CONTEXTO PRODUTIVO BRASILEIRO	24
2.3 INTEGRAÇÃO ENTRE O MILHO E O CAPIM MARANDU	29
2.4 ASPECTOS ECONÔMICOS ENVOLVIDOS EM SISTEMAS ILP	31
2.4.1 Economia de Escopo	31
2.4.2 Diversificação	33
2.5 CONCEITOS ECONÔMICOS RELEVANTES E SUAS IMPLICAÇÕES NA AGROPECUÁRIA	34
2.5.1 Custo de produção	34
2.5.2 Classificação dos custos de produção	36
2.5.3 Métodos de custeio	37
2.5.4 Teoria da produção	37
2.5.5 Análise de investimento	38
3. MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1 ETAPA 1	41
3.2 ETAPA 2	42
3.3 ETAPA 3	43
3.4 ETAPA 4	45
4. RESULTADOS	46
4.1 ETAPA 1	46
4.2 ETAPA 2	48
4.3 ETAPA 3	49
4.4 ETAPA 4	57
5. DISCUSSÃO	60

6. CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A – SOBRE O PROJETO BASE	75
APÊNDICE B - INVENTÁRIO DO IMOBILIZADO EM BENFEITORIAS	81
APÊNDICE C – INVENTÁRIO PESSOAL.....	86
APÊNDICE D – FLUXOS DE CAIXA	87

1. INTRODUÇÃO

Sistemas que integram culturas animais e vegetais foram a base da produção de alimentos para civilizações antigas (MAZOYER; ROUDART, 2010). No entanto, o monocultivo passou a ser praticado na busca por melhores resultados em relação à produtividade de culturas, frente ao desafio da demanda crescente por alimentos, no contexto pós II Guerra Mundial.

Os sistemas de monocultivo se baseiam no uso intenso de máquinas e implementos agrícolas, fórmulas químicas para aplicação de nutrientes e combate a pragas, e fontes energéticas não-renováveis, objetivando a alta produtividade de culturas vegetais ou animais. Todavia, as práticas desse tipo de sistema têm sido associadas ao declínio da biodiversidade e impactos ambientais negativos em ecossistemas ao redor do mundo (STOATE et al., 2009), levando à novos modelos para a produção agropecuária.

Na última década, pesquisas abordaram possibilidades para mensuração de problemas ambientais, bem como diferentes configurações para sistemas produtivos que possibilitem minimizar impactos aos ecossistemas e seus recursos naturais (HERRERO et al. 2015). É neste contexto que sistemas integrados voltaram a ser discutidos.

Em sistemas integrados ocorre o cultivo de duas ou mais culturas em uma mesma área, em semeadura consorciada, sequencial ou rotacional, tendo como objetivo o efeito sinérgico entre os componentes do ecossistema. A integração lavoura-pecuária (ILP) é uma das possibilidades de configuração de sistemas integrados.

Pesquisas já demonstraram benefícios dos sistemas integrados, quando comparados ao monocultivo, em relação a propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (RUSSELLE et al., 2007; FRANZLUEBBERS e STUEDEMANN, 2008), controle natural de plantas invasoras e, conseqüentemente, a diminuição do uso de fórmulas químicas (HARVEY e McNEVIN, 1990; ENTZ et al., 2002) e ciclagem de nutrientes (SMIL, 1999; FRANZLUEBBERS et. al, 2001; HENDRICKSON et al., 2008). Assim, é possível afirmar que existe potencial para que os sistemas integrados sejam promissores frente aos desafios ambientais, havendo resultados que demonstram a sustentabilidade e a resiliência desse tipo de sistema (RYSCHAWY et al., 2013; LEMAIRE et al., 2014). Existe, todavia, uma lacuna no tocante a comprovação da eficiência econômica dos sistemas integrados (NAIDOO, 2006; WILKINS, 2008).

Os benefícios econômicos que podem ser alcançados com a adoção de sistemas integrados são a economia de escopo e a diversificação (RYSCHAWY et al., 2012; GAMEIRO et al., 2016). A economia de escopo explica a redução do custo de produção de uma firma

multiproduto, quando comparada a uma firma de produção especializada. A diversificação permite a mitigação de riscos inerentes aos sistemas de produção agropecuária. Contudo, a maior parte dos trabalhos científicos abordam a economia de escopo e a diversificação de maneira qualitativa, sem, no entanto, propor a demonstração desses benefícios a partir de dados reais de sistemas de produção.

Nesse sentido, esta dissertação busca contribuir com a análise econômica de sistemas integrados por meio de dados originados do projeto de pesquisa intitulado “Impacto ambiental, produtividade e viabilidade econômica de sistemas de monocultivo e integrado de lavoura pecuária”, financiado pela Fapesp (Processo Nº 2014/24514-6). Postula-se a hipótese de que os sistemas integrados resultam em ganhos econômicos, quando comparados à sistemas monocultivo.

1.1 Objetivos

Esta dissertação teve como objetivo desenvolver análise econômica e financeira da produção de milho grão e engorda de bovinos de corte em sistemas de monocultivo e em integração lavoura-pecuária.

Os objetivos específicos foram:

- i. Calcular o custo variável (R\$/hectare) de tratamentos experimentais que representaram sistemas de monocultivo e integração lavoura-pecuária;
- ii. Calcular o custo total da produção da lavoura e da pecuária, nos sistemas de monocultivo e integração lavoura-pecuária, a partir dos resultados experimentais, com o objetivo de demonstrar a economia de escopo em fazendas comerciais representativas;
- iii. Calcular e comparar os custos unitários da lavoura (R\$/saca de milho) e da pecuária (R\$/ arroba de boi) nos sistemas de monocultivo e integração lavoura-pecuária;
- iv. Calcular as margens econômicas obtidas na lavoura e na pecuária, nos sistemas de monocultivo e integração lavoura-pecuária em fazendas comerciais representativas;
- v. Realizar análise de investimento com base nos fluxos de caixa, utilizando o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o *Payback* como indicadores de viabilidade em fazendas comerciais representativas.

1.2 Estrutura da Dissertação

Após a introdução, o referencial teórico aborda os seguintes tópicos: i) sistemas de monocultivo *versus* sistemas diversificados, ii) sistemas integrados no contexto produtivo

brasileiro; iii) Integração entre o cultivo de milho e o de capim Marandu; iv) Aspectos econômicos envolvidos em sistemas ILP; e v) Conceitos econômicos relevantes e suas implicações na agropecuária.

O material e métodos foi organizado por etapa, totalizando quatro. A primeira etapa foi a implantação e condução do projeto intitulado “Impacto ambiental, produtividade e viabilidade econômica de sistemas de monocultivo e integrado de lavoura pecuária”, financiado pela Fapesp (Processo N° 2014/24514-6), bem como coleta e elaboração de banco de dados. Na segunda etapa, foram calculados os custos variáveis de produção, por hectare, de cada tratamento experimental. Na terceira etapa, os custos variáveis foram extrapolados para uma fazenda comercial representativa e acrescidos dos custos fixos, resultando no custo total de produção de sistemas que replicavam os manejos e tecnologias utilizados nos tratamentos experimentais. Por fim, foram elaborados os fluxos de caixa de cada sistema de produção, tendo sido utilizado o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o *PayBack* como indicadores de viabilidade.

Após a apresentação dos resultados, também por etapas, é apresentada a discussão. Por fim, são feitas as conclusões dessa pesquisa. A dissertação é finalizada com as referências bibliográficas e os apêndices A à D.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE MONOCULTIVO *VERSUS* SISTEMAS DIVERSIFICADOS

Sistemas de produção diversificados foram a base para a produção de alimentos em um contexto anterior à II Guerra Mundial. Pequenas propriedades de cunho familiar, onde agricultura e a pecuária eram atividades desenvolvidas na mesma área produtiva (DIMITRI, et al., 2005; CARVALHO et al., 2010) eram o modelo para a produção de alimentos.

Com o foco no aumento de produtividade de culturas vegetais e animais, tendo como desafio a demanda crescente por alimentos, no contexto pós II Guerra Mundial, se inicia a especialização dos sistemas em monocultivo, momento em que agricultura e pecuária deixam de existir no mesmo ambiente produtivo. Os sistemas de monocultivo caracterizaram-se pela intensificação em relação aos fatores de produção: i) terra: embora tenha ocorrido a redução do número de propriedades, houve o aumento em área produzida e produtividade das culturas; ii) insumos e nutrientes: utilizados como matéria-prima para o aumento de produtividade (LANA, 2009); iii) fontes energéticas não-renováveis: utilizadas como combustíveis para a mecanização necessária com a intensificação produtiva (PEYRAUD et al., 2014).

Sulc e Franzluebbers (2014), na tentativa de compilar as principais razões para o sucesso de sistemas de monocultivo, citaram: i) demandas crescentes do mercado de commodities e padrões específicos da indústria para as matérias-primas; ii) captura de economias de escala com aumento da produtividade e baixo custo de produção; iii) incentivos governamentais em relação à produção de alimentos, iv) maior incentivo à tecnologia que pode ser adotada para produção agrícola. É, portanto, compreensível que a ascensão dos sistemas especializados tenha sido norteadas por questões econômicas, sendo as questões ambientais marginalizadas, frente ao objetivo produtivista.

Embora o monocultivo tenha embasado ganhos em relação à produtividade das culturas e segurança alimentar (Foley et al., 2011), é consenso que esse tipo de sistema está relacionado com o empobrecimento de ecossistemas produtivos. Thornton e Herrero (2014) citaram a destruição de ecossistemas naturais, eliminando espécies animais e vegetais responsáveis por ciclos biológicos de importância; a contaminação de água e solo, devido aos efluentes resultantes das atividades e o aparecimento e disseminação de pragas, devido à concentração geográfica de atividades em uma única área, como consequências ambientais relacionadas à produção agrícola e pecuária, em sistemas de produção especializados.

Frente aos potenciais danos associados aos sistemas de monocultivo, o equilíbrio entre a produção de alimentos e a conservação de recursos tem sido um desafio para a sociedade (ANSELL et al., 2016). Segundo Sulc e Tracy (2007), para produzir alimentos, fibras e energia de maneira mais eficiente, é necessário que os sistemas produtivos sejam redesenhados, minimizando os impactos causados ao meio ambiente, sem, no entanto, esquecer os aspectos econômicos. É neste contexto que os sistemas diversificados voltam a ser discutidos, sendo a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) muito citada como um delineamento promissor para a produção de alimentos, minimizando impactos ambientais (HERRERO et al., 2010; DUMONT et al., 2013; MORAINÉ et al., 2016).

Segundo Macedo (2009) sistemas integração lavoura-pecuária produzem grãos, fibras, carne, leite e lã na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado, com o objetivo maximizar a utilização de ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, minimizando o uso agroquímicos, aumentando a eficiência no uso de máquinas e mão-de-obra, e diminuindo impactos ao ambiente. Outra definição difundida é a de Balbinot Jr. et al. (2009), que descreve a Integração Lavoura-Pecuária como sistemas que alternam, na mesma área, o cultivo de pastagens anuais ou perenes, destinadas à alimentação animal, e culturas destinadas à produção vegetal, sobretudo grãos.

Resultados científicos embasam a afirmação de que sistemas ILP são ambientalmente mais recomendados para a produção de alimentos, quando comparados a sistemas monocultivo.

A qualidade do solo é uma importante métrica para a abordagem da qualidade do ecossistema, sendo fundamental para as respostas em relação à produtividade de culturas (ROBINSON et al., 2012). Os benefícios em relação à qualidade do solo em sistemas ILP são geralmente abordados separadamente em artigos científicos. Trata-se de benefícios físicos, químicos e biológicos (RENZI et al., 2017). Embora a mudança dos atributos do solo aconteça a longo prazo (RYSCHAWY et al., 2017), a mudança em relação aos nutrientes é associada à características edafoclimáticas, sendo as regiões de temperaturas mais elevadas e maior pluviosidade, mais propícias para a mudanças. O acréscimo de matéria orgânica do solo é um dos benefícios mais citados na literatura, quando sistemas ILP são comparados à sistemas monocultivo (OLSON et al., 2017). O incremento de matéria orgânica e as grandes profundidades atingidas pelas raízes de gramíneas promovem melhor estruturação do solo (SALTON, et al., 2008), o que beneficia o desenvolvimento de microfauna benéfica ao sistema.

A ciclagem de nutrientes é um dos benefícios associados aos sistemas ILP (SCHIERE et al., 2002; HENDRICKSON et al., 2008; CARVALHO et al., 2010). Tully e Ryals (2017) afirmaram que, embora a ciclagem de nutrientes possa variar de acordo com as características

do ecossistema produtivo (espécies vegetais e animais presentes, tipo de solo, condições climáticas e pluviométricas), a heterogeneidade de espécies em um sistema de produção contribui para que o próprio sistema seja capaz de prover parte dos nutrientes necessários para embasar a produção de culturas. Em sistemas ILP, os restos das culturas vegetais, bem como esterco, passam a ser fonte de nutrientes que, no longo prazo, são incorporados ao solo, resultando em aumento da fertilidade do solo.

O incremento de nutrientes via ciclagem pode significar, portanto, a redução no uso de fertilizantes químicos em sistemas ILP (SULC e TRACY, 2007; FLORES, et al., 2008), resultando benefícios para o ecossistema produtivo. O primeiro deles é a redução do risco potencial de contaminação de solo e água, bem como contaminação de alimentos, promovendo, portanto, maior segurança dos alimentos de origem vegetal e animal (HUNT et al., 2016). Segundo, a conservação de recursos, tendo em vista a eminente exaustão de fontes naturais de nutrientes, tal como abordado por Lana (2009). Lemaire et al. (2014) relacionaram a redução da biodiversidade dos ecossistemas produtivos com necessidade de incremento de nutrientes, por meio de fórmulas químicas, nos sistemas de produção, enfatizando a importância da diversificação de espécies em um sistema produtivo.

Os benefícios ambientais demonstrados em relação aos sistemas ILP representam importante justificativa frente à necessidade emergente de racionalização de recursos naturais e equilíbrio de ecossistemas. No entanto, para que os sistemas ILP possam ser considerados delineamentos promissores para a produção de alimentos, faz-se necessário, também, que benefícios econômicos sejam pesquisados pela ciência.

2.2 SISTEMAS INTEGRADOS NO CONTEXTO PRODUTIVO BRASILEIRO

No Brasil, a prática de sistemas diversificados foi adotada, primeiramente, por imigrantes europeus, na região Sul do país, com a associação de culturas agrícolas e pastejo de animais. Os sistemas de monocultivo, no entanto, passam a ser o principal delineamento produtivo da produção de alimentos, no contexto da Revolução Verde, em meados da década de 60.

Não é trivial a caracterização de sistemas de produção vegetais e animais, no Brasil. A grande extensão territorial, bem como as particularidades culturais de cada região são entraves para a compilação de dados e, conseqüentemente, para a elaboração de banco de informações fidedigno e atualizado. O que se pretende nos próximos parágrafos, portanto, é

apresentar breve descrição dos sistemas produtivos em monocultivo de milho e da pecuária, visando imaginar possíveis panoramas para a integração lavoura-pecuária no país.

No Brasil, há cerca de 63,4 milhões de hectares de lavouras (IBGE, 2018), sendo 16,4 milhões (22% do total) destinados à produção de milho (safra e safrinha). Ainda, existem 1,6 milhões de propriedades destinadas à produção de milho grão, de acordo com os dados preliminares do Censo Agropecuário de 2017. A cultura do milho pode ser destinada para diversos fins, como a produção de silagem, ou de grão, para alimentação animal e humana, o que faz com que o produtor tenha flexibilidade diante desse mercado. Os sistemas de monocultivo de milho, no Brasil, caracterizam-se por extensas áreas produtivas, demandantes de muitos fatores de produção e alto nível tecnológico (máquinas e implementos, sementes e formulações químicas).

A produção brasileira de milho ocorre em duas épocas. No verão, a semeadura é realizada durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na Região Sul e até os meses de outubro a novembro no Sudeste e no Centro Oeste do país. A segunda safra, chamada de “safrinha”, é semeada após a primeira safra, entre os meses de janeiro, fevereiro, março, visando o aproveitamento das chuvas remanescentes, antes do período da seca, com predomínio na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo. O ciclo da cultura pode variar entre 100 e 180 dias, de acordo com os híbridos utilizados (superprecoce, precoce e tardio).

A produção extensiva é o modelo predominante na pecuária de corte brasileira (FERRAZ e FELÍCIO, 2010). De acordo com os dados preliminares do Censo Agropecuário de 2017, no Brasil, existem, aproximadamente, 158 milhões de hectares de pastagem e um rebanho de 172 milhões de cabeças. É convencional que o indicador de taxa de lotação animal seja demonstrado em UA (unidade animal) por hectare. O último dado oficial em relação à é do Censo Agropecuário de 2006, tendo sido relatado 1,19 UA/hectare.

Os sistemas de produção de pecuária de corte são distintos da produção de milho, no Brasil, caracterizando-se por extensas áreas de pastagens, com baixa demanda por tecnologia. A produtividade média da pecuária de corte é de 5,1 arrobas/hectare/ano (DIAS-FILHO, 2014), variando de acordo com a região, características edafoclimáticas e tecnologias empregadas.

Um dos maiores entraves descritos na pecuária extensiva é a degradação das pastagens, que culmina em indicadores de produção insatisfatórios, bem como em problemas ambientais que são socialmente relacionados com a produção de carne, como por exemplo emissão de gases de efeito estufa. Estima-se que, em torno de 100 milhões de hectares de pastagens no Brasil encontram-se em algum nível de degradação, necessitando algum manejo corretivo.

De acordo com a FAO (2010), uma das principais causas da degradação de pastagens é a influência antrópica e o manejo inadequado, em particular o uso sistemático de taxas de lotação que excedam a capacidade da pastagem de se recuperar do pastejo e do pisoteio. Ainda, para Dias-Filho (2014), a ausência de adubações periódicas, o erro em relação ao manejo, tanto animal, como de solo, e o ataque de pragas são os principais fatores relacionados à degradação de pastagens, no Brasil.

Na década de 90, em razão do alto índice de pastagens degradadas e da importância econômica da bovinocultura de corte, os sistemas integrados passam a ser retomados no Brasil (VILELA et al., 2011). A Embrapa foi importante instituição para o resgate dos sistemas integrados, pesquisando e propondo modelos práticos desses sistemas, com objetivo inicial de recuperação de pastagens degradadas.

O Sistema Barreirão preconizava o plantio simultâneo de culturas anuais (inicialmente o arroz) com forrageiras, com o objetivo principal de recuperar/renovar pastagens degradadas e corrigir limitações físico-químicas do solo. O Sistema Santa Fé consiste na produção consorciada de culturas anuais com forrageiras tropicais, em sistema de semeadura direta ou convencional, em áreas de solo parcial ou devidamente corrigido, com o objetivo de produzir forragem na entressafra e/ou palhada para o sistema plantio direto no ano agrícola consecutivo (COBUCCI et al., 2007).

De acordo com Balbinot Junior et al. (2009) existem quatro modalidades de sistemas que podem ser considerados integrados. A integração lavoura-pecuária (ILP) ou agropastoril integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos. A integração pecuária-floresta ou silvipastoril representa um sistema de produção que integra o componente pecuário e florestal, em consórcio. A integração lavoura-floresta ou silviagrícola é um sistema que integra o componente florestal e agrícola, pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes). A última modalidade de integração lavoura-pecuária-floresta ou agrossilvipastoril contempla os três componentes, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

Os avanços da ciência internacional contribuíram para a compreensão de que a combinação de componentes vegetais, animais e florestais, em diferentes escalas espaço-temporais, poderia representar muito além de uma técnica para a recuperação de pastagens. Assim, os sistemas integrados passam a representar uma alternativa ambientalmente relevante, além de gerar resultados positivos em relação à produtividade de culturas e retornos econômicos (GIL et al., 2015).

Como já citado, é questão do acesso a alguns dados agropecuárias no Brasil é um entrave para que estimativas sejam realizadas. Em relação aos sistemas integrados, não é diferente. Os dados mais utilizados, atualmente, referem-se à pesquisa encomendada pela rede de fomento ILPF (parceria público-privada formada pela Embrapa e instituições privadas com o objetivo de incentivar a adoção de sistemas integrados), realizada pelo Kleffmann Group, com acompanhamento técnico da Embrapa Meio Ambiente, de São Paulo. Tal pesquisa demonstrou que 11,5 milhões de hectares no Brasil são destinados à integração de culturas, sendo que, entre as quatro possibilidades de sistemas integrados supracitados, a ILP é a mais adotada (83%). Segundo a mesma pesquisa, os estados que se destacam em área de adoção são: Mato Grosso do Sul (2 milhões de hectares), Mato Grosso (1,5 milhão de hectares) e Rio Grande do Sul (1,4 milhão de hectares). A Figura 1 apresenta mais detalhes da distribuição espacial desses sistemas no Brasil.

Figura 1- Adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil na safra 2015/2016.

Fonte: EMBRAPA (2016).

As áreas destinadas à sistemas integrados, por estado brasileiro estão apresentadas no Quadro 1. Entre os produtores rurais que adotaram algum tipo de sistema integrado, os pecuaristas são a maioria, norteados por razões como pressões sociais, em relação à problemas ambientais, necessidade de recuperação de pastagens degradadas e maiores retornos financeiros. Entre os agricultores, o motivo mais citado para adoção dos sistemas foi a redução de riscos financeiros.

Quadro 1 - Área, por estado, destinada à produção agropecuária e porcentagem dessa área destinada à sistemas integrados.

Região	Estado	Área Agropecuária	% Sistemas integrados
Norte	Acre	1.550.224	0,02
	Amazonas	221.744	4,24
	Amapá	242.498	0,00
	Para	13.493.870	3,17
	Rondônia	6.700.660	1,17
	Roraima	710.225	2,59
	Tocantins	8.065.233	6,20
Nordeste	Alagoas	1.555.272	0,30
	Bahia	21.996.268	2,48
	Ceará	5.142.852	0,80
	Maranhão	4.797.636	1,44
	Paraíba	2.152.310	6,33
	Pernambuco	4.273.523	5,09
	Piauí	5.599.900	1,32
	Rio Grande do Norte	2.298.618	9,64
	Sergipe	1.281.116	0,14
Centro-Oeste	Goiás e DF	19.745.814	4,78
	Mato Grosso	30.957.213	4,85
	Mato Grosso do Sul	19.504.048	10,69
Sudeste	Espírito Santo	1.186.482	9,96
	Minas Gerais	19.217.726	5,45
	Rio de Janeiro	1.016.170	1,18
	São Paulo	14.916.482	5,77
Sul	Paraná	9.387.407	4,44
	Rio Grande do Sul	7.108.887	20,51
	Santa Catarina	3.517.399	19,30
Total		208.639.578	5,5

Ainda, a mesma pesquisa, demonstra que área destinada a algum tipo de sistema integrado, no Brasil, entre os anos de 2005 e 2015 aumentou em quase 10 milhões de hectares, tal como demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Evolução da Áreas de Adoção do ILPF, em milhões de hectare, entre 2005 e 2015

Fonte: EMBRAPA (2016).

2.3 INTEGRAÇÃO ENTRE O MILHO E O CAPIM MARANDU

A integração entre culturas vegetais e gramíneas do gênero *Brachiaria* tem sido muito explorada em sistemas ILP (MATEUS et al., 2007). O milho pode ser utilizado para diversos fins, como alimentação animal, na forma de grãos ou silagem, além da alimentação humana. As tecnologias necessárias para a implantação e manutenção dessa cultura já são amplamente conhecidas, possibilitando a adoção em diferentes regiões e condições climáticas, bem como integração com outras espécies (SAWYER et al., 2010; PARIZ et al., 2011).

As gramíneas do gênero *Brachiaria* se destacam por se estabelecerem facilmente em solos pouco férteis, além de apresentarem desenvolvimento e produção de biomassa satisfatórios, proporcionando cobertura vegetal do solo e bom desempenho animal (BARDUCCI et al., 2009; NASCENTE et al., 2012). O cultivar Marandu se destaca pela alta produção de massa, maior adaptação à estação seca, resistência à cigarrinha e por apresentar melhor desempenho animal, atribuído ao seu melhor valor nutritivo, quando comparado outros cultivares do gênero *Brachiaria*.

Os principais fatores que devem ser considerados no momento da implantação de um sistema que integra a cultura do milho e a gramínea do gênero *Brachiaria* são: disponibilidade de água, fertilidade do solo, população de plantas semeadas, aplicação de herbicidas, precocidade do híbrido, momento da implantação do capim e espaçamento entre linhas das culturas (PARIZ et al., 2011).

Outras decisões são relevantes do ponto de vista produtivo e econômico, quando o objetivo é a integração lavoura-pecuária. Por exemplo, a tomada de decisão acerca da produção de silagem ou grãos, que vai interferir na época da colheita, que por consequência determinará

as condições para o estabelecimento da pastagem. No caso das forrageiras tropicais serem contempladas pelas chuvas finais do verão, as pastagens recém estabelecidos apresentarão qualidade bromatológica e estrutural para embasar o bom desempenho animal na época da seca.

Outra decisão importante é em relação ao método de implantação do sistema integrado. A maior parte dos dados já conhecidos referem-se à implantação simultânea da semente do milho e do capim, que é misturada ao adubo de plantio. O crescimento inicial da *Brachiaria* é lento, favorecendo o desenvolvimento inicial do milho (FREITAS et al., 2005; BARDUCCI et al., 2009), que apresentou maior taxa de acúmulo de massa seca nos estágios iniciais de desenvolvimento, devido à capacidade de interceptar radiação fotossintética ativa (SAWYER et al., 2010).

Há, contudo, controvérsias relacionadas ao momento ideal de semeadura do capim. Existe a possibilidade de o capim ser semeado na adubação de cobertura, minimizando a competição que pode haver entre essa cultura e a gramínea. Borghi et al. (2013), obtiveram maior produtividade de grãos de milho quando a *Brachiaria* cv. Marandu foi semeada no momento da adubação de cobertura, em comparação à semeadura simultânea das duas espécies. Esses autores atribuíram a maior produtividade de milho ao maior número de população de plantas e maior número de espigas por planta. Freitas et al. (2005) alegaram que o vigor do desenvolvimento do capim poderia ser prejudicial para o desenvolvimento inicial do milho, destacando a necessidade de aplicação de herbicidas, que atrasem o desenvolvimento do capim.

Crusciol et al. (2013) abordaram a questão da escolha do híbrido de milho, quando a semeadura do grão é feita simultaneamente com capim. Esses autores, após experimento comparando sistemas de monocultivo de milho integrados com Marandu, concluíram que a produção de grãos e de massa seca do capim foram prejudicadas quando a integração foi realizada com um híbrido tardio (Pioneer 30F90, que atinge maturidade fisiológica aos 144 dias). Desse modo, o maior tempo para a colheita do milho demonstrou também maior tempo de competição entre as duas culturas.

Borghi et al. (2013), ao avaliarem a produção da braquiária semeada na linha e entrelinha do milho, identificaram que a produção do capim não foi prejudicada por esse tipo de semeadura, sendo inclusive, uma importante técnica para o controle de plantas invasoras na área produtiva.

2.4 ASPECTOS ECONÔMICOS ENVOLVIDOS EM SISTEMAS ILP

Os principais benefícios citados em relação aos sistemas integrados são a economia de escopo e a diversificação (RUSSELLE et al., 2007; HENDRICKSON et al., 2008; WILKINS, 2008; RYSCHAWY et al., 2012; GAMEIRO et al., 2016).

2.4.1 Economia de Escopo

Na teoria econômica, os possíveis ganhos econômicos, obtidos por meio da diversificação dos sistemas de produção, são justificados pela economia de escopo. A economia de escopo ocorre quando o custo de produção de dois produtos, em um mesmo sistema de produção, é menor do que se os mesmos produtos fossem produzidos separadamente. Ou seja, trata-se da economia obtida em razão do escopo da firma.

O custo de produção dos produtos hipotéticos a e b em uma firma multiproduto -que se assemelha a um sistema de produção agropecuária diversificado - poderia ser representado por:

$$C(a, b)$$

No caso dos mesmos produtos hipotéticos serem produzidos separadamente, em sistemas de produção especializados, teríamos as seguintes representações, para o custo de produção do produto a e b , respectivamente:

$$C(a, 0) ; C(0, b)$$

Logo, a economia de escopo poderia ser representada por (PANZAR; WILLIG, 1975):

$$C(a, b) < C(a, 0) + C(0, b)$$

Extrapolando a questão conceitual, é importante que as origens da economia de escopo sejam investigadas, possibilitando a compreensão da redução de custos em sistemas integrados.

Autores investigaram as razões que levam à economia em firmas multiproduto. Panzar e Willig (1981) citaram os insumos compartilháveis como a origem da economia de escopo. Para esses autores, os insumos compartilháveis são fatores de produção que podem ser

utilizados – pelo menos em parte – para a produção de mais de um produto dentro da mesma firma. Como exemplo desses insumos, os autores citam elementos responsáveis pela capacidade produtiva (como geradores de energia), equipamentos indivisíveis (como as edificações), capital humano, e, na produção animal, citam as ovelhas, como sendo matrizes capazes de gerar mais de um produto de interesse comercial (carne e lã).

Nos sistemas integrados, o primeiro insumo compartilhado que se pode imaginar é a terra. Além dessa, é possível pensar em fertilizantes químicos, já que a maioria das recomendações técnicas, não preconizam o aumento nas quantidades de adubos, por exemplo, fornecidas para as culturas nos sistemas integrados, em comparação ao sistemas especializados.

Baumol, Panzar e Willig (1982) acrescentaram, além dos insumos compartilháveis, os custos fixos como uma fonte da economia de escopo. Os autores argumentaram que os custos fixos existentes para a produção de um determinado produto podem ser “diluídos” com a possibilidade de utilização da mesma estrutura operacional, para a produção de demais produtos relacionados. Mais uma vez, é possível citar a terra como uma potencial fonte para a economia de escopo, já que custos com depreciação e custo oportunidade da terra englobariam custos fixos que podem ser “divididos” entre as culturas integradas. Além da terra, máquinas e implementos agrícolas, bem como edificações (galpões de máquinas e silos) geram custos fixos que podem ser diluídos.

Para Gorman (1985), a economia de escopo poderia ser explicada por dois fatores, os mesmos já anteriormente citados por Baumol, Panzar e Willig (1982). O primeiro seria o que chamaram de “custos locais”, que em uma empresa multiproduto, se complementam, possibilitando que o aumento na produção de um determinado produto, que reduza o custo marginal de outros produtos. Tais custos locais se assemelham aos “insumos compartilháveis”, já citados por Panzar e Willig (1981). O segundo seria a presença dos custos fixos. A contribuição, no entanto, de Gorman (1985) foi demonstrar que os dois fatores não precisam acontecer juntos para que a economia de escopo seja originada. O autor afirma que a presença de custos fixos pode compensar a inexistência de custos locais compartilháveis.

Leathers (1992), a partir de estudo empírico em diversos delineamentos de sistemas que integram mais de uma cultura, contribuiu significativamente ao introduzir a ideia de horizonte temporal para a interpretação das fontes da economia de escopo. Como na economia, os custos fixos só existem a curto prazo; o compartilhamento de desse tipo de custo, portanto, só faz sentido em um horizonte temporal curto. A longo prazo, defendeu o autor, são as complementariedades tecnológicas, que podem explicar a economia de escopo. Como exemplos de complementariedade tecnológica, é possível citar as máquinas agrícolas,

implementos e edificações, que podem ser utilizados para manejos de todas as culturas que estiverem integradas em um mesmo ambiente produtivo.

Teece (1980) defendeu como fonte para o surgimento na economia de escopo a possibilidade de reduzir custos de transação entre insumos necessários para a produção. A contribuição do autor, no entanto, é mais teórica, visto que o autor buscou contribuir com a ideia de que os conceitos de “escopo da firma” e “economia de escopo” não precisam, necessariamente, estar juntos. Ou seja, de acordo com o autor, seria possível explorar a transação entre mercados e se beneficiar pela economia de escopo, mesmo não sendo a empresa multiproduto. Para exemplificar o que Teece (1980) afirmou em seu artigo, sugere-se o exemplo de uma propriedade especializada na produção de milho grão, durante uma safra por ano. Para que a terra não fique inutilizada, após a colheita do grão, a terra poderia ser arrendada para outro produtor rural, especializado em outro tipo de cultura. Nesse caso não se trata de um sistema de produção produzindo dois produtos (firma multiprodutos), mas sim cada sistema especializado compartilhando de uma estrutura única, o que acarretaria na redução de custos. Em outras palavras, seria possível explorar os benefícios da economia de escopo, ainda que as duas firmas sejam especializadas em um só produto.

A construção do arcabouço teórico acerca das origens da economia de escopo faz-se importante para que inferências sejam realizadas, ao se comparar economicamente os resultados entre sistemas especializados e sistemas diversificados, tal como objetiva esse trabalho.

2.4.2 Diversificação

Diversificar é aproveitar a capacidade ociosa das empresas na busca de potencializar seu crescimento. Tal ação pode significar a redução de risco, pela menor variabilidade da produtividade entre anos e pelo aumento na produtividade ou redução dos custos unitários de produção (HELMERS et al., 2001).

Ao final de um ciclo produtivo, sistemas integrados apresentam mais de um produto a ser oferecido para o mercado o que pode colaborar com a manutenção da renda do produtor rural, frente à oscilações de preços, o que é muito comum no mercado de commodities. Ademais, as vantagens ambientais em sistemas ILP, já citadas nesse texto, resultam no equilíbrio dos ecossistemas produtivos, o que, por consequência, indicam maior constância em relação à produtividade de culturas.

A correlação entre os retornos dos produtos pode ser indicativo da eficácia da diversificação sobre a redução do risco. Em casos de correlações positivas, como acontece entre culturas de grãos, que necessitam de condições climáticas semelhantes, utilizam recursos

parecidos e estão sujeitas a fatores de mercado similares, não é esperado que a diversificação seja uma garantia de redução de riscos (MARTHA JÚNIOR et al., 2011). O ideal na busca de diferentes culturas para integração, portanto, é que os retornos estejam correlacionados de forma fraca. Barry et al. (2000) apontaram correlação negativa entre os possíveis retornos com a soja e com o ciclo de engorda da pecuária, o que significa que a integração dessas duas atividades seria eficiente na tentativa de reduzir riscos na empresa rural.

É importante ressaltar que a diversificação não é obtida apenas quando as culturas integram o mesmo espaço produtivo. Esse benefício econômico seria atingido também no caso de duas culturas serem produzidas pela mesma empresa rural só que em áreas produtivas geograficamente distintas. Nesse caso, embora o benefício econômico pudesse ser atingido por meio da diversificação, não seria possível tangenciar os benefícios ambientais obtidos nos sistemas ILP.

2.5 CONCEITOS ECONÔMICOS RELEVANTES E SUAS IMPLICAÇÕES NA AGROPECUÁRIA

2.5.1 Custo de produção

Economia é a ciência que se dedica ao estudo da alocação de recursos, na sociedade, partindo do pressuposto de que os homens apresentam desejos infinitos. Entretanto, os recursos, que são os fatores de produção – didaticamente classificados como terra, capital e trabalho – para a satisfação dos desejos e necessidades, são, por sua vez, limitados. Desse modo, custo é a remuneração dos fatores de produção.

Na Economia Clássica, o custo de produção é objetivamente definido como valor de troca. Para a melhor compreensão do que foi considerado como custo de produção, segundo essa teoria, é frequente a citação da obra clássica de Adam Smith (1776) *The Wealth of Nations*: “[...] Se, em uma nação de caçadores [...] matar um castor geralmente custa o dobro do trabalho de matar um cervo, é natural que um castor deva ser trocado por ou ter o valor de dois cervos”. Nesse exemplo, o fator de produção utilizado foi o trabalho, partindo-se do pressuposto que os bens produzidos – cervo e castor – eram ilimitados. Além disso, outra fonte de crítica pra a teoria clássica do custo de produção, é o fato de ela desconsiderar o fator demanda sobre o valor da troca.

A Economia Neoclássica, norteadada por autores como William Jevons, Karl Menger e Leon Walras, defende que o valor de troca de bens produzidos seria explicado pela utilidade marginal (“custo para produzir uma unidade adicional de um produto/serviço”), levando sempre

em consideração a demanda. Assim, o valor de troca de um bem ou serviço não seria baseado em termos absolutos de custos, mas sim em avaliações dos resultados de quantidades adicionais (margem) para cada bem ou serviço produzido a mais. Na tentativa de exemplificar o custo marginal, em sistemas de produção agropecuários, Rushton (2009), cita:

Pig farmers making rational decisions on how much time they need to spend on estrus detection will compare the incremental amounts of time versus the extra benefits they produce (Rushton, 2009, p. 14).

No entanto, a subjetividade atribuída ao conceito de custo marginal foi um ponto desafiador para a definição do custo de produção, segundo essa corrente teórica.

Na tentativa de reduzir a subjetividade ao tratar dos custos de produção, surge o conceito “Custo de oportunidade”. De acordo com a teoria, originada pela Escola de Viena, o custo de produção de uma unidade de determinado produto ou serviço é o custo de ter produzido um produto ou serviço alternativo, caso fossem utilizados os mesmos insumos racionalmente. Ou seja, o custo de produção seria mensurado pelo sacrifício de se renunciar à segunda melhor alternativa, depois da que foi escolhida. Rushton (2009), cita o seguinte trecho, para exemplificar o custo oportunidade em sistemas de produção agropecuários:

In very simple terms if farmers have two livestock markets in their area that are run on the same day, they must decide which market will provide the best inputs or livestock for their farm. This requires sacrificing being able to buy the inputs and livestock that will be available at the market that they do not go to (Rushton, 2009, p. 14).

O custo de produção é, portanto, uma ferramenta, sinalizadora para a tomada de decisão em uma firma. Nas empresas rurais, o controle dos custos de produção são indispensáveis, já que o produtor rural, na maioria das vezes, não controla o preço do produto que vende, sendo necessário, portanto, a administração de variáveis que estão sob seu controle (RAINERI, ROJAS, GAMEIRO, 2015).

Embora a importância dos custos de produção seja facilmente observada, não é trivial sua realização, na prática agropecuária. Algumas razões para isso são elencadas: a) Os conceito de fatores de produção podem não ser exatamente claros, para um produtor rural, em um sistema de produção. Como exemplo, muitas vezes o produtor pode não considerar a remuneração do seu trabalho e, o que é ainda mais grave, do ponto de vista gerencial, misturar finanças pessoais com as da empresa; b) Confusão em relação ao que é o custo para fins fiscais e para fins gerenciais. Aqui pode-se citar a questão da existência de custos explícitos – os únicos considerados pela contabilidade – e custos implícitos, que além dos primeiros, são considerados

para fins gerenciais; c) Subjetividade nos métodos de cálculo do custo de produção, uma vez que não existe uma fórmula exata para esse cálculo. O método de custeamento (que define quais gastos devem fazer parte do custo) e a forma de custeio (que define qual moeda deve ser utilizada para a remuneração dos fatores de produção), por exemplo, podem não ser os mesmos, quando sistemas de produção são comparados.

2.5.2 Classificação dos custos de produção

Os custos de produção podem ser classificados de acordo com dois referencias. O primeiro é o do objeto de custo, que é o elemento do qual se deseja obter o custo. Nesse caso, os custos podem ser diretos ou indiretos. No caso de um sistema de produção de leite, caso o objeto de custo seja a vaca (custo de produção por vaca ordenhada), os brincos de identificação, utilizados nos animais, seriam um claro exemplo de custos diretos. Na mesma situação, o alimento, no caso de não se saber, exatamente, a quantidade consumida por cada animal, seria computada como um custo indireto. É importante ressaltar, portanto, que a classificação dos custos pode ser alterada, no caso de mudança do objeto a ser custeado.

O segundo referencial é o volume de produção. Nesse caso os custos seriam classificados como fixos ou variáveis. Os custos variáveis variam de acordo com o volume produzido. Os custos fixos são os custos necessários para manter um nível mínimo de atividade operacional, ou seja, os custos fixos serão sempre iguais, independentemente do volume produzido. Importante questão relacionada aos custos indiretos e fixos é a obrigatoriedade de um método de rateio para que eles sejam objetivamente atribuídos aos produtos ou serviços. Bomfim e Passarelli (2011) concluíram que por mais que se tente ser objetivo quanto ao critério adotado para o rateio de um custo, sempre haverá arbitrariedade nessa decisão, o que pode distorcer resultados de custo final de um produto, dificultando decisões gerenciais.

Ainda, podem existir custos semivariáveis – que são os que apresentam relação com a quantidade produzida/vendida, mas não na proporção direta – e custos semifixos. É importante a ressalva de que o tempo é fundamental para esse tipo de classificação, uma vez que a longo prazo, na economia, todos os custos são variáveis.

A determinação de como os custos serão classificados é, portanto, relevante em um sistema de produção. No caso de sistemas monocultivo, onde apenas um produto é originado ao final de um ciclo de produção, é mais simples relacionar os custos ao produto produzido, do que quando se trata de um sistema de produção integrado, onde mais de um produto é originado, no mesmo sistema de produção. No caso dos sistemas integrados, obrigatoriamente, faz-se necessário a escolha de um método de rateio para os custos fixos.

2.5.3 Métodos de custeio

Método de custeio é a escolha dos custos que vão compor o custo total de produção. Os métodos de custeio mais citados são: custeio variável, custeio direto e custeio por absorção.

No método de custeio variável, apenas os custos variáveis são atribuídos ao produto/serviço final. Trata-se de um método simples por não implicar em rateios – necessários para os custos fixos – que permite tomada de decisões a curto prazo. O método de custeio direto refere-se à atribuição apenas de custos diretos a um processo produtivo, o que confere a esse método a simplicidade do método anteriormente citado, visto que não é preciso arbitrar um método de rateio para os custos indiretos.

O método de custeio por absorção consiste na apropriação de todos os custos (variáveis, fixos, diretos ou indiretos) relativos à produção para a composição do custo final do produto/serviço. Eyerkauffer et al. (2007) afirmaram que a escolha de um método de custeio mais completo, como é o custeio por absorção, faz com que administradores consigam compreender com mais exatidão o custo total de produção da propriedade rural, permitindo tomadas de decisão mais pontuais em relação a todos os fatores de produção utilizados.

2.5.4 Teoria da produção

A Teoria da Produção relaciona os fatores de produção e a oferta dos produtos. As firmas são as responsáveis pelo processo de transformação, cabendo a elas, assim, a escolha de como combinar fatores de produção e tecnologias para atender para que seus produtos e serviços possam ser ofertados. Assim, a combinação de fatores de produção, que resultam em uma oferta pode ser representada pela Equação 1:

$$Q = f(L, K, T) \quad (1)$$

Em que:

Q = Quantidade total produzida por unidade de tempo, para cada combinação específica de fatores;

L = Quantidade do fator de produção “mão de obra” utilizado por unidade de tempo;

K = Quantidade do fator de produção “capital” utilizado por unidade de tempo;

T = Quantidade do fator de produção “terra” utilizado por unidade de tempo.

Como citado por Rushton (2009), o ambiente de produção agropecuária é um ambiente complexo, que pode envolver mais de uma atividade, dificultando o processo de escolha de quais fatores de produção utilizar, quais produtos produzir e qual objetivo atingir.

Logo, é possível a conclusão prévia de que, quanto mais diversificado um sistema de produção, maior será o nível organizacional exigido dentro da propriedade rural, afim de que se decida qual o objetivo a ser atingido e, para tanto, quais fatores de produção utilizar e como esses devem ser remunerados.

2.5.5 Análise de investimento

O estudo de viabilidade consiste em compilar informações de natureza quantitativa e qualitativa em um projeto, visando analisar fatores de produção necessários para que um investimento futuro seja realizado, a partir de determinado objetivo que a empresa deseje alcançar.

O método mais utilizado para avaliação da viabilidade econômica de projetos agropecuários é o fluxo de caixa (BORDEUX-RÊGO et al., 2008). Tal método consiste em elencar entradas (receitas) e saídas (despesas), ao longo de um horizonte temporal. Esquemáticamente, um fluxo de caixa pode ser representado a partir de uma linha horizontal, da qual setas projetadas para cima referem-se às entradas monetárias no caixa e setas para baixo indicam as saídas ou aplicação de caixa.

O fluxo de caixa pode ser classificado como “convencional” e “não-convencional”, baseado na dinâmica de entradas e saídas de caixa. No fluxo de caixa convencional ocorre uma única saída de caixa (investimento), no período zero, seguida por entradas, ao longo do horizonte temporal considerado (Figura 3). Já o fluxo de caixa não convencional é caracterizado por um investimento inicial (saída) e uma sequência de entradas e saídas, de maneira não uniforme (BARBIERI et al., 2007; BORDEUX-RÊGO et al., 2008), tal como demonstrado na Figura 4.

Figura 3 - Fluxo de caixa convencional

Autoria própria.

Figura 4 - Fluxo de caixa não convencional

Autoria própria.

Após a construção do fluxo de caixa, as ferramentas que auxiliam na tomada de decisão sobre um investimento são os indicadores de viabilidade, que permitem conclusões acerca dos resultados obtidos pela metodologia do fluxo de caixa. Os indicadores de mais utilizados em análises financeiras de projeto agropecuários são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback* Simples.

- Valor presente Líquido (VPL)

Trata-se da somatória de todos os fluxos de caixa obtidos no horizonte temporal determinado, corrigidos do efeito do tempo, para um único momento, que, geralmente, é o tempo zero. Para tanto é utilizada a equação:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Em que:

FC_t = Fluxo de caixa líquido no tempo t ;

r = Taxa de desconto a ser definida pela empresa;

t = Tempo considerado na análise.

Para a atualização dos valores, possibilitando a comparação desses, em um mesmo tempo, é preciso, previamente, determinar uma taxa de desconto.

A condição de VPL positivo significa que a soma de todas as entradas de caixa descontadas – utilizando determinada taxa de desconto - para o tempo zero do projeto, é maior do que as saídas de caixa, igualmente descontadas (utilizando a mesma taxa de desconto), o que tornaria o projeto viável. O VPL negativo é indicativo de que o projeto não é viável.

Por utilizar o valor do dinheiro no tempo, o VPL pode ser considerado uma técnica sofisticada de análise de orçamentos de capital. Entretanto, é preciso considerar que o VPL obtido e, portanto, a interpretação em relação ao projeto, dependerá do horizonte temporal determinado para a análise e da taxa de desconto arbitrada.

- Taxa interna de retorno (TIR)

A TIR é a taxa de desconto que fará com que o VPL de um investimento se iguale a zero. É, portanto, a taxa de juros que possibilita remuneração do investimento realizado no projeto, igualando entradas e saídas a valor presente. Para que o projeto seja considerado viável, é preciso que a TIR seja comparada a uma taxa mínima de atratividade (TMA), que é a taxa de desconto que representa o mínimo de retorno que o administrador exige de um investimento, baseado em demais projetos semelhantes e nos riscos envolvidos no investimento. Desse modo, um projeto é considerado economicamente viável quando a TIR é superior à TMA elencada para o projeto em questão.

Barbieri et al. (2007) ressaltam que, em caso de projetos que apresentem fluxo de caixa não convencional, a interpretação acerca desse indicador pode ficar prejudicada. O cálculo da taxa interna de retorno é fundamentado em uma raiz, ou no “zero” como reposta de um polinômio de grau n . Desse modo, com as variações de sinais - representadas por entradas e saídas que se alternam, ao longo do período estabelecido para o projeto - o cálculo resultará em múltiplas taxas de internas de retorno. Entre as múltiplas respostas, a escolha da TIR que representa o projeto deve ser baseada na taxa interna de retorno de projetos semelhantes.

- *PayBack* simples

Indicador do tempo necessário para que a soma dos resultados econômicos, ao longo do período estabelecido para o projeto, se iguale o investimento inicial. Ainda, o *PayBack* pode ser compreendido pelo número de períodos necessário para o fluxo de caixa acumulado se torne positivo. Trata-se de um indicador de fácil compreensão, possibilitando rápidas comparações com projetos semelhantes.

A crítica em relação a esse indicador é que ele não considera o valor do dinheiro no tempo (BORDEAUX-REGO et al., 2008), sendo, portanto, uma medida pontual para a tomada de decisão e para comparação de projetos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração desta dissertação ocorreu em quatro etapas. A primeira foi a implantação e condução de experimento de campo, doravante denominado como “projeto-base”, que possibilitou a elaboração do banco de dados utilizado nas etapas seguintes. A segunda etapa consistiu na avaliação econômica de custos variáveis, por hectare, dos tratamentos experimentais. Em seguida, os dados experimentais foram extrapolados, com o objetivo de obter os custos totais de produção e margens (preço recebido pela unidade produzida menos custo total unitário) de sistemas de produção que replicassem os manejos e tecnologias utilizadas no projeto base. Na quarta etapa, foi realizada a análise de viabilidade econômica dos sistemas de produção.

3.1 ETAPA 1

O projeto intitulado “Impacto ambiental, produtividade e viabilidade econômica de sistemas de monocultivo e integrado de lavoura pecuária” – que será denominado, ao longo desse texto, como “projeto-base” – foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Processo Nº 2014/24514-6) ao longo de dois anos (dezembro de 2015 a dezembro de 2017).

Esta dissertação é parte do referido projeto, que foi desenvolvido no Centro de Pesquisa em Bovinos de Corte, Instituto de Zootecnia, pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, localizado em Sertãozinho, interior do estado de São Paulo (21°08' S, 47°59' W).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, havendo seis tratamentos:

- ✓ **Tratamento 1:** Monocultivo de milho grão;
- ✓ **Tratamento 2:** Monocultivo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu;
- ✓ **Tratamento 3:** Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, semeados simultaneamente;
- ✓ **Tratamento 4:** Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, semeados simultaneamente, com aplicação de herbicida;
- ✓ **Tratamento 5:** Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, tendo sido o capim semeado na adubação de cobertura do milho;

- ✓ **Tratamento 6:** Integração entre milho e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, semeados simultaneamente, com aplicação de herbicida. O capim foi semeado na linha e entrelinha do milho.

Assim, ao longo desta dissertação, os termos lavoura, pecuária e lavoura-pecuária referem-se à produção apenas de milho grão, apenas de bovinos de corte e produção de milho grão mais bovinos de corte, respectivamente.

Embora tenham sido dois anos de coleta de dados, na etapa 2 e 3 desta dissertação, apenas os dados do primeiro ano são apresentados. Os dados do segundo ano foram considerados no momento da construção dos fluxos de caixa, na etapa 4.

O Tratamento 1 teve como objetivo a produção de grãos na safra 2015/2016 e 2016/2017. No Tratamento 2, o objetivo foi a engorda de bovinos de corte, nos dois anos experimentais. Nos demais tratamentos, o objetivo foi a produção de milho grão na primeira safra (2015/2016) e produção animal, até o final do período experimental.

Todos os tratamentos experimentais foram implantados em sistema de plantio direto, em dezembro de 2015. A área destinada para cada tratamento experimental foi de 0,89 hectares. Assim, o projeto base contou com uma área experimental total de 16,02 hectares (seis tratamentos e três blocos, totalizando 18 parcelas experimentais). Descrições mais detalhadas acerca do projeto-base, assim como fotos, podem ser encontradas no Apêndice A.

3.2 ETAPA 2

A perspectiva teórica para elaboração dessa análise foi a Teoria Econômica, mais especificamente a Teoria dos Custos.

Os itens considerados para o cálculo dos custos variáveis foram: sementes, adubos, herbicidas, inseticidas, diesel, colheita do grão, compra de animais, sal mineral e medicamentos. O objeto de custo definido para essa etapa foi a área, sendo, portanto os custos demonstrados em reais por hectare. A base de dados para obtenção de preços dos fatores de produção foi o Instituto de Economia Agrícola (IEA), considerando uma série histórica de 10 anos (julho de 2007 a agosto de 2017). Preços não encontrados nessa base de dados foram pesquisados em casas agropecuárias da região de Sertãozinho. Todos os preços das séries foram corrigidos do efeito da inflação para o mês de agosto de 2017, utilizando o Índice Geral de Preços (IGPDI – DI/FGV).

O software Microsoft Excel® foi utilizado para a construção das planilhas.

3.3 ETAPA 3

Nesta etapa foram calculados os custos totais de produção. Para tanto, os tratamentos experimentais passam a ser denominados de “sistemas”, identificados como S1, S2, S3, S4, S5 e S6, em alusão à sistemas comerciais de produção agropecuária. Com o objetivo de calcular os custos totais de sistemas de produção que representassem os manejos e tecnologias utilizados no projeto base, o desafio inicial desta etapa foi a definição do tamanho de uma propriedade representativa. Arbitrariamente, após consulta a pesquisadores, técnicos e produtores do estado de São Paulo, foi determinado que a decisão acerca do tamanho da propriedade representativa seria baseada na posse de um trator similar ao que foi utilizado no projeto base (de potência igual 100 cv), uma vez que essa escala estaria de acordo com número significativo de propriedades da região. Isso porque tal máquina é o fator de produção essencial para que um sistema de produção - vegetal ou animal - seja implantado e conduzido.

No Censo Agropecuário de 2006, foram encontrados dados do número de tratores existentes estabelecimentos agropecuários do Estado de São Paulo, por grupos de áreas de lavouras (menos de 2 até 5 hectares; 5 a menos de 10 hectares; 10 a menos que 20 hectares; 50 a menos que 100 hectares e 100 a menos que 200 hectares). Foi possível identificar que, no município de Sertãozinho, os estabelecimentos que possuem maior número de tratores com potência acima de 100 cv, foram estabelecimentos com área de lavoura entre 50 e 100 hectares. Assim, justifica-se a tomada de decisão por uma área representativa de 75 hectares, para que os dados experimentais fossem extrapolados.

Os custos variáveis, obtidos por hectare, na etapa anterior, foram então extrapolados considerando cada sistema como uma propriedade independente de 75 hectares. Após a extrapolação, os custos variáveis foram acrescidos dos custos fixos, resultando no custo total de produção (método de custeio por absorção). Cabe aqui a ressalva de que os custos fixos existentes no projeto-base superestimariam o custo total de produção, caso fossem considerados para a área experimental, devido à sua dimensão diminuta.

Os custos fixos considerados foram: depreciação do imobilizado físico, mão de obra, custo oportunidade do capital imobilizado e custo oportunidade da terra.

Para o cálculo da depreciação, foi elaborado o inventário de máquinas, implementos e benfeitorias de cada sistema comercial, com informações de valor inicial, vida útil e valor residual de cada fator de produção (Trator 125 cv, roçadeira, carreta tanque, pulverizador, plantadeira, cultivador tipo adubador, tronco de contenção, balança, cercas, bebedouros, entre

outros), que pode ser consultado no Apêndice B. O método linear foi utilizado para o cálculo da depreciação.

O Instituto de Economia Agrícola (IEA) foi a fonte dos dados para o cálculo do custo com mão de obra. No sistema S1, bem como nos sistemas integrados (S3, S4, S5 e S6) foram considerados três funcionários, enquanto no S2 foram considerados apenas dois funcionários. O número de funcionários foi arbitrado com base nos manejos demandados por tratamento experimental, pautado da experiência ao longo do projeto-base. No Apêndice C é apresentado o inventário do pessoal.

Para o cálculo do custo oportunidade do capital imobilizado, procedeu-se com o somatório do valor inicial corrigido de todos os bens de produção listados do inventário, multiplicado pela taxa de juros de 0,5% ao mês, elevado pelo período de 12 meses.

Como custo oportunidade da terra foi considerado o valor do arrendamento para atividade da cana-de-açúcar, segundo o Instituto de Economia Agrícola (IEA). A cultura da cana foi eleita por ser a mais expressiva no município de Sertãozinho e região.

Após o cálculo do custo total de produção, o custo total unitário, por produto (R\$/saca ou R\$/arroba) foi calculado. Para tanto, o critério adotado para o rateio dos custos fixos entre a lavoura e a pecuária foi o de quilogramas produzidos, para os dois produtos (milho e boi). Ainda, o resultados subsequentes ao custo total de produção são apresentados apenas para três sistemas: S1 (representando o monocultivo da lavoura), S2 (representando o monocultivo da pecuária) e S6 (representando a interação lavoura-pecuária), com o objetivo de focar a discussão dos resultados na questão central da dissertação: monocultivo *versus* interação lavoura-pecuária. A escolha do S6 para representar os sistemas integrados foi arbitrária.

As margens econômicas da lavoura e da pecuária foram calculadas pela diferença entre o preço recebido pela unidade produzida (saca 60kg para o milho grão e @ para o boi gordo) e custo total unitário. Os cenários propostos para o cálculo dessas margens foram de preços mínimos, médios e máximos tanto para a saca de milho, quanto para a arroba do boi.

O software Microsoft Excel® foi utilizado para a construção das planilhas de custos totais.

Sendo o delineamento experimental do projeto base composto por 6 tratamentos e 3 blocos, o teste de Tukey, considerando 1% de significância, foi realizado para a comparação dos custos totais de produção, entre os sistemas.

3.4 ETAPA 4

O método para avaliação de viabilidade econômica dos sistemas foi o Fluxo de Caixa, sendo o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *PayBack* os indicadores utilizados para a tomada de decisão.

Os fluxos de caixa dos sistemas foram projetados para 10 anos. As saídas de caixa no ano zero foram representadas pelos investimentos necessários para a implantação e condução de cada sistema experimental (máquinas e implementos, por exemplo).

A partir do primeiro ano, as saídas se referem ao custeio da lavoura e/ou pecuária. As entradas foram representadas pela receita com a venda de milho grão e/ou boi (quantidades produzidas foram multiplicadas pelo preço médio histórico deflacionado). No S1, foi estimado que as produtividades do primeiro e segundo ano experimental se repetiram, sucessivamente, até o décimo ano, para que fosse possível o cálculo das receitas. Para a estimativa de receita no S2, foi considerado que os resultados do segundo ano experimental se repetiriam, ao longo dos dez anos propostos para análise do fluxo de caixa (o primeiro ano experimental não foi considerado já que a produção animal nesse ano foi subestimada, frente o potencial do sistema de produção, tendo em vista problemas estruturais do projeto base). No S6, para que as receitas fossem estimadas, foi considerado que o primeiro ano experimental se repetiria, ao longo dos dez anos de horizonte temporal.

Duas premissas foram consideradas para evitar distorções nos resultados dos fluxos de caixa: a) o custo da terra não foi considerado como um investimento; b) a vida útil considerada para todos os bens de capital foi 10 anos, sendo, portanto, ao final do período de análise, o valor residual desses itens igual a zero.

O software Microsoft Excel® foi utilizado para a construção da análise de investimento e para o cálculo dos indicadores. A taxa Selic (6,5%) foi utilizada como a taxa de desconto, para o cálculo do VPL. Os fluxos de caixa detalhados são apresentados no apêndice D.

4. RESULTADOS

4.1 ETAPA 1

Nesta etapa estão demonstrados os dados coletados durante a execução do projeto-base, necessários para que os objetivos desta dissertação fossem atingidos. Tais dados foram denominados “indicadores do projeto-base”.

Na Tabela 1 estão listados os indicadores de quantidades de insumos utilizados para implantação e condução dos tratamentos experimentais.

Tabela 1 - Insumos, quantidades utilizadas (por hectare), unidade e tratamentos experimentais em que foram aplicados

Insumos	Quantidade/ha	Unidade	Tratamento
Herbicidas preparo ¹			
Glifosato	5	l	Todos
2,4-D	2	l	Todos
Sementes			
Milho ²	1,2	sacos	Todos, exceto T2
Capim ³	5	sacos	Todos, exceto T1
Adubos			
Plantio ⁴	400	kg	Todos
Cobertura ⁵	400	kg	Todos, exceto T2
Cobertura ⁶	200	kg	Todos, exceto T1
Tratamento semente milho			
Aminoagro (raiz)	71	ml	Todos, exceto T2
Cruizer®	263	ml	Todos, exceto T2
Inseticidas			
Ampligo	400	ml	Todos, exceto T2
Match®	900	ml	Todos, exceto T2
Methomex	2	l	Todos, exceto T2
Outros herbicidas			
Atrazina	2	kg	Todos, exceto T2
AD +	180	ml	Todos, exceto T2
Nicosulfuron	200	ml	T4 e T6

¹Herbicidas utilizados para preparo do solo, antes da implantação dos tratamentos experimentais.

²Pionner (2830H). Saco de 60 quilogramas.

³*Brachiaria brizantha* cv. Marandu (76% VC). Saco de 20 quilogramas.

⁴Fórmula química 08-28-16, aplicada no momento da semeadura.

⁵Fórmula química 20-00-20. Aplicação após semeadura.

⁶Fórmula química: 20-05-20. Aplicação realizada após a colheita do milho, para manutenção da pastagem.

Na tabela 2 está listado o tempo, por operação agrícola e o tempo total de operações, por tratamento experimental, utilizando indicador do custo do diesel. Para o cálculo do custo com o combustível, foi considerado o consumo de 0,25 litros de diesel por minuto (CEPEA,

2002; FUNDAÇÃO ABC, 2016), uma vez que todas as operações foram realizadas por trator 125cv.

Tabela 2 - Tempo total (minutos), por operação, por tratamento experimental.

Operação	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Roçar (preparo)	40	40	40	40	40	40
Aplicação herbicidas ¹	40	40	40	40	40	40
Semeadura	30	45	30	30	30	45
Adubação Cobertura ²	35	-	35	35	35	35
Adubação Cobertura ³	-	10	10	10	10	10
Aplicação herbicidas/inseticidas	60	-	60	60	60	60
Roçar (manutenção)		20	20	20	20	20
Tempo total ¹	205	155	235	260	235	275

¹ Herbicidas para preparo do solo.

² Adubação de cobertura após o milho.

³ Adubação de cobertura para manutenção da pastagem.

Na tabela 3 encontram-se os indicadores da lavoura, representados pela quantidade de sacas de milho grão produzidas, por hectare, por tratamento experimental.

Tabela 3 - Indicadores da lavoura: Produção de grãos de milho¹ (sacas por hectare), por tratamento experimental, na safra 2015/2016.

Safra	Unidade	T1	T3	T4	T5	T6
15/16	Sc. 60kg	199,53	183,00	201,00	190,17	197,67

¹Grãos com 13% de umidade.

Os indicadores da pecuária estão apresentados na tabela 4. Pode ser observado que no T2 foi possível maior lotação animal, em comparação aos demais tratamentos. A taxa de lotação foi ajustada de acordo com a oferta de forragem de cada tratamento, estabelecida em amostragem prévia. Nos tratamentos 3, 4, 5 e 6 já era esperado que a oferta de forragem fosse menor, em relação ao T2, uma vez que a cultura do milho e o pasto competiram por água e nutrientes. Desse modo, o pasto nos tratamentos que representaram a integração lavoura-pecuária, levou maior tempo para se estabelecer, permitindo, portanto, menor número de animais no primeiro ano experimental, em comparação ao T2.

O peso no início do ciclo de produção pecuária foi um dado relevante, por ter sido utilizado para a estimativa do custo de compra de animais. Em todos os tratamentos experimentais, o período de pastejo foi de 50 dias, tendo sido a altura o critério para a retirada dos animais dos piquetes experimentais, afim de não prejudicar a rebrota do capim. O peso dos animais foi aferido, ao final desse período, com o objetivo de estimar a produtividade da pecuária.

Tabela 4 - Indicadores da pecuária: lotação, peso médio inicial, dias de pastejo, peso médio final e produtividade, por tratamento experimental

Indicador	Unidade	T2	T3	T4	T5	T6
Lotação	animais/ha	3	2	2	2	2
Média peso inicial	kg	420	417	395	412	403
Duração	dias	50	50	50	50	50
Média peso final	kg	460	497	436	457	452
Produtividade ¹	@/ha	46,02	33,13	29,07	30,5	30,12

¹Foi considerado 50% de rendimento de carcaça.

4.2 ETAPA 2

Na tabela 5 são apresentados os custos variáveis (R\$/hectare) para todos os tratamentos experimentais.

Os custos com aquisição de herbicidas de preparo (R\$ 155,04) e adubo de plantio (R\$ 720,00) foram iguais, para todos os tratamentos, visto que foi utilizada a mesma quantidade desses insumos, em todos os tratamentos experimentais. O custo com a aquisição de sementes foi maior nos tratamentos 3, 4, 5 e 6 (R\$ 796,20) pela necessidade de aquisição dos dois tipos de sementes (milho e capim).

No T1, a adubação de cobertura (400 kg/hectare) ocorreu após a semeadura, com o objetivo de atender as necessidade nutricionais das cultura do milho, segundo recomendações técnicas. No tratamento 2, a adubação de cobertura (200 kg/hectare) ocorreu após o pastejo animal, com o objetivo da manutenção da pastagem. Nos tratamentos 3, 4, 5 e 6 a adubação de cobertura ocorreu em dois momentos, sendo o primeiro após a semeadura do milho (400 kg/hectare) e o segundo após o pastejo animal (200kg/hectare), resultando em maior custo com esse item (R\$ 1.020,15), quando comparados a T1 e T2. O custo com tratamentos de sementes (R\$ 47,22) e inseticidas (R\$ 243,41) foi igual para todos os tratamentos experimentais. Esses custos, no entanto, não ocorreram no T2, já que tais insumos foram necessários apenas para a cultura do milho. O custo com o outros herbicidas foi superior (R\$ 33,22) no T4 e T6, em razão da aplicação do herbicida Nicosulfuron.

O T2 apresentou menor custo com diesel (R\$ 150,80), o que pode ser explicado pelo menor número de operações realizadas com máquinas agrícolas. Entre os tratamentos que representam a integração lavoura-pecuária, o número de operações realizadas foi o mesmo, diferindo em relação ao tempo demandado para cada operação. O tempo total de operações foi o mesmo no T3 e T5, resultando no mesmo custo com diesel (R\$ 228,60). No T4, o tempo total gasto com operações foi superior, se comparado ao T3 e T5, uma vez que o Nicosulfuron foi

aplicado. No T6, além da aplicação do Nicosulfuron, a semeadura demandou maior tempo (semeadura do capim na linha e entrelinha do milho), ocasionando, assim, maior custo com diesel (R\$ 267,50), quando comparado aos demais tratamentos.

Para a obtenção do custo referente à colheita do grão, foi calculado 8% do total da produção (em sacas), multiplicando-se esse valor pelo preço histórico deflacionado da saca do milho (R\$ 31,82). O maior custo com a colheita (R\$ 511,71) ocorreu no T4, devido à maior produção de sacas de milho grão.

Em relação à compra animal, o peso médio inicial dos animais foi multiplicado pelo preço do quilograma do boi magro, obtido dividindo o preço histórico deflacionado do boi magro (R\$ 1.570,53) por 360 kg (peso médio do boi magro no mercado). O T2 apresentou maior custo com esse item (R\$ 5.507,77), já que a lotação animal foi maior, em relação aos demais tratamentos. Os insumos “sal mineral” e “medicamentos/brincos” foram contabilizados, no projeto base, pelo número de dias em que os animais permaneceram em pastejo.

Tabela 5 - Custos variáveis (R\$/hectare) por tratamento experimental

Itens	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Herbicidas preparo	155,04	155,04	155,04	155,04	155,04	155,04
Sementes	737,00	59,20	796,20	796,20	796,20	796,20
Adubo de plantio	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00
Adubo de cobertura	600,00	420,15	1.020,15	1.020,15	1.020,15	1.020,15
Tratamento sementes	47,22	-	47,22	47,22	47,22	47,22
Inseticidas	243,41	-	243,41	243,41	243,41	243,41
Outros herbicidas	20,22	-	20,22	33,22	20,22	33,22
Diesel	199,42	150,80	228,60	252,90	228,60	267,50
Colheita do grão	506,62	-	465,88	511,71	483,71	501,53
Compra animais	-	5.507,77	3.642,80	3.445,00	3.601,30	3.516,25
Sal mineral	-	87,45	58,30	58,30	58,30	58,30
Medicamentos/brincos	-	30,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Total	3.228,93	7.130,41	7.417,82	7.303,15	7.394,15	7.378,82

4.3 ETAPA 3

O objetivo nesta etapa foi o cálculo do custo total de sistemas de produção que replicassem os manejos e tecnologias utilizados no projeto base. Para tanto, os custos variáveis apresentados na etapa anterior (R\$/hectare) foram extrapolados para a área previamente

definida (75 hectares), sendo acrescidos dos custos fixos. A partir dessa etapa, os tratamentos experimentais passam a ser identificados como sistemas (S1, S2, S3, S4, S5 e S6).

É relevante ressaltar duas questões para a análise dos resultados apresentados nesta etapa. Primeiro, visando a maior aproximação à realidade de um sistema produtivo comercial, a saca de milho grão e a arroba de boi foram os objetos de custo considerados. Segundo, a alocação pormenorizada dos custos nos sistemas integração lavoura-pecuária, foi necessária, afim de se definir o custo de cada uma das atividades do sistema integrado, separadamente. Exemplificando, os itens “herbicidas de preparo” e “adubo de plantio” foram insumos demandados tanto para a produção da lavoura como da pecuária. Logo, optou-se para que esses custos fossem divididos igualmente para as duas atividades.

A alocação proposta para os custos está descrita no Quadro 2.

Quadro 2 - Esquema de alocação dos custos de produção, na lavoura monocultivo, pecuária monocultivo e na integração lavoura-pecuária

Custos	Lavoura	Pecuária	Lavoura + Pecuária
Custos fixos (R\$)	1. Mão de obra; 2. Depreciação; 3. Renda dos fatores: 3.1 Custo oportunidade do capital imobilizado 3.2 Custo oportunidade da terra	1. Exaustão da pastagem: 1.1 Semente do capim; 1.2 Adubo plantio; 1.3 Herbicidas preparo; 1.4 Diesel (implantação); 2. Mão de obra; 3. Depreciação; 4. Renda dos fatores: 4.1 Custo oportunidade do capital imobilizado; 4.2 Custo oportunidade da terra.	1. Exaustão da pastagem: 1.1 Semente do capim; 1.2 Adubo plantio (1/2); 1.3 Herbicidas preparo (1/2); 1.4 Diesel (implantação pasto); 2. Mão de obra; 3. Depreciação; 4. Renda dos fatores: 4.1 Custo oportunidade do capital imobilizado; 4.2 Custo oportunidade da terra.
Custos variáveis (R\$/saca, R\$/@)	1. Custeio da safra de milho: 1.1 Semente do milho; 1.2 Adubo plantio; 1.3 Adubo cobertura; 1.4 Herbicidas preparo; 1.5 Demais herbicidas; 1.6 Tratamento da semente de milho; 1.7 Inseticidas; 1.8 Colheita grão; 1.9 Diesel.	1. Manejo pastagem: 1.1 Adubo cobertura; 1.2 Diesel (aplicação do adubo); 2. Produção animal: 2.1 Compra animais; 2.2 Sal mineral; 2.3 Medicamentos.	1. Custeio da safra de milho: 1.2 Semente do milho; 1.3 Adubo plantio (1/2); 1.4 Herbicida de preparo (1/2); 1.5 Adubo cobertura; 1.6 Demais herbicidas; 1.7 Tratamento da semente de milho; 1.8 Inseticidas; 1.9 Colheita grão; 1.10 Diesel (manejos milho); 2. Manejo pastagem: 2.1 Adubo cobertura; 2.2 Diesel (aplicação do adubo); 3. Produção animal: 3.1 Compra animais; 3.2 Sal mineral; 3.3 Medicamentos.

Na tabela 6 são apresentados os custos fixos para os sistemas 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Para o cálculo do custo com a exaustão da pastagem foi considerado o período de vida útil de 10 anos. Esse custo é menor nos sistemas 3, 4, 5 e 6, já que o custo com os “herbicidas de preparo” e “adubo de plantio” foram divididos com a cultura do milho.

O custo com depreciação difere entre os sistemas devido às particularidades em relação a máquinas e implementos. Chama-se atenção para a diferença observada em relação à depreciação no S1 e nos demais sistemas, que ocorreu, principalmente, pela estrutura física necessária para a condução da atividade pecuária (cerca fixa, bebedouros e curral de manejo). Além disso, é preciso considerar que a colheita do milho grão foi terceirizada, no projeto base, o que significa que a máquina agrícola utilizada para a colheita do grão, que, provavelmente, seria um item que impactaria o custo com depreciação no S1, não foi considerada. O custo oportunidade da terra foi o que mais impactou os custos fixos, em todos os sistemas de produção estudados.

Tabela 6 - Itens que compõe o custo fixo total (R\$), por sistema

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
A. Pasto ¹	-	7.918,80	4.527,80	4.527,80	4.527,80	4.637,30
B. Depreciação	22.964,00	35.503,07	36.391,14	36.391,14	36.143,94	36.088,91
C. Mão de obra	31.680,00	25.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00
D. RF ²						
Terra ³	90.000,00	90.000,00	90.000,00	90.000,00	90.000,00	90.000,00
Capital ⁴	24.769,60	33.029,98	35.182,67	35.182,67	34.928,57	34.872,00
Subtotal D	114.769,57	121.337,80	124.380,21	125.395,50	125.141,41	125.084,85
CF ⁵ (A+B+C+D)	169.413,60	182.853,05	192.893,81	192.893,81	192.392,51	192.280,91

¹Exaustão do pasto. Fatores de produção para implantação da pastagem: herbicidas de preparo, semente capim, adubo plantio e diesel.

²Renda dos fatores.

³Custo oportunidade da terra.

⁴Custo oportunidade do capital imobilizado.

⁵Custo fixo total.

Os itens que compõem o custo variável da lavoura (R\$/saca), a produção total (sacas) e custo variável total da lavoura (R\$) estão apresentados na tabela 7. Para o cálculo dos custos por saca de milho, os custos apresentados na etapa 2 (R\$/hectare) foram extrapolados para área total (75 hectares) e divididos pela quantidade total de sacas de milho produzidas, estimada pelo indicador da lavoura apresentado na etapa 1 (total de sacas por hectare multiplicado por 75 hectares).

A semente e adubo de plantio foram os itens de maior custo no S1, representando, juntos, 45,1% do custo variável. Nos sistemas 3, 4, 5 e 6, o custo com esses itens representou, em média, 40,9% do custo variável, já que o custo com o adubo de plantio foi dividido entre

lavoura e pecuária (exaustão da pastagem). Os custos com o adubo de cobertura, tratamento de sementes, herbicidas e inseticidas foi muito semelhante, entre os sistemas, sendo a variação observada atribuída à produção total de sacas de milho. O custo da colheita do grão é igual para todos os sistemas, já que foi estabelecida uma porcentagem, por saca, para o pagamento desse serviço.

Tabela 7 - Itens que compõe o custo variável da saca de milho grão (R\$/saca), produção total de milho grão (sacas¹) e custo variável total da lavoura, por sistema de produção.

A. Custeio safra	Un.	S1	S3	S4	S5	S6
Herbicidas preparo	R\$/saca	0,78	0,42	0,39	0,41	0,39
Semente	R\$/saca	3,70	4,04	3,67	3,94	3,75
Adubo plantio	R\$/saca	3,61	1,97	1,79	1,92	1,83
Adubo cobertura	R\$/saca	3,00	3,29	2,99	3,20	3,05
Trat. semente	R\$/saca	0,24	0,26	0,24	0,25	0,24
Outros herbicidas	R\$/saca	0,10	0,11	0,16	0,11	0,16
Inseticidas	R\$/saca	1,22	1,33	1,21	1,30	1,24
Diesel	R\$/saca	1,00	0,51	0,58	0,49	0,59
Colheita grão	R\$/saca	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55
CV ²	R\$/saca	16,20	14,48	13,58	14,17	13,80
Produção total	sacas	14.965	13.725	15.075	14.263	14.825
CV _{Total}	R\$	242.433,00	198.738,00	204.718,50	202.106,71	204.585,00

¹Sacas de milho grão de 60kg.

²Custo variável.

Os itens que compõem o custo variável da pecuária (R\$/@), a produção total (@) e custo variável total da pecuária (R\$), por sistema de produção, são apresentados na tabela 8. Para o cálculo dos custos por arroba de boi, os custos apresentados na etapa 2 (R\$/hectare) foram divididos pela quantidade total de arrobas produzidas, estimada pelo indicador da pecuária apresentado na etapa 1 (total de arrobas por hectare multiplicado por 75 hectares).

Tabela 8 - Itens que compõe o custo variável da arroba (R\$/@), produção total de arrobas e custo variável total da pecuária, por sistema de produção.

	Un.	S2	S3	S4	S5	S6
A. Manutenção¹						
Adubo cobertura		9,08	12,68	14,54	13,78	13,95
Diesel		0,63	0,88	1,01	0,96	0,97
Subtotal A	R\$/@	9,71	13,56	15,55	14,74	14,92
B. Produção animal						
Animais ²		119,06	109,94	119,20	118,08	116,76
Sal mineral		1,90	1,76	2,02	1,91	1,94
Medicamentos		0,65	0,60	0,69	0,66	0,66
Subtotal B	R\$/@	121,61	112,30	121,91	120,65	119,36
CV ³ (A+B)	R\$/@	131,32	125,86	137,46	135,39	134,28
Produção total	@	3.451,50	2.484,75	2.180,25	2.287,50	2.259
CV _{Total}	R\$	453.251,00	312.730,63	299.697,16	309.704,62	303.338,52

¹Manutenção da pastagem.

²Compra de animais.

³Custo Variável.

A compra de animais representou 90,66% do custo variável da pecuária no sistema de monocultivo e 87% do custo variável da pecuária no sistema ILP. Embora seja convencional a apresentação dos custos com manutenção da pastagem por hectare, esses foram aqui apresentados por arroba, uma vez que era esse o objeto de custo em questão.

Na tabela 9 são apresentados os custos fixos totais (R\$), os custos variáveis totais, por atividade (R\$), e o custo total de produção, por sistema.

Tabela 9 - Custo fixo (CF), custo variável (CV) e custo total de produção (CT), por sistema de produção, todos representados em R\$.

Custos	S1	S2	S3	S4	S5	S6
CF	169.413,60	182.853,05	192.893,81	192.893,81	192.392,51	192.280,91
CV	L ¹	242.433,00	-	198.738,00	204.718,50	202.106,71
	P ²	-	453.251,00	312.730,63	299.697,16	309.704,62
CT		411.846,60 ^c	636.104,05 ^b	704.362,44 ^a	697.309,47 ^a	704.203,84 ^a

*Letras diferentes representam valores estatisticamente diferentes ($P < 0,01$) pelo teste de Tukey.

¹Lavoura.

²Pecuária.

O custo total de produção no sistema 1 foi de R\$ 411.846,60, sendo que o custo variável representou 58,86% desse custo total. O custo total de produção no sistema 2 foi de R\$ 636.104,05, dos quais 71,25% são custos variáveis. Os custos totais de produção nos sistemas 3, 4, 5 e 6 e foram, respectivamente, R\$ 704.362,44; R\$ 697.309,47; R\$ 704.203,84; R\$ 704.203,84 e R\$ 700.204,43. Nestes sistemas, os custos variáveis da lavoura representaram, em média, 28,87% do custo total, enquanto os custos variáveis da pecuária representaram, em média, 43,67% do custo total. Os custos fixos nos sistemas de 1 a 6 representaram, respectivamente, 41,14%; 28,75%; 27,39%; 27,66%; 27,32% e 27,46% do custo total de produção.

O custo total de produção do S1 e do S2 diferem estatisticamente entre si, além de diferirem do custo total de produção dos demais sistemas. Não houve diferença estatística entre o custo total de produção dos sistemas 3, 4, 5 e 6.

A partir do custo total de produção, torna-se possível a validação da hipótese de que os sistemas integração lavoura-pecuária apresentaram ganhos econômicos, em relação aos sistemas monocultivo. Esse ganho pode ser justificado pela teoria da economia de escopo, uma vez que a soma do custo total de produção do S1 e do S2 resulta em valor maior do que o custo total de produção nos sistemas 3, 4, 5 e 6 (Figura 5).

Figura 5 - Soma do custo total de produção de S1 e S2, comparado ao custo total de produção dos sistemas integrados

Tendo como foco a questão central “monocultivo *versus* integração lavoura-pecuária”, os próximos resultados desta dissertação serão apresentadas apenas três sistemas: S1, S2 e S6.

Na tabela 10, são apresentados os custos fixos totais (R\$), a produção de milho grão e boi gordo (kg) e o custo fixo médio, por sistema.

Tabela 10 - Custo fixo total (R\$), produção total de milho e de boi gordo (kg) e custo fixo médio (R\$/kg), por sistema de produção.

Item	Un.	S1	S2	S6
CF _{Total}	R\$	169.413,60	187.845,00	196.700,80
Produção de milho	kg	897.900	-	889.500
Produção de boi gordo	kg	-	103.544	33.885
Produção total	kg	897.900	103.544	923.385
CF _{Médio}	R\$/kg	0,19	1,77	0,21

Para que fosse possível o cálculo do custo total de produção unitário (por saca de milho e por arroba de boi), foi necessária a adoção de um critério de rateio, que permitisse o cálculo do custo fixo médio. O critério adotado para o rateio dos custos fixos foi a quantidade de produto final produzido (em quilogramas), visto que seria uma unidade possível de ser obtida para ambas as atividades.

No S1, o custo fixo total foi dividido pela quantidade total de milho produzida (em quilogramas), resultando no custo fixo médio de R\$ 0,19/kg de milho produzido. No S2, o custo fixo total foi dividido pela quantidade total de quilogramas de carne produzida, resultando

no custo fixo médio de R\$ 1,77/kg. Cabe, nesse momento, a ressalva de que a quantidade de quilogramas considerada para o cálculo do custo fixo médio no S2 foi o dobro da demonstrada nos resultados supracitados. Considerou-se que, antes do período de pastejo aferido no projeto base, seria possível, no mínimo, outro ciclo de pastejo, com os mesmo indicadores da produção pecuária, já que no S2 não foi necessário aguardar a colheita do milho, para formação da pastagem, tal como ocorreu nos sistemas integrados. A coleta de dados em relação a esse ciclo não ocorreu, no entanto, por questões estruturais do projeto base. No sistema 6, o custo fixo médio foi de R\$ 0,21/kg.

Os custos totais médios, por saca de milho e por arroba de boi estão apresentados nas tabelas 11 e 12, respectivamente.

O custo de produção de uma saca de milho, nos sistemas S1 (R\$ 27,60) e S6 (R\$ 26,40) diferiu estatisticamente. No S1, o custo variável representou 58,70% do custo total, enquanto no S6 o custo variável total representou 52,3%.

Tabela 11 - Custo fixo médio (R\$/saca), custo variável (R\$/saca) e custo total unitário (R\$/saca) de milho grão, por sistema de produção.

	Un.	S1	S6
CF _{médio}	R\$/sc	11,40	12,60
CV	R\$/sc	16,20	13,80
CT _{médio}	R\$/sc	27,60 ^a	26,40 ^b

*Letras diferentes representam valores estatisticamente diferentes (P<0,01) pelo teste de Tukey.

O custo de produção da arroba nos sistemas S2 e S6 foi R\$ 157,81 e R\$ 140,5, respectivamente. Tais valores são estatisticamente diferentes. Os custos variáveis representaram, respectivamente, 83,21% e 95,5% dos custos totais dos sistemas 2 e 6.

Tabela 12 - Custo fixo médio (R\$/@), custo variável (R\$/@) e custo total unitário (R\$/@) da boi, por sistema de produção.

	Un.	S2	S6
CF _{médio}	R\$/@	26,49	3,15
CV	R\$/@	131,32	134,28
CT _{médio}	R\$/@	157,81 ^a	140,58 ^b

*Letras diferentes representam valores estatisticamente diferentes (P<0,01) pelo teste de Tukey.

4.4 ETAPA 4

Nas tabelas 13, 14 e 15 são apresentadas as entradas, saídas e fluxos de caixa (líquido e acumulado) para os sistemas S1, S2 e S6, respectivamente.

No S1, as saídas no ano zero referem-se aos investimentos com a compra de máquinas, implementos e construção de estruturas físicas. A partir do primeiro ano, as saídas representam o custeio da safra de milho. No ano 1, a saída foi superior, quando comparada às saídas dos anos subsequentes, o que pode ser explicado pela maior quantidade de inseticidas utilizados para o controle da praga *Spodoptera frugiperda*, na fase inicial da lavoura. As entradas do ano 1 e 2 representaram a receita obtida, baseadas na produtividade da lavoura do primeiro e segundo ano do projeto base, que foram, respectivamente, 200 e 150 sacas de milho, por hectare. A receita dos demais anos foi estimada inferindo que as produtividades se repetem, até que o décimo ano da análise.

Tabela 13 - Ano, entradas, saídas, fluxo de caixa líquido (FCL) e fluxo de acumulado (FCA), no S1

Ano	Entradas	Saídas	FCL	FCA
0	-	401.596,05	- 401.596,05	- 401.596,05
1	477.598,38	273.849,75	203.748,63	-197.847,40
2	358.198,79	255.309,07	102.889,71	-94.957,71
3	477.598,38	255.309,07	201.212,72	127.331,60
4	358.198,79	255.309,07	102.889,71	230.221,31
5	477.598,38	255.309,07	201.212,72	452.510,62
6	358.198,79	255.309,07	102.889,71	555.400,33
7	477.598,38	255.309,07	201.212,72	777.689,64
8	358.198,79	255.309,07	102.889,71	880.579,35
9	477.598,38	255.309,07	201.212,72	1.102.889,66
10	358.198,79	255.309,07	102.889,71	1.205.758,37

No S2, o investimento no ano 0 foi superior ao estimado no S1, o que pode ser explicado pela estrutura física necessária para a produção animal (curral, tronco de contenção, balança e cercas). A receita obtida, no ano 1 (R\$ 499.919,82), pode ser explicado pela produtividade animal (46@ por hectare) mais receita gerada pelo arrendamento da pastagem (valor do arrendamento consultado no IEA: R\$ 20,00/animal/mês). A partir do segundo ano, para a estimativa da receita gerada, foram considerados os dados do segundo ano experimental do projeto-base (2 ciclos de engorda, totalizando, 124 @ por hectare, no ano). As saídas, a partir do ano 1, representaram o custo com a compra de animais, sal e medicamentos.

Tabela 14 - Ano, entradas, saídas, fluxo de caixa líquido (FCL) e fluxo de acumulado (FCA), no S2

Ano	Entradas	Saídas	FCL	FCA
0	-	484.326,60	- 484.326,60	- 484.326,60
1	499.919,82	478.722,83	21.196,99	- 463.129,62
2	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	-392.909,09
3	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	-322.688,56
4	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	-252.468,04
5	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	-182.247,51
6	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	-112.026,98
7	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	-41.806,46
8	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	28.414,07
9	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	98.634,59
10	1.271.971,52	1.060.107,75	70.220,53	168.855,12

No S6, as saídas, ao longo do horizonte temporal considerado representaram o custeio da safra de milho mais a compra de animais, sal e medicamentos, sendo, portanto, as receitas originadas pela venda de ambos os produtos (produtividade da lavoura: 197 sacas de milho por hectare e produtividade da pecuária de 30 @ por hectare).

Tabela 15 - Ano, entradas, saídas, fluxo de caixa líquido (FCL) e fluxo de acumulado (FCA), no S6

Ano	Entradas	Saídas	FCL	FCA
0	-	584.539,12	-584.539,12	- 570.436,76
1	779.539,12	584.539,12	194.738,68	- 375.698,08
2	779.539,12	584.539,12	194.738,68	- 180.959,39
3	779.539,12	584.539,12	194.738,68	13.779,29
4	779.539,12	584.539,12	194.738,68	208.517,97
5	779.539,12	584.539,12	194.738,68	403.256,66
6	779.539,12	584.539,12	194.738,68	597.995,34
7	779.539,12	584.539,12	194.738,68	792.734,03
8	779.539,12	584.539,12	194.738,68	987.472,71
9	779.539,12	584.539,12	194.738,68	1.182.211,39
10	779.539,12	584.539,12	194.738,68	1.376.950,08

Na tabela 16 estão compilados os indicadores de viabilidade econômica valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e Payback, para os três sistemas estudados, calculados com base nos fluxos de caixa apresentados.

Tabela 16 - Valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), e PayBack, por sistema

Indicador	Un.	S1	S2	S6
VPL	R\$	763.332,28	- 25.554,65	797.326,26
TIR	%	40	5	32
<i>PayBack</i>	Anos	3	8	3

O VPL obtido no S1 foi de R\$ 763.332,28, enquanto no S2 e S6 esse indicador foi R\$ - 25.554,65 e R\$ 839.467,75, respectivamente. A TIR obtida nos sistemas 1, 2 e 6 foi 40%, 5% e 32%, respectivamente. O *PayBack* nos sistemas 1 e 6 foi de três anos, enquanto o *PayBack* no S2 foi de seis anos.

5. DISCUSSÃO

A falta de homogeneidade nos procedimentos metodológicos para cálculo de custos de produção é um desafio para trabalhos que propõem comparar sistemas de produção, com base em avaliações econômicas (GAMEIRO, 2009). Nesse sentido, uma das contribuições mais relevantes dessa dissertação foi a construção do modelo para o cálculo do custo de produção da lavoura e da pecuária, quando essas atividades são praticadas de maneira integrada.

A maior parte dos trabalhos que abordam custos da ILP utiliza a metodologia descrita por Matsunaga et al. (1976) para o cálculo dos custos de produção (GARCIA et al., 2012; COSTA et al., 2015; REGO et al., 2017), entretanto a metodologia utilizada para essa dissertação está de acordo com o que foi proposto e aprovado pela agência financiadora do projeto base, não havendo prejuízos para as análises econômicas.

O custo variável da lavoura (R\$/saca), nos sistemas ILP, foi menor do que o custo variável da lavoura no sistema monocultivo, embora a produção, em sacas de milho tenha sido maior, em alguns dos sistemas integrados, quando comparados ao monocultivo. Tal resultado pode ser explicado devido aos custos com “herbicidas de preparo” e “adubo de plantio” terem sido divididos entre a lavoura e a pecuária. O fato de ambas as culturas (milho e pastagem) se beneficiarem da aplicação dos “herbicidas de preparo” e do “adubo de plantio” foi o critério para a determinação de que esses custos fossem atribuídos para ambas as atividades.

Entre os custos variáveis da lavoura, a semente do milho, os adubos de plantio e cobertura foram os itens mais caros. Este resultado corrobora com o encontrado por Garcia et al. (2012), que, em análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras, em sistema plantio direto, demonstraram que os custos com a compra de sementes e adubos representaram, respectivamente, 45,88% e 38,52% do custo variável total da saca de milho. Entre os custos variáveis da pecuária, a compra de animais para engorda foi o item de maior impacto, tal como demonstrado por Raupp e Fuganti (2014) e Sartorello (2016).

A economia de escopo foi observada a partir dos resultados, já que a soma do custo total de produção do milho grão e do boi, em sistemas distintos (monocultivo), foi maior do que o custo total de produção, desses mesmos produtos, em um único sistema (ILP). Retomando a representação da economia de escopo, aplicada aos sistemas de produção delineados nessa dissertação, tem-se:

$$C_{ILP}(m, b) < C_{S1}(m, 0) + C_{S2}(0, b) \quad (3)$$

Em que:

$C_{ILP}(m, b)$ = Custo total de produção de milho grão mais boi, nos sistemas 3, 4, 5 e 6;

$C_{S1}(m, 0)$ = Custo total de produção de milho grão no sistema 1;

$C_{S2}(0, b)$ = Custo total de produção de boi no sistema 2.

Portanto, é possível afirmar que existe ganho econômico ao se produzir milho grão e boi em sistemas ILP, quando comparado à produção desses mesmos produtos, em sistemas distintos (monocultivo). A discussão acerca das fontes que originam a economia de escopo não é trivial, tendo sido discutida por autores na literatura (TEECE, 1980; PANZAR; WILLIG, 1981; GORMAN, 1985; LEATHERS, 1992; CHAVAS ; KIM, 2007).

A diluição de custos fixos foi uma das fontes da economia de escopo detectadas nesta dissertação, visto que a estrutura física (custo com depreciação e custo oportunidade do capital imobilizado), mão de obra e área produtiva (custo oportunidade da terra) foram utilizadas para a produção de milho grão e boi gordo, nos sistemas ILP. Por exemplo, no sistema 2, o custo fixo total (R\$ 187.845,00) precisa ser pago apenas pela receita gerada pela produção animal, enquanto no sistema 6, o custo fixo total (R\$ 196.700,80) será pago pela receita gerada por dois produtos (milho grão e boi gordo). Baumol, Panzar e Willig (1982), bem como Chavas e Kim (2007), citaram a presença de custos fixos como condição necessária para o acontecimento da economia de escopo.

Leathers (1992) afirma que os custos fixos só serão fonte da economia de escopo a curto prazo, partindo do pressuposto de que, a longo prazo, todos os custos são variáveis. Nesta dissertação, como a avaliação do custo total de produção ocorreu apenas para o primeiro ano do projeto base, seria possível questionamentos acerca da validação da economia de escopo, em um período mais longo de avaliação. Postula-se, portanto, a ideia de que, a longo prazo, o benefício econômico da ILP continuaria sendo justificado pela economia de escopo, baseado na fonte denominada “complementariedade técnica”. Essa fonte da economia de escopo ocorre porque, nos sistemas integrados, a lavoura e a pecuária compartilharam tecnologias, o que resulta na diluição desses custos entre as atividades. Baumol, Panzar e Willig (1982), Gorman, (1985) e Leathers (1992) citaram a complementariedade técnica como fontes de economia de escopo.

Os adubos de plantio e cobertura podem ser citados como exemplos de insumos compartilháveis pois beneficiaram tanto a cultura do milho como a pastagem. O benefício para

ambas as culturas pode ser demonstrado pelo fato da produção de milho não ter diferido estatisticamente entre o sistema monocultivo e os sistemas integrados.

Ainda, é possível inferir que os ganhos ambientais, citados como benefícios a longo prazo da ILP (RUSSELLE; ENTZ; FRANZLUEBBERS, 2007; SANDERSON et al., 2013; LEMAIRE et al. 2014), podem representar importante fonte de economia de escopo. A ciclagem de nutrientes é um bom exemplo, nesse sentido, como evidenciado por Gameiro et al. (2016). A palhada do milho, que permanece no sistema, após colheita do grão, bem como as fezes animais, são importantes fontes de nutrientes, que, a longo prazo, contribuirão, para a melhoria da fertilidade do solo. A melhoria da qualidade química, física e biológica do solo representará a possibilidade de melhor produtividade de culturas, redução no uso de fertilizantes (SALTON et al., 2014; LEMAIRE et al. 2014) e menores gastos com energias não renováveis (RUSSELLE et al., 2007), o que resultará em menores custos de produção. Hendrickson et al., (2008) afirmaram que a redução da necessidade de fatores de produção externos à propriedade, por exemplo, importação de nutrientes e alimentos, são as principais causas dos benefícios econômicos obtidos com a ILP, a longo prazo.

Poffenbarger et al. (2017) compararam, sob o aspecto econômico, sistemas de produção especializados em grãos e sistemas integrados (grãos mais produção animal), na região denominada “Corn Belt”, nos Estados Unidos, ao longo de 8 anos (2008 a 2015). O autores concluíram que os investimentos iniciais nos sistemas integrados foram maiores o que pode ser explicado, principalmente, pela produção animal e pelo gasto com mão de obra. Contudo, a longo prazo esses sistemas apresentaram retorno econômico mais satisfatórios do que os sistemas de monocultivo, o que foi associado a incrementos na produtividade das culturas, associados à benefícios ambientais captados por esse tipo de sistema.

O rateio dos custos fixos foi etapa necessária para o cálculo do custo total por saca de milho e por arroba de boi produzidos, tanto no sistema de monocultivo, como nos sistemas integrados. O rateio dos custos fixos foi realizado dividindo o custo fixo total pela quantidade de produto produzido (milho grão e/ou boi gordo) em quilogramas. A dificuldade em relação à estimativa dos custos fixos, bem como com o rateio desses, é a razão para que, em muitas análises econômicas, o custo fixo seja ignorado (RAINERI, ROJAS e GAMEIRO, 2015), resultando em análises parciais. Não foi encontrado nenhum artigo que discutisse o rateio do custo fixo entre a lavoura e a pecuária, em sistemas integrados.

O cálculo dos custos unitários por saca de milho e da arroba de boi produzidos em cada um dos sistemas foi etapa fundamental para que os benefícios econômicos da ILP pudessem ser justificados. Quando apenas o custo total de produção do sistema é demonstrado -

sem a demonstração pormenorizada dos custos relacionados a cada uma das atividades envolvidas na integração - a afirmação de que os sistemas ILP são economicamente mais vantajosos pode ser equivocada, visto que tal vantagem pode acontecer por uma atividade “pagar a conta” da outra.

Na lavoura, o que mais impactou positivamente o resultado do custo total médio (R\$/saca) ter sido menor no sistema integrado, quando comparado ao monocultivo, foram os custos variáveis que foram divididos com a pecuária (herbicidas de preparo, adubo de plantio e diesel). Em relação à pecuária, o custo fixo médio foi o custo que mais impactou positivamente o custo total médio (R\$/arroba), já que o custo fixo desse sistema de produção foi dividido por uma quantidade maior de quilogramas de produtos produzidos (milho grão e boi). Desse modo, pode-se demonstrar que o sistema ILP apresenta vantagem econômica explicada pelo menor custo de produção das unidades de interesse (saca de milho e arroba de boi), quando comparadas aos sistemas de monocultivo.

Com base no VPL, como indicador de viabilidade econômica, pode-se concluir que a ILP (VPL de 797.326,26) é um projeto economicamente mais viável, se comparado ao S1 (VPL de R\$ 763.332,28) e ao S2 (R\$ - 25.554,65). Embora na ILP (S6) os investimentos (ano zero) e as saídas (custos nos demais anos do projeto) sejam maiores, do que se comparado ao S1, as entradas (vendas dos produtos) também foram maiores nos sistemas integrados, o que resultou em um FCL maior no sistema S6, se comparado aos demais sistemas. Tal resultado foi possível pelos indicadores de produção vegetal e animal satisfatórios obtidos nos sistemas integrados. O menor VPL obtido no S1 pode ser explicado pela variação de FCL entre os anos do projeto. Tal resultado ocorreu devido à variação em relação ao indicador de produção vegetal desse sistema, já que no segundo ano experimental a produção de sacas de milho por hectare foi menor, se comparada ao primeiro ano experimental.

Lazzarotto et al. (2010) e Silva et al. (2012), ao realizarem análise econômica afim de comparar sistemas de monocultivo e integração lavoura-pecuária, identificaram que, embora ambos os sistemas resultem em VPL positivo, a lavoura monocultivo (tanto de milho grão, quanto de soja), resulta em VPL maior do que sistemas ILP, o que foi explicado pelo maior investimento inicial que ocorreu nos sistemas integrados, bem como pela produção da ILP que foi menor nos primeiros anos experimentais, se comparada à produção do sistemas de monocultivo de lavoura. Assim, é possível inferir que a viabilidade econômica de sistemas ILP está totalmente relacionada à capacidade produtiva desses sistemas. Ou seja, é preciso que a lavoura e a pecuária, nos sistemas ILP, sejam competitivas, em termos de produção, com os sistemas de monocultivo.

Os resultados não satisfatórios da pecuária monocultivo (S2) em relação à viabilidade econômica, podem ser justificados pelas saídas (custeio da pecuária: compra de animais, sal mineral, medicamentos e manutenção da pastagem) se assemelharem muito às receitas, resultando em FCL menores, quando comparados com o S1 e S6.

É preciso considerar que os resultados obtidos nesta dissertação tiveram origem do primeiro ano experimental do projeto base, que apresentou limitações acerca da produção animal. Postula-se a hipótese, portanto, de que a pecuária praticada em outros moldes pode demonstrar resultados econômicos mais satisfatórios. Por exemplo, no caso de criadores que realizem ciclos de produção completos (cria, cria e engorda), embora os investimentos e custos possam ser maiores, há também a possibilidade de maiores receitas, gerando fluxos de caixa líquido mais promissores. Ainda, a produção de mais de uma fase da pecuária, representa uma estratégia de diversificação, dentro do sistema de produção, resultando na maior flexibilidade para gerar receitas (venda de bezerro, venda de boi magro, venda de boi gordo, venda de reprodutor), possibilitando melhores chances em relação à flutuação de preços.

Para a interpretação da TIR, foi considerada a taxa Selic (7%), uma vez que as taxas mínimas de atratividade consideradas em artigos científicos para projetos agropecuários variavam muito. Desse modo, pode-se afirmar que o S1 e o S6 foram investimentos mais atrativos do que a remuneração no mercado de títulos do governo. A TIR do S2 (5%) foi menor do que a taxa Selic, demonstrando que o investimento em títulos do governo seria economicamente mais viável do que o projeto de produção pecuária monocultivo, nos moldes realizados no projeto-base.

O *PayBack* no S1 e S2 foram iguais, demonstrando que o investimento em ambos os projetos resultaria em igual tempo de retorno, ou seja, ambos apresentam a mesma liquidez. O retorno do investimento no sistema 2 só ocorreu no oitavo ano da análise. O *PayBack* simples não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, sendo, portanto, apenas um indicador prático e visual, que permite a compreensão de quanto tempo levaria para se obter o retorno após um investimento.

6. CONCLUSÕES

A integração lavoura-pecuária demonstra ganhos econômicos em relação ao monocultivo, explicados pela diluição de custos fixos e presença de insumos compartilháveis, que resultam em economia de escopo. Ainda, foi possível comprovar que os custos totais unitários tanto da lavoura, como da pecuária, são menores nos sistemas ILP, reforçando a ideia de que os sistemas integrados apresentam benefícios econômicos relacionados aos sistemas de monocultivo. A integração lavoura-pecuária e o sistema de monocultivo de milho grão são economicamente viáveis, baseado nos indicadores VPL, TIR e *PayBack*. Com base nos mesmos indicadores, a pecuária realizada em sistema de monocultivo se mostra inviável economicamente.

É possível que nesta dissertação os ganhos econômicos da ILP, em comparação ao monocultivo, estejam sendo subestimados, tendo em vista curto período de avaliação. Acredita-se que pesquisas interdisciplinares, que permitam a compilação de dados em períodos temporais mais longos, possibilitará a confirmação dos ganhos econômicos da ILP, resultantes dos benefícios ambientais e produtivos obtidos nesses sistemas.

Sistemas integração lavoura-pecuária são complexos e permitem diversas configurações em relação aos componentes solo-planta-animal. Sugere-se que o uso de ferramentas de otimização, como modelos matemáticos, seja importante para a tomada de decisão acerca de dimensões de áreas cultivadas e tecnologias utilizadas, frente aos recursos disponíveis e objetivos de produção, possibilitando ganhos econômicos.

REFERÊNCIAS

- ANSELL, D.; FREUDENBERGER, D.; MUNRO, N.; GIBBONS, P. The cost-effectiveness of agri-environment schemes for biodiversity conservation: a quantitative review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 225, p. 184-191, 2016.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009.
- BARBIERI, J.; ÁLVARES, A.; MACHLINE, C. Taxa Interna de Retorno: controvérsias e interpretações. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 5, p. 131-142, 2007.
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL C. A. C.; BORGHI E.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Production of *Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* with corn and nitrogen fertilization. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 211-222, 2009.
- BARRY, P. J.; ELLINGER, P. N.; HOPKIN, J. A.; BAKER, C. B. **Financial management in agriculture**. 6 ed. Danville: Interstate, 2000. 678 p.
- BAUMOL, W. J.; PANZAR, J. C.; WILLIG, R. **Contestable markets and the theory of industry structure**. New York: Harcourt-Brace-Jovanovich, 1982. 510 p.
- BOMFIM, E. A.; PASSARELLI, J. **Custos e Formação de preço de venda**. 7 ed. São Paulo: IOB, 2011. 536p.
- BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciadas sobre a população de plantas daninhas em sistema de plantio direto na palha. **Planta daninha**, v. 26, p. 559-568, 2008.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, v.53, p.629-636, 2013.
- BOURDEUX-RÊGO, R.; PAULO, G. P.; SPRITZER, I. M. P. A.; ZOT, L. P. **Viabilidade economia-financeira de projetos**. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008. 158 p.
- CHAVAS, J. P.; KIM, K. Measurement and sources of economies of scope: a primal approach. **Journal of Institutional and Theoretical Economics**, v. 163, p. 411-427, 2007.

CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. de; SOUZA, E. D. de; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; LOPES, M. L. T.; SILVA, J. L. S. da; CONTE, O.; WESP, C.L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, p. 259-273, 2010.

COBUCCI, T.; WRUCH, F. J.; KLUTHCOUSKI, J. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 25-42, 2007.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; LOPES, K. S. M.; LIMA, A. E. da S. Custo da produção de silagens em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Ceres**, v.62, n.1, p. 9-19, 2015.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; MATEUS, G. P.; BORGHI, E.; LELES, E. P. SANTOS, N. C. B Effect of intercropping on yields of corn with different relative maturities and Palisadegrass. **Agronomy Journal**, v. 105, p. 599-606, 2013.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2018.

DIMITRI, C. A.; EFFLAND, N.; CONKLIN, N. The 20th century transformation of U.S. agriculture and farm policy. **Economic Information Bulletin**, v. 3, p. 1-14, 2005.

DUMONT, B.; FORTUN-LAMOTHE, L.; JOUVEN, M.; THOMAS, M.; TICHIT, M. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. **Animal**, v. 7, p. 1028-1043, 2013.

ENTZ, M. H.; BARON, V. S.; CARR, P. M.; MEYER, D. W.; SMITH, S. R.; MCCAUGHEY, W. P. Potential of forages to diversify cropping systems in the northern great plains. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 240-250, 2002.

EYERKAUFER, M. L.; COSTA, A.; FARIA, A. C. Métodos de custeio por absorção e variável na ovinocultura de corte: estudo de caso em uma cabanha. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 9, p. 202-215, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification**. FAO: Rome, 2010. 79 p. Disponível em:
<http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclsd/documents/crop_livestock_proceedings.pdf>. Acesso em: 8 de dezembro de 2017.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems -An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.

FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2385-2396, 2008.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDI, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT, S.; TILMAN, D.; ZAKS, D. P. M. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, p.337-342, 2011.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Early response of soil organic fractions to tillage and integrated crop-livestock production. **Soil Science Society of America Journal**, v. 72, p. 613 - 625, 2008.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A.; WILKINSON, S. R. Bermudagrass management in the Southern Piedmont USA: I. Soil and surface residue carbon and sulfur. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, p.834-841, 2001.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 23, p. 49-58, 2005.

FUNDAÇÃO ABC PESQUISA E DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO. **Planilha de custos de mecanização agrícola**. Disponível em: <<http://fundacaoabc.org/wp-content/uploads/2017/04/Planilha-MAAP-Abril-2017.pdf>>. Acesso em 2 de janeiro de 2018.

GAMEIRO, A. H. Análise econômica aplicada à zootecnia: avanços e desafios. In: SANTOS, M. V.; ALBUQUERQUE, R.; RENNO, F. P.; SILVA, L. F. P. (Org.). **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção Animal**. Pirassununga: 5 ed, 2009, p. 9 - 31.

GAMEIRO, A. H.; ROCCO, C. D.; VICENTE, J.; FILHO, C. Linear Programming in the economic estimate of livestock-crop integration : application to a Brazilian dairy farm. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p. 181-189, 2016.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, A. E. da S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho

consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 59, p. 157–163, 2012.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 394-406, 2015.

GORMAN, I. E. Conditions for economies of scope in the presence of fixed costs. **Rand Journal of Economics**, v. 16, p. 431-436, 1985.

HARVEY, R. G.; McNEVIN, G. R. Combining cultural practices and herbicides to control Wild-Proso Millet (*Panicum miliaceum*). **Weed Technology**, v.4, p. 433-439, 1990.

HELMERS, G. A.; YAMOAHA, C. F.; VARVEL, G. E. Separating the impacts of crop diversification and rotations on risk. **Agronomy Journal**, v. 93, p. 1337-1340, 2001.

HENDRICKSON, J. R.; HANSON, J. D.; TANAKA, D. L.; SASSENATH, G. F. Principles of integrated agricultural systems: introduction to processes and definition. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 23, p. 265-271, 2008.

HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A. M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN, H. A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.; VAN DE STEEG, J.; LYNAM, J.; PARTHASARATHY RAO, P.; MACMILLAN, S.; GERARD, B.; MCDERMOTT, J.; SERÉ, C.; ROSEGRANT, M. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822-825, 2010.

HERRERO, M.; WIRSENIUS, S.; HENDERSON, B.; RIGOLOT, C.; THORNTON, P.; HAVLÍK, P.; BOER, I.; GERBER, P. Livestock and the Environment: What Have We Learned in the Past Decade? **Annual Review of Environment and Resources**, v. 40, p. 177-202, 2015.

HUNT, L.; BONETTO, C.; RESH, V. H.; BUSS, D. F.; FANELLI, S.; MARROCHI, N.; LYDY, M. J. Insecticide concentrations in stream sediments of soy production regions of South America. **Science of the Total Environment**, v. 547, p.114-124, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 1 de Abril de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**: Resultados preliminares. Disponível em:

<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 1 de Agosto de 2018.

KARLEN, D. L.; VARVEL, G. E.; BULLOCK, D. G.; CRUSE, R. M. Crop rotations for the 21st century. **Advances in Agronomy**, v. 53, p. 1-45, 1994.

LANA, R. P. Uso racional de recursos naturais não-renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 330-340, 2009. Suplemento especial.

LAZZAROTTO, J. J.; SANTOS, M. L.; LIMA, J. E. Viabilidade financeira e riscos associados à integração lavoura-pecuária no Estado do Paraná. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 12, p. 113-130, 2010.

LEATHERS, H. D. Allocable fixed inputs as a cause of joint production: an empirical investigation. **Journal of Agricultural Economics**, v. 7, p. 109-124, 1992.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 4-8, 2014.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009. Suplemento especial.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E. R. de A.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1117-1126, 2011.

MATEUS, G. P.; BORGHI, E.; MARQUES, R. R.; BOAS, R. L. V.; CRUSCIOL, C. A. C. Sources and time of contact of mineral fertilizer with *Brachiaria brizantha* seeds as related with germination. **Revista Brasileira de Ciência no Solo**, v. 31, p. 177-183, 2007.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, p. 123-139, 1976.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **A história das agriculturas no mundo: Do Neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: UNESP, 2010. 568 p.

MORAINÉ, M.; GRIMALDI, J.; MURGUE, C.; DURU, M.; THEROND, O. Co-design and assessment of cropping systems for developing crop-livestock integration at the territory level. **Agricultural Systems**, v. 147, p. 87-97, 2016.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 187-192, 2012.

NAIDOO, R. L.; RICKETTS, T. H. Mapping the economic costs and benefits of conservation. **Plos Biology**, v. 4, p. 2153-2164, 2006.

OLSON, K. R.; AL-KAISI, M.; LAL, R.; MORTON, L. W. Soil ecosystem services and intensified cropping systems. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 72, p. 64-69, 2017.

PANZAR, J. C.; WILLIG, R. D. Economies of Scope. **American Economic Review**, v. 71, p. 268-272, 1981.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, D. R. C. Corn grain yield and dry mass of *Brachiaria* intercrops in the crop-livestock integration system. **Ciência Rural**, v. 41, p. 875-882, 2011.

PEYRAUD, J. L.; TABOADA, M.; DELABY, L. Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: a review. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 31 - 42, 2014.

POFFENBARGER, H.; ARTZ, G.; DAHLKE, G.; EDWARDS, W.; HANNA, M.; RUSSELL, J.; SELLERS, H. S.; LIEBMAN, M. An economic analysis of integrated crop-livestock systems in Iowa, U.S.A. **Agricultural Systems**, v. 157, p. 51-69, 2017.

RAINERI, C.; ROJAS, O. A. O.; GAMEIRO, A. H. Custos de produção na agropecuária: da teoria econômica à aplicação no campo. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v. 4, p. 194-211, 2015.

RAUPP, F. M.; FUGANTI, E. N. Gerenciamento de custos na pecuária de corte: Um comparativo entre a engorda de bovinos em pastagem e em confinamento. **Custos e Agronegócio**, v. 10, p. 282-316, 2014.

REGO, C. A. R. de M.; REIS, V. R. R.; WANDER, A. E.; CANTANHÊDE, I. S. de L.; COSTA, J. B.; MUNIZ, L. C.; COSTAL, B. P.; HERRERA, J. L. de. Cost Analysis of Corn Cultivation in the Setup of the Crop-Livestock-Forest Integration System to Recover Degraded Pastures. **Journal of Agricultural Science**, v.9, n. 6, p. 168-174, 2017.

RENZI, G.; CANFORA, L.; SALVATI, L.; BENEDETTI, A. Validation of the soil Biological Fertility Index (BFI) using a multidimensional statistical approach: A country-scale exercise. **Catena**, v.149, p. 294-299, 2017.

ROBINSON, D. A.; HOCKLEY, N.; DOMINATI, E.; LEBRON, I.; SCOW, K. M.; REYNOLDS, B.; EMMETT, B. A.; KEITH, A. M.; DE JONGE, L. W.; SCHJONNING, P.; MOLDRUP, P.; JONES, S. B.; TULLER, M. Natural capital, ecosystem services, and soil change: why soil science must embrace an ecosystems approach. **Vadose Zone Journal**, v. 11, p.1-21, 2012.

RUSSELLE, M. P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering Integrated Crop-Livestock Systems in North America. **Agronomy Journal**, v. 99, p. 325-334, 2007.

RUSHTON, J. **The Economics of Animal Health and Production**. Oxfordshire: CABI International, 2009. 364 p.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J. P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, v. 6, p. 1722-1730, 2012.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J. P.; GIBON, A. Paths to last in mixed crop-livestock farming: lessons from an assessment of farm trajectories of change. **Animal**, v. 7, p. 673-681, 2013.

RYSCHAWY, J.; LIEBIG, M. A.; KRONBERG, S. L.; ARCHER, D. W.; HENDRICKSIN, J. R. Integrated Crop-Livestock Management Effects on Soil Quality Dynamics in a Semiarid Region: A Typology of Soil Change Over Time. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2017, p. 1-10, 2017.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEICAO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 11-21, 2008.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M., RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p.70 - 79, 2014.

SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG, M.; NICHOLS, K.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop-livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 28, p.129-144, 2013.

SARTORELLO, G. L. **Desenvolvimento de modelo de cálculo e de indicador de custos de produção para bovinos de corte em confinamento**. 2016. 191 f. Dissertação (Mestrado em ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2016.

SAWYER, J. E.; PEDERSEN P.; BARKER, D.W.; DIAZ, D. A. R.; ALBRECHT, L. Intercropping corn and kura clover: Response to nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v. 102, p. 568-574, 2010.

SCHIERE, J. B.; IBRAHIMB, M. N. M.; KEULEN, VAN H. The role of livestock for sustainability in mixed farming: Criteria and scenario studies under varying resource allocation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 90, p. 139- 53, 2002.

SILVA, H. A. da; MORAES, A. de.; CARVALHO, P. C de F.; FONSECA, A. F. da.; GUIMARÃES, V. D. A.; MONTEIRO, A. L. G.; LANG, C. R. Viabilidade econômica da produção de novilhas leiteiras a pasto em sistema de integração lavoura pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 745-753, 2012.

SMIL, V. Crop residues: Agriculture's largest harvest. **Bioscience Journal**, v. 49, p.299 - 308, 1999.

SMITH, A. The Wealth of Nations. New York: Random House Modern Library, 1937. 47 p.

STOATE, C.; BALDI, A.; BEJA, P.; BOATMAN, N. D.; HERZON, L.; VAN DOORN, A.; DE SNOO, G. R.; RAKOSY, L.; RAMWELL, C. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – a review. **Journal Environmental Manage**, v. 91, p. 22-46, 2009.

SULC, R. M.; TRACY, B. F. Integrated Crop–Livestock Systems in the U.S. Corn Belt. **Agronomy Journal**, v. 99, p. 335-345, 2007.

SULC, R. M.; FRANZLUEBBERS, A. J. Exploring integrated crop–livestock systems in different eco-regions of the United States. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 21-30, 2014.

TEECE, D. J. Towards an economic theory of the multiproduct firm. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 3, p. 39-62, 1980.

THORNTON, P. K; HERRERO, M. Climate change adaptation in mixed crop-livestock systems in developing countries. **Global Food Security**, v. 3, p. 99-107, 2014.

TULLY, K.; RYALS, R. Nutrient cycling in agroecosystems: Balancing food and environmental objectives. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 41, p. 761-798, 2017.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1127-1138, 2011.

WILKINS, R. J. Eco-efficient approaches to land management: a case for increased integration of crop and animal production systems. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 363, p. 517-525, 2008.

APÊNDICE A – SOBRE O PROJETO BASE

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa em Bovinos de Corte de Sertãozinho. A altitude média local é de 548 metros e o clima da região de acordo com a classificação de Köppen é Aw, caracterizado como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Figura 6). O projeto foi implantado em dezembro de 2015 e as avaliações foram finalizadas em dezembro 2017.

Figura 6 - Dados climáticos obtidos junto à estação meteorológica situada no Centro Avançado de Pesquisa em Bovinos de Corte de Sertãozinho, São Paulo. Período de dezembro/2015 a dezembro/2017

Fonte: Projeto base

O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), é um LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico muito argiloso. A área experimento foi manejada, por alguns anos, em sistemas de pastagem com capim-tanzânia (*Panicum maximum*), tendo sido utilizada, entre 2013 e 2014, para produção de milho grão, em plantio convencional de preparo de solo. Desta forma, para que os tratamentos experimentais fossem implantados por meio de plantio direto, foi necessário o preparo da área, que consistiu em duas roçadas (outubro e novembro de 2015) e aplicação de herbicidas (5 litros/hectare de glifosato e 2 litros/hectare de 2,4D). Todos os tratamentos foram semeados em dezembro de 2015 em plantio direto.

O milho utilizado foi o híbrido precoce da Pioneer P2830H, para produção de grãos, sendo o espaçamento entre linhas de 75 cm (37,5 cm entrelinha, no caso dos tratamentos 2 e 6)

e densidade populacional em torno de 75.000 plantas/hectare. As sementes de milho, antes de serem alocadas na semeadora, foram misturadas com o inseticida Cruiser (220 ml/saco) e com o fertilizante Aminoagro (60 ml/saco), conforme recomendação técnica.

Em todos os tratamentos que representaram a ILP, a semente do capim Marandu foi misturada ao adubo de plantio ou de cobertura, havendo a semeadura simultânea entre capim e milho. A exceção foi o tratamento integrado 5, que a semeadura do capim aconteceu na adubação de cobertura do milho. A densidade de semeadura de capim foi de 5 kg/hectare (76% de valor cultural). A regulagem da semeadora foi planejada para que as profundidades de deposição do adubo e semente da forrageira fossem de 6 cm, com a intenção de atrasar a emergência e o estabelecimento do capim.

Em todos tratamentos foram utilizados 400 kg/hectare de adubo químico de plantio (fórmula 08-28-16).

Em dezembro de 2015, após implantação dos sistemas, houve aplicação do herbicida Atrazina (2 kg/hectare), para controle de plantas invasoras, juntamente com inseticidas para controle da *Spodoptera frugiperda* (200 ml/hectare de ampligo e 300 ml /hectare de match + 60 ml/hectare de aminoagro AD+). Sete dias após a aplicação da primeira dose de inseticidas, foi necessária reaplicação de inseticidas (2 l/hectare de Metomex e 300 ml /hectare de Match + 60 ml/hectare de Aminoagro AD+). Em janeiro de 2016 ocorreu a terceira aplicação inseticidas (200 ml/hectare de Ampligo e 300 ml /hectare de match + 60 ml/hectare de aminoagro AD+). Os princípios ativos utilizados para tal controle foram escolhidos a partir de recomendação técnica e todos contabilizados nos custos de implantação do projeto.

Em janeiro de 2016, em todos os tratamentos (com exceção ao T2), foram utilizados 400 kg/hectare de adubo químico de cobertura (fórmula 20-0-20), quando o milho estava no estágio de crescimento V6. O adubo de cobertura foi distribuído a lanço em todos os tratamentos experimentais, com exceção do T5. A adubação de cobertura não foi realizada no tratamento 2, já que essa prática não é comum nos sistemas comerciais, no momento da implantação da pastagem.

Nos tratamentos integrados 4 e 6 foi realizada a aplicação de 200 ml/hectare do herbicida Nicosulfuron, após 20 dias de emergência do milho, para controlar a competição do capim Marandu com o milho.

No tratamento 2 foi realizado apenas a aplicação de 2 L/hectare de 2,4D, para controle de invasora de folha larga, em janeiro de 2016.

A colheita do milho grão, no tratamento 1 e nos sistemas integrados, aconteceu em maio de 2016. Foi utilizada uma colhedora da marca Jonh Deer de 8 linhas. Após a colheita

dos grãos da safra 2015/2016, a área destinada ao tratamento 1 ficou inutilizada até a implantação da safra 2016/2017.

Após a colheita do milho grão, a área experimental foi estruturada (construção de cercas e alojamento de bebedouros, tornando cada tratamento experimental um piquete individual, para pastejo animal).

Para a produção final de boi gordo, foram utilizados animais da raça Caracu com, aproximadamente, 12 a 14 meses de idade, provenientes do rebanho do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho. Esses animais foram manejados em sistema de pastejo contínuo, ao longo dos dois anos do projeto-base, sendo a taxa de lotação ajustada de acordo com a oferta de forragem de cada tratamento. A altura foi a técnica utilizada para manejar os pastos, mantendo a altura da pastagem em torno de 35 a 40 cm.

Os critérios de decisão sobre o momento inicial do pastejo animal, nos tratamentos experimentais, foram: a quantidade de massa seca de forragem/hectare, o índice de área foliar e interceptação luminosa, todas características aferidas de 28 em 28 dias, conforme proposto no projeto-base. O critério para o fim do ciclo de pastejo foi a altura mínima de 25 centímetros, afim de não prejudicar a rebrota do capim.

Figura 7 - Semente de milho (Pionner P2830H) e semente capim Marandu.

Fonte: Acervo projeto-base.

Figura 8 - Adubação da cultura do milho no estágio V6.

Fonte: Acervo projeto-base.

Figura 9 - Capim Marandu nascendo na linha do milho

Fonte: Acervo projeto-base.

Figura 10 - Capim Marandu na entrelinha do milho

Fonte: Acervo projeto-base

Figura 11 - Capim Marandu crescendo, após colheita do milho

Fonte: Acervo projeto-base

Figura 12 - Bovinos raça Caracu - pastejo T2

Fonte: Acervo projeto-base

APÊNDICE B - INVENTÁRIO DO IMOBILIZADO EM BENFEITORIAS

Quadro 3 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 1

Benfeitorias	Quantidade	Valor Inicial¹ (R\$)	Vida útil (anos)	Valor Residual (R\$)	Depreciação Anual (R\$)
Pulverizador (800 litros 12m de barra)	1	28.770,99	15	2.877,10	1.726,26
Roçadeira (acoplável em 3 pontos)	1	7.783,38	15	778,34	467,00
Carreta Taque (6400L)	1	22.021,83	15	2.202,18	1.321,31
Trator (Valtra cabinado - 125cv)	1	206.454,62	15	20.645,46	12.387,28
Semeadora/Adubadora (5 linhas - plantio direto)	1	48.934,06	15	4.893,41	2.936,04
Carreta de carga (2 toneladas)	1	4.091,66	15	409,17	245,50
Cultivador tipo adubador (2 linhas)	1	8.091,60	15	809,16	485,50
Galpão Máquinas	1	34.294,51	20	3.429,45	1.543,25
Galpão Insumos	1	27.435,60	20	2.743,56	1.234,60
Silo (10 toneladas)	1	13.717,80	20	1.371,78	617,30
Total anual					22.964,00
Total mensal					1.913,66

¹Valores de compra corrigidos para agosto de 2017.

Quadro 4 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 2

Benfeitorias	Quantidade	Valor Inicial¹ (R\$)	Vida útil (Anos)	Valor Residual (R\$)	Depreciação Anual (R\$)
Pulverizador (800 litros 12m de barra)	1	28.770,99	15	2.877,10	1.726,26
Roçadeira (acoplável em 3 pontos)	1	7.783,38	15	778,34	467,00
Carreta Taque (6400L)	1	22.021,83	15	2.202,18	1.321,31
Semeadora/Adubadora (3 linhas p/ plantio direto)	1	43.896,97	15	4.389,70	2.633,82
Trator (Valtra cabinado - 125cv)	1	206.454,62	15	20.645,46	12.387,28
Carreta Taque (6400L)	1	4.091,66	15	409,17	245,50
Adubadora (600kg - 2 linhas p/ plantio direto)	1	7.598,80	15	759,88	455,93
Roçadeira Central e Lateral 2 facas (RPM 540)	1	2.586,90	15	258,69	155,21
Bebedouros (450L)	5	2.396,84	10	239,68	215,72
Tronco contenção (Total Flex - Parede Móvel) + Balança (WBECK BT)	1	15.978,95	15	1.597,89	958,74
Cerca fixa ² (750.000m ²)	-	115.742,13	10	11.575,21	10.417,69
Galpão Máquinas	1	34.294,51	20	3.429,45	1.543,25
Galpão insumos	1	27.435,60	20	2.743,56	1.234,60
Curral manejo	1	16.461,36	20	1.646,14	740,76
Total anual					34.503,07
Total mensal					2.875,26

¹Valores de compra corrigidos para agosto de 2017.²Valor contempla a compra de arame liso, eletrochoque, mourões, lascas, castanhas, isoladores, esticador para arame e mão de obra.

Quadro 5 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 3 e 4

Benfeitorias	Quantidade	Valor Inicial¹ (R\$)	Vida útil (Anos)	Valor Residual (R\$)	Depreciação Anual (R\$)
Pulverizador (800 litros 12m de barra)	1	28.770,99	15	2.877,10	1.726,26
Roçadeira (acoplável em 3 pontos)	1	7.783,38	15	778,34	467,00
Carreta Taque (6400L)	1	22.021,83	15	2.202,18	1.321,31
Trator (Valtra cabinado - 125cv)	1	206.454,62	15	20.645,46	12.387,28
Semeadora/Adubadora (5 linhas - plantio direto)	1	48.934,06	15	4.893,41	2.936,04
Carreta de carga (2 toneladas)	1	4.091,66	15	409,17	245,50
Cultivador tipo adubador (2 linhas)	1	8.091,60	15	809,16	485,50
Adubadora (600kg - 2 linhas p/ plantio direto)	1	7.598,80	15	759,88	455,93
Bebedouros (450L)	5	2.396,84	10	239,68	215,72
Tronco contenção (Total Flex - Parede Móvel) + Balança (WBECK BT)	1	26.631,58	15	2.663,16	1.597,89
Cerca fixa ² (750.000m ²)	-	115.742,13	10	11.575,21	10.417,69
Galpão Máquinas	1	34.294,51	20	3.429,45	1.543,25
Galpão Insumos	1	27.435,60	20	2.743,56	1.234,60
Silo (10 toneladas)	1	13.717,80	20	1.371,78	617,30
Curral manejo	1	16.461,36	20	1.646,14	740,76
Total anual					36.391,14
Total mensal					3.032,60

¹Valores de compra corrigidos para agosto de 2017.

²Valor contempla a compra de arame liso, eletrochoque, mourões, lascas, castanhas, isoladores, esticador para arame e mão de obra.

Quadro 6 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 5

Benfeitorias	Quantidade	Valor Inicial (R\$)	Vida útil (Anos)	Valor Residual (R\$)	Depreciação Anual (R\$)
Pulverizador (800 litros 12m de barra)	1	28.770,99	15	2.877,10	1.726,26
Roçadeira (acoplável em 3 pontos)	1	7.783,38	15	778,34	467,00
Carreta Taque (6400L)	1	22.021,83	15	2.202,18	1.321,31
Trator (Valtra cabinado - 125cv)	1	206.454,62	15	20.645,46	12.387,28
Semeadora/Adubadora (5 linhas - plantio direto)	1	48.934,06	15	4.893,41	2.936,04
Carreta de carga (2 toneladas)	1	4.091,66	15	409,17	245,50
Cultivador (2 linhas - CAC/ CPD S-0802)	1	3.971,75	15	397,17	238,30
Adubadora (600kg - 2 linhas p/ plantio direto)	1	7.598,80	15	759,88	455,93
Bebedouros (450L)	5	2.396,84	10	239,68	215,72
Tronco contenção (Total Flex - Parede Móvel) + Balança (WBECK BT)	1	26.631,58	15	2.663,16	1.597,89
Cerca fixa ² (750.000m ²)	-	115.742,13	10	11.575,21	10.417,69
Galpão Máquinas	1	34.294,51	20	3.429,45	1.543,25
Galpão Insumos	1	27.435,60	20	2.743,56	1.234,60
Silo (10 toneladas)	1	13.717,80	20	1.371,78	617,30
Curral manejo	1	16.461,36	20	1.646,14	740,76
Total anual					36.143,94
Total mensal					3.011,99

¹Valores de compra corrigidos para agosto de 2017.²Valor contempla a compra de arame liso, eletrochoque, mourões, lascas, castanhas, isoladores, esticador para arame e mão de obra.

Quadro 7 - Inventário do imobilizado em benfeitorias - sistema 6

Benfeitorias	Quantidade	Valor Inicial (R\$)	Vida útil (Anos)	Valor Residual (R\$)	Depreciação Anual (R\$)
Pulverizador (800 litros 12m de barra)	1	28.770,99	15	2.877,10	1.726,26
Roçadeira (acoplável em 3 pontos)	1	7.783,38	15	778,34	467,00
Carreta Taque (6400L)	1	22.021,83	15	2.202,18	1.321,31
Trator (Valtra cabinado - 125cv)	1	206.454,62	15	20.645,46	12.387,28
Semeadora/Adubadora (3 linhas - plantio direto)	1	43.896,97	15	4.389,69	2.633,82
Carreta de carga (2 toneladas)	1	4.091,66	15	409,17	245,50
Cultivador tipo adubador (2 linhas)	1	8.091,60	15	809,16	485,50
Adubadora (600kg - 2 linhas p/ plantio direto)	1	7.598,80	15	759,88	455,93
Bebedouros (450L)	5	2.396,84	10	239,68	215,72
Tronco contenção (Total Flex - Parede Móvel) + Balança (WBECK BT)	1	26.631,58	15	2.663,16	1.597,89
Cerca fixa ² (750.000m ²)	-	115.742,13	10	11.575,21	10.417,69
Galpão Máquinas	1	34.294,51	20	3.429,45	1.543,25
Galpão Insumos	1	27.435,60	20	2.743,56	1.234,60
Silo (10 toneladas)	1	13.717,80	20	1.371,78	617,30
Curral manejo	1	16.461,36	20	1.646,14	740,76
Total anual					36.088,91
Total mensal					3.007,41

¹Valores de compra corrigidos para agosto de 2017.²Valor contempla a compra de arame liso, eletrochoque, mourões, lascas, castanhas, isoladores, esticador para arame e mão de obra.

APÊNDICE C – INVENTÁRIO PESSOAL

A determinação do número de funcionários foi um desafio no momento da execução da dissertação, já que o fator de produção trabalho, para execução do projeto base, foi representado por coordenador e alunos envolvidos na pesquisa, bem como funcionários do Instituto de Zootecnia. Essa questão foi superada determinando o número médio de pessoas que se dedicaram à execução do projeto, com base nas dificuldades enfrentadas para implantação e manejo de cada tratamento experimental. Os cargos e remunerações considerados, para cada sistema experimental, estão demonstrados nas tabelas 19, 20 e 21.

Tabela 17 - Cargo, remuneração, encargos (60%), total mensal e total anual – sistema 1

Cargo	Remuneração (R\$)	Encargos (R\$)	Total Mensal (R\$)	Total Anual (R\$)
Trabalhador Permanente	1.300,00	780,00	2.080,00	24.960,00
Safrista (6 meses)	1.000,00	-	1.000,00	6.000,00
Diarista (12 dias)	60,00	-	-	720,00
Total				31.680,00

Tabela 18 - Cargo, remuneração, encargos (60%), total mensal e total anual – sistema 2

Cargo	Remuneração (R\$)	Encargos (R\$)	Total Mensal (R\$)	Total Anual (R\$)
Trabalhador Permanente	1.300,00	780,00	2.080,00	24.960,00
Diarista (6 dias)	60,00	-	-	360,00
Total				25.320,00

Tabela 19 - Cargo, remuneração, encargos (60%), total mensal e total anual – sistemas ILP

Cargo	Remuneração (R\$)	Encargos (R\$)	Total Mensal (R\$)	Total Anual (R\$)
Trabalhador Permanente	1.300,00	780,00	2.080,00	24.960,00
Safrista (6 meses)	1.000,00	-	1.000,00	6.000,00
Diarista (6 dias)	60,00	-	-	360,00
Total				31.680,00

APÊNDICE D – FLUXOS DE CAIXA

Tabela 20 - Saídas, entradas, fluxo de caixa líquido e fluxo de caixa acumulado, no sistema 1

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saídas											
Investimentos											
Máquinas											
Trator	206.454,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semeadora	48.934,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulverizador	28.770,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roçadeira	7.783,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carreta Tanque	22.021,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carreta de carga	4.091,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cultivador/Adubador	8.091,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subtotal</i>	<i>326.148,14</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construções											
Galpão máquinas	34.294,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galpão insumos	27.435,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silo	13.717,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subtotal</i>	<i>75.447,91</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mão de obra	-	31.680,00	31.680,00	31.680,00	31.680,00	31.680,00	31.680,00	31.680,00	31.680,00	31.680,00	31.680,00
Custeio da safra	-	242.169,75	223.269,07	223.269,07	223.269,07	223.269,07	223.269,07	223.269,07	223.269,07	223.269,07	223.269,07
TOTAL SAÍDAS	401.596,05	273.849,75	255.309,07	255.309,07	255.309,07	255.309,07	255.309,07	255.309,07	255.309,07	255.309,07	255.309,07
Entradas											
Venda milho grão ¹	-	477.598,38	358.198,79	477.598,38	358.198,79	477.598,38	358.198,79	477.598,38	358.198,79	477.598	358.198
TOTAL ENTRADAS	-	477.598,38	358.198,79	477.598,38	358.198,79	477.598,38	358.198,79	477.598,38	358.198,79	477.598	358.198
FCL²	-401.596,05	203.748,63	102.889,71	222.289,31	102.889,71	222.289,31	102.889,71	222.289,31	102.889,71	222.289	102.889
FCA³	-401.596,05	-197.847,4	-94.957,71	127.331,60	230.221,31	452.510,62	555.400,33	777.689,64	880.579,35	1.102.868	1.205.758

¹Considerado o valor médio deflacionado (IGPDI – FGV), obtido da série histórica de 10 anos (IEA) de R\$31,82/saca milho grão de 60kg. Produtividade: 199 sacas/hectare.

²Fluxo de caixa líquido. ³Fluxo de caixa acumulado.

Tabela 21 - Saídas, entradas, fluxo de caixa líquido e fluxo de caixa acumulado, no sistema 2

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saídas											
Investimentos											
Máquinas											
Trator	206.454,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semeadora	43.896,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulverizador	28.770,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roçadeira	2.586,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carreta Tanque	22.021,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carreta de carga	4.091,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adubadora	7.598,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subtotal</i>	<i>315.421,76</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construções											
Galpão máquinas	34.294,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curral manejo	16.461,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silo	13.717,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerca fixa	115.752,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bebedouros	2.396,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subtotal</i>	<i>168.904,84</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Implantação pasto	-	79.187,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manutenção pasto	-	31.511,45	31.511,45	31.511,45	31.511,45	31.511,45	31.511,45	31.511,45	31.511,45	31.511,45	31.511,45
Mão de obra	-	25.320,00	25.320,00	25.320,00	25.320,00	25.320,00	25.320,00	25.320,00	25.320,00	25.320,00	25.320,00
Compra animais	-	413.082,64	1.060.107	1.060.107	1.060.107	1.060.107	1.060.107	1.060.107	1.060.107	1.060.107	1.060.107
Medicamentos	-	2.250,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00
Sal mineral	-	6.558,75	66.811,80	66.811,80	66.811,80	66.811,80	66.811,80	66.811,80	66.811,80	66.811,80	66.811,80
TOTAL SAÍDAS	484.326,60	478.722,83	1.201.751	1.201.751	1.201.751	1.201.751	1.201.751	1.201.751	1.201.751	1.201.751	1.201.751
Entradas											
Aluguel pastagem	-	30.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venda boi gordo ¹	-	469.919,82	1.271.971	1.271.971	1.271.971	1.271.971	1.271.971	1.271.971	1.271.971	1.271.971	1.271.971
TOTAL ENTRADAS	-										
FCL²	-484.326,60	21.196,9	70.220	70.220,0	70.220,0	70.220,0	70.220,0	70.220,0	70.220,0	70.220,0	70.220,0
FCA³	-484.326,60	-463.129,6	-392.909	-322.688,5	-252.468,0	-182.247,5	-112.026,9	-41.806,4	28.414,0	98.634,6	168.855,1

¹Considerado o valor médio deflacionado (IGPDI – FGV), obtido da série histórica de 10 anos (IEA) de R\$128,72/@. ²Fluxo de caixa líquido. ³Fluxo de caixa acumulado.

Tabela 22 - Saídas, entradas, fluxo de caixa líquido e fluxo de caixa acumulado, no sistema 6

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saídas											
Investimentos											
Máquinas											
Trator	206.454,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semeadora	48.934,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulverizador	28.770,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roçadeira	7.783,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carreta Tanque	22.021,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carreta de carga	4.091,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cultivador/Adubador	8.091,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subtotal</i>	<i>326.148,14</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construções											
Galpão máquinas	34.294,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galpão insumos	27.435,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silo aéreo	13.717,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curral manejo/tronco	43.092,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerca fixa	115.752,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bebedouros	2.396,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subtotal</i>	<i>196.340,45</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Implantação pasto	-	46.372,43	46.372,43	46.372,43	46.372,43	46.372,43	46.372,43	46.372,43	46.372,43	46.372,43	46.372,43
Manutenção pasto	-	33.700,23	33.700,23	33.700,23	33.700,23	33.700,23	33.700,23	33.700,23	33.700,23	33.700,23	33.700,23
Mão de obra	-	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00	31.320,00
Custeio da safra	-	203.816,77	-	203.816,77	-	203.816,77	-	203.816,77	-	203.816,77	-
Pecuária											
Compra animais	-	263.718,50	263.718,50	263.718,50	263.718,50	263.718,50	263.718,50	263.718,50	263.718,50	263.718,50	263.718,50
Medicamentos	-	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Sal mineral	-	4.372,50	4.372,50	4.372,50	4.372,50	4.372,50	4.372,50	4.372,50	4.372,50	4.372,50	4.372,50
TOTAL SAÍDAS	570.436,76	576.611,65	576.611,65	576.611,65	576.611,65	576.611,65	576.611,65	576.611,65	576.611,65	576.611,65	576.611,65
Entradas											
Venda milho grão ¹	-	472.026,4	472.026,4	472.026,4	472.026,4	472.026,4	472.026,4	472.026,4	472.026,4	472.026,4	472.026,4
Venda boi gordo ²	-	307.512,7	307.512,7	307.512,7	307.512,7	307.512,7	307.512,7	307.512,7	307.512,7	307.512,7	307.512,7
TOTAL ENTRADAS		779.539,1	779.539,1	779.539,1	779.539,1	779.539,1	779.539,1	779.539,1	779.539,1	779.539,1	779.539,1
FCL³	-570.436,76	194.738,68	194.738,68	194.738,68	194.738,68	194.738,68	194.738,68	194.738,68	194.738,68	194.738,68	194.738,68
FCA⁴	-570.436,76	-375.698,08	-180.959,39	13.779,29	208.517,97	403.256,66	597.995,34	792.734,03	987.472,71	1.182.211,3	1.376.950,1

¹Valor médio série histórica (IEA) de R\$31,82/saca milho grão de 60kg e ²R\$128,72/@. ³Fluxo de caixa líquido. ⁴Fluxo de caixa acumulado.