

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE BATATA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Claudio Fioreze

**Santa Maria, RS, Brasil.
2005**

TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BATATA

por

Claudio Fioreze

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo,
Área de Concentração em Processos Químicos e Ciclagem de Elementos,
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Ceretta

2005

Santa Maria, RS, Brasil.

© 2005

Todos os direitos autorais reservados a Claudio Fioreze. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor. Endereço: Av. Antonio Américo Vedoin, nº. 288, bairro Centro, Silveira Martins, RS, CEP 97110-680 Fone: 0 (XX) 55 3224-1080. Endereço eletrônico: fioreze2004@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE BATATA**

elaborada por
Claudio Fioreze

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Carlos Alberto Ceretta, Dr. (UFRGS - Brasil)
(Presidente/Orientador)

José Antônio Costabeber, Dr. (Córdoba - Espanha)

Leandro Souza da Silva, Dr. (UFRGS - Brasil)

Dilson Antônio Bisognin, PhD. (Michigan - EUA)

Santa Maria, 29 de agosto de 2005.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Leandra e aos nossos filhos João Paulo e Lorenzo, com quem compartilhamos a felicidade de viver e depositamos os nossos melhores sonhos.

Ao meu pai Sílvio, saudoso de sua serenidade e honradez, e à minha mãe Ignez, pelo enorme carinho, e porque doaram a vida a construir uma família com valores que muitíssimo me orgulham.

Aos meus colegas de Agronomia da UFSM, em especial aos da Turma 1984-A, de quem tenho grande saudade, principalmente daqueles que vislumbraram na profissão de engenheiro agrônomo a nobre missão de produzir alimentos e, mais que isso, o desafio de lutar para que essa produção não se torne insustentável.

Aos agricultores familiares, em especial aos muitos que convivi trabalhando arduamente no cultivo da batata, com toda sua alegria e sofrimento. Espero, humildemente, que esse trabalho possa ajudar a apontar caminhos e dar algum alento à sua caminhada.

AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram com este trabalho, em especial ao meu orientador Dr. Carlos Alberto Ceretta, parceiro e amigo, sempre atento e disponível; aos professores Drs. Dalvan Reinert, Danilo Rheinheimer dos Santos, Leandro Souza da Silva e Dilson Antonio Bisognin, pelo companheirismo e carinho permanentes.

A todos os colegas de pós-graduação, pela amizade e espírito científico demonstrados; aos bolsistas, pelo auxílio prestado, especialmente a Eduardo, Éder, Isabel Moreira, Elisandra, Cledimar e Priscila, agradeço sua enorme boa vontade e disponibilidade.

Aos meus colegas da EMATER/RS-ASCAR Francisco Roberto Caporal, José Antônio Costabeber, Zacheu Gomes Canelas, Gervásio Paulus e a todos que lutam por uma extensão rural agroecológica, pela inspiração. Agradeço de modo especial ao colega Luis Antônio Rocha Barcellos, que coordenou com dedicação e serenidade o Projeto RS Rural relacionado à pesquisa e, em seu nome, agradeço o apoio dos extensionistas rurais de Silveira Martins, Ivorá e Júlio de Castilhos.

Aos técnicos e funcionários da FEPAGRO, especialmente Sérgio Rubin, Angélica Wielewicki e José Geraldo Oselame, pelos muitos momentos de trabalho e amizade.

A amigo Paulo Pimenta, pelo apoio e pela oportunidade dados, meu reconhecimento pela coragem de lutar por um Brasil melhor, em todas as horas.

À direção da Associação dos Produtores de Batata da Quarta Colônia (ASBAT), pela parceria efetiva, e à comunidade de Silveira Martins, Berço da Quarta Colônia de Imigração Italiana do RS, que acolheu minha família e onde gosto de morar e viver.

“Vivemos num mundo conquistado, desenraizado e que não pode prosseguir *ad infinitum*. O futuro não pode ser uma continuação do passado e há sinais de que chegamos a uma crise histórica a ponto de destruir o próprio ambiente, ou seja, as fundações materiais da vida humana. Se a humanidade quer um mundo reconhecível, não pode ser pelo prolongamento do passado ou do presente. Se tentarmos construir o terceiro milênio nessa base, vamos fracassar”. ERIC HOBSBAWM. **A era dos extremos: o breve século XX** (1995).



“Somente buscando o impossível consegue-se realizar o possível. O ser humano não deve buscar o caminho da cura fora de si mesmo. Ele precisa redescobrir que a sua essência se encontra no cuidado”. LEONARDO BOFF. **Saber Cuidar** (1999).

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria

TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BATATA

Autor: CLAUDIO FIOREZE
Orientador: CARLOS ALBERTO CERETTA
Data e local da defesa: Santa Maria, 29 de agosto de 2005.

Este trabalho é decorrente da ação articulada entre técnicos da Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS-ASCAR), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO-RS), com agricultores familiares representados pela Associação dos Produtores de Batata da Região Central do RS (ASBAT). A pesquisa partiu da necessidade de avaliar práticas de manejo da produção de batata sob o enfoque sistêmico, buscando aumentar a sustentabilidade ambiental e sócio-econômica da produção deste tubérculo tão importante para a agricultura familiar e a segurança alimentar da Região Sul do Brasil. Adotou-se o paradigma científico da transição agroecológica, partindo-se do sistema convencional amplamente dominante no Brasil para o desenvolvimento de sistemas com sustentabilidade crescente. Os estudos principais concentraram-se em dois sistemas de produção: I - batata safra e II - batata safrinha, compostos de subsistemas de rotação de culturas (com culturas comerciais e plantas de cobertura do solo), de fertilização (orgânica, mineral ou ambas) e de manejo fitossanitário e de plantas daninhas. O objetivo principal do trabalho foi avaliar e desenvolver sistemas de transição agroecológica de produção de batata através do uso eficiente de adubos orgânicos, rotações e manejos de culturas e práticas alternativas disponíveis, buscando a melhoria da qualidade do solo, da produção e do meio ambiente. O experimento principal foi conduzido na FEPAGRO de Júlio de Castilhos – RS e outros experimentos complementares foram implantadas em propriedades de agricultores associados à ASBAT. Os resultados preliminares indicam haver grande possibilidade de diminuir o impacto ambiental da cultura da batata mediante sistemas de base ecológica; que foi viável a utilização de adubo orgânico isolado ou em combinação com adubos minerais para o cultivo de batata, principalmente a cama de frango; que nas condições experimentais foi possível produzir batata sem o uso de agrotóxicos no controle de doenças; por outro lado, o controle de pragas de solo constitui-se no maior entrave, onde os extratos, folhas e óleo das plantas testadas não foram eficientes; que não houve impactos importantes na qualidade do solo neste curto espaço de tempo da avaliação. Além disso, ficou evidente que a avaliação da sustentabilidade do uso de adubos orgânicos, caldas ecológicas e plantas de cobertura do solo só pode ser corretamente mensurada em experimentos de longa duração, sugerindo a imediata continuidade e o aprofundamento dos estudos, sob o risco de não se ter mais a bataticultura na agricultura familiar do RS, diminuindo a segurança alimentar da sociedade.

Palavras-chave: Agroecologia, sustentabilidade, adubação orgânica, rotação de culturas.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria.

AGROECOLOGICAL TRANSITION IN POTATO SYSTEMS PRODUCTION

Author: CLAUDIO FIOREZE

Adviser: CARLOS ALBERTO CERETTA

Dates and place of the defense: Santa Maria, 29 of august of 2005.

This work was done as an articulation program between technicians of EMATER-RS, UFSM and FEPAGRO-RS and small farmers of ASBAT. The research aimed to evaluate management practices of the potato production in a systemic approach to increase the environmental and partner-economic sustainability for small farmers and for alimentary security of the southern region do Brazil. The scientific paradigm of the agroecological transition was adopted, breaking itself of the conventional system - which is widely dominant in Brazil - for the development of systems with increasing sustainability. The main studies had been concentrated in two systems of production: I – spring season crop and II – fall season crop, composed of subsystems of crop rotation (with commercial cultures and soil-cover crops), of fertilization (organic, mineral or both) and crop protection management and harmful plants. The main objective of the work was to evaluate and develop these systems, especially the agroecological potato production system, from the efficacy of organics manures usage and practical available alternatives. This management should result in improvements of soil, products and environment quality with greater yield. The main experiment was carried out at FEPAGRO in Júlio de Castilhos - RS. Complementary experimental units were conducted small farms. The methodology, results and conclusions of the complementary studies are in Appendices. The general results allow preliminarily conclusions that it is viable for potatoes farmers to use organics fertilizers or in combinations with mineral fertilizers. In the experimental conditions, the disease control with pesticides was not necessary for potato. Insect control of soil-insect plagues consists in a serious impediment to implement the production system, because of no efficacy of the studied plant extracts. There was no impact in the potato quality, specially the physical and chemical soil properties, implying that the effects of the environmental and economic impact of organic fertilization, ecological control and covering plants can be correctly measured in long term experiments. Therefore, continuing increasing complexity of these studies are necessary in the future to keep potato production in small farms.

Key words: Agroecology, sustainability, organic fertilization, crop rotation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados alcançados com as principais culturas de grãos no RS (2003).....	16
Tabela 2 - Resultados alcançados com as principais olerícolas no RS (2003).....	16
Tabela 3 - Resultados alcançados com as principais frutíferas no RS (2003).....	16
Tabela 4 – Acúmulo máximo de nutrientes na cultura da batata nas safras das águas e da seca, cv. Atlantic. Itapetininga-SP. 2001 e 2002.....	29
Tabela 5 – Composição de NPK dos adubos orgânicos utilizados. UFSM. 2003.....	42
Tabela 6 – Produção de matéria seca, concentração e acúmulo de N nas culturas de nabo (+azevém) e de ervilhaca (+azevém). FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2002.	59
Tabela 7 - Matéria seca de plantas daninhas sob duas modalidades de manejo da palhada de ervilhaca (+ azevém) e nabo (+ azevém), aos 34 dias após a semeadura do milho.FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	60
Tabela 8 - Produtividade de grãos de milho com diferentes manejos mecânicos em sucessão ao nabo (+azevém) e à ervilhaca (+azevém). FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	61
Tabela 9 - Índice de eficiência de liberação de nutrientes (NPK) no solo a partir diferentes fontes de resíduos orgânicos em cultivos sucessivos. CQFS/NRS (2004).....	62
Tabela 10 – Recomendação e fornecimento potencial de NPK à batata safrinha com diferentes fontes e doses de adubo orgânico e mineral. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	63
Tabela 11 - Produtividade de tubérculos de batata na safrinha, cultivada em sucessão ao milho. FEPAGRO. Júlio de Castilhos-RS, 2003.....	64
Tabela 12 – Acúmulo de nutrientes pelos tubérculos na colheita da batata na safrinha. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	65
Tabela 13 – Efeito residual da adubação de batata na safrinha na produção de matéria seca e acúmulo de NPK na matéria seca de aveia. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	66
Tabela 14 – Produtividade de grãos de feijão em função do manejo da palha de aveia cultivada anteriormente ao feijão e do uso de herbicida biorgânico. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	67
Tabela 15 - Relação entre a adubação utilizada na cultura da batata-safrinha e a produtividade de tubérculos, de matéria seca da aveia e de grãos de feijão em sucessão. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS	68

Tabela 16 – Produtividade de grãos de soja em função dos tipos de manejos da palhada da aveia e do controle de plantas daninhas. FEPAGRO, J. de Castilhos-RS. Safra 2003/04.....	69
Tabela 17 - Relação entre a adubação utilizada na cultura da batata-safrinha e a produtividade de tubérculos, de matéria seca da aveia e de grãos de soja em sucessão. FEPAGRO, Júlio de Castilho-RS.....	69
Tabela 18 - Teores de matéria seca e concentração de nitrogênio nas culturas de azevém e aveia. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2002.....	70
Tabela 19 - Produtividade de grãos de soja em função dos tipos de manejos da palhada e do controle ou não de plantas daninhas com capina. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. Safra 2002/2003.....	71
Tabela 20 - Produtividade da batata-safra cultivada sob diferentes fertilizações, após plantas de cobertura de solo com ou sem o uso de caldas ecológicas. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, safra 2003.....	72
Tabela 21 – Quantidade recomendada e fornecimento potencial de nutrientes à batata- safra com fertilizantes orgânicos e adubo mineral. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, 2003.....	73
Tabela 22 – Produtividade e acúmulo de nutrientes em tubérculos de batata na colheita da safra. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	74
Tabela 23 – Produtividade de tubérculos, matéria seca e produtividade de milho cultivado em sucessão à batata safra. FEPAGRO Júlio de Castilhos, RS. 2003/2004.....	74
Tabela 24 - Efeito dos tratamentos de fertilização nos atributos físicos do solo. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2004.....	82
Tabela 25 – Produtividade de batata na unidade de validação do produtor Carlos Zottele, sob diferentes fertilizações. Val de Serra, Júlio de Castilhos-RS. 2004.....	96
Tabela 26 – Produtividade de batata sob diferentes fontes e doses de fertilizantes. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2004.....	97
Tabela 27 – Altura e emergência de plantas, número de furos por tubérculo e rendimento de batata em função dos tratamentos utilizados no sulco e parte aérea. Ivorá-RS. 2003.....	99
Tabela 28 - Danos causados por pragas de solo e produtividade de tubérculos de batata. Ivorá-RS. 2004.....	100
Tabela 29 – Teor de açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR), teor e acúmulo de potássio nos tubérculos. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2004.....	104
Tabela 30 – Teor e acúmulo de potássio em tubérculos de batata, cultivar Asterix, Val de Serra, Júlio de Castilhos-RS. 2004.....	103

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução da área e rendimento da batata no RS de 1976 a 2003 (IBGE).....	8
Figura 2 - Preços médios pagos aos produtores de batata do RS entre os anos 2000 e 2004 (EMATER/RS-ASCAR).....	10
Figura 3 – Esquema espacial e temporal do experimento principal, entre 2002 a 2004, na FEPAGRO de Júlio de Castilhos-RS.....	43
Figura 4 – Esquema experimental do sistema de produção I - batata safrinha. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2002 a 2004.	44
Figura 5 - Vista geral do cultivo de milho no sistema de produção I, com os sub-blocos capinado (C) e não capinado (NC). FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.....	47
Figura 6 – Esquema experimental do sistema de produção II - batata safra. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2002 a 2004.....	52
Figura 7 – Teores de potássio e de açúcares redutores em glicose em tubérculos de batata de em função da dose relativa de K ₂ O (Experimento I) e fontes orgânica e/ou mineral de nutrientes às plantas de batata (Experimento II).....	100
Quadro 1 - Sistema de produção I – Análise econômica do cultivo do milho sobre diferentes plantas de cobertura, safra 2002/03.....	76
Quadro 2 - Sistema de produção I - Análise econômica do cultivo da batata, safrinha 2003.....	76
Quadro 3 - Sistema de produção I – Análise econômica do cultivo da soja safra 2003/04.....	77
Quadro 4 - Sistema de produção I – Análise econômica do cultivo do feijão sobre cobertura de aveia, safra 2003/04.....	78
Quadro 5 - Sistema de produção II – Análise econômica do cultivo da soja, safra 2002/03.....	79
Quadro 6 - Sistema de produção II – Análise econômica da batata, safra 2003.....	80
Quadro 7 – Análise do solo (situação inicial) da área experimental da FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, maio de 2002.....	80
Quadro 8 – Análise do solo da área experimental da FEPAGRO, Júlio de Castilhos, RS, maio de 2004.....	81

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	A batata no contexto da agricultura familiar gaúcha.....	4
2.1.1	Situação atual da bataticultura	7
2.2	Desenvolvimento sustentável e agricultura	11
2.3	Transição agroecológica: do ideal ao possível	14
2.4	Enfoque sistêmico e pesquisa agroecológica.....	17
2.5	Do enfoque econômico da transição agroecológica	24
2.6	Bases para o manejo sustentável da nutrição da batata	27
2.6.1	Características agronômicas e nutricionais da batata.....	27
2.6.2	Manejo visando melhorar a qualidade do solo para a batata	30
2.6.2.1	Usando plantas de cobertura do solo.....	32
2.6.2.2	Aplicação de dejetos e esterco.....	33
2.6.3	Manejo de pragas, doenças e plantas daninhas.....	35
3	HIPÓTESE E OBJETIVOS	37
4	DA ORIGEM DO TRABALHO.....	38
5	MATERIAL E MÉTODO.....	40
5.1	Sistema de produção I - batata safrinha.....	44
5.1.1	Plantas de cobertura de inverno: ervilhaca e nabo forrageiro.....	45
5.1.2	Milho em sucessão a plantas de cobertura de inverno.....	45
5.1.3	Batata safrinha	47
5.1.4	Aveia preta em sucessão à batata safrinha.....	48
5.1.5	Feijão e soja em sucessão à aveia	48
5.1.5.1	Feijão em sucessão à aveia.....	48
5.1.5.2	Soja em sucessão à aveia.....	50
5.2	Sistema de produção II - batata safra.....	51
5.2.1	Plantas de cobertura de inverno: azevém e aveia.....	52
5.2.2	Soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno.....	53
5.2.3	Aveia preta como cobertura de solo de inverno.....	54
5.2.4	Batata-safra em sucessão à aveia preta	54
5.2.5	Milho safrinha e crotalária em sucessão à batata-safra.....	55
5.2.6	Centeio e pousio.....	56
5.3	Aspectos econômicos dos sistemas de produção I e II.....	56
5.4	Efeitos na qualidade do solo	57
5.4.1	Propriedades químicas	57
5.4.2	Propriedades físicas	58
5.4.3	Propriedades biológicas	58

6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
6.1	Sistema de produção I – batata safrinha	59
6.1.1	Plantas de cobertura de inverno: ervilhaca e nabo forrageiro.....	59
6.1.2	Milho em sucessão a plantas de cobertura de inverno.....	60
6.1.3	Batata safrinha	61
6.1.4	Aveia preta após a batata safrinha	66
6.1.5	Feijão e soja em sucessão à aveia	67
6.1.5.1	Feijão em sucessão à aveia.....	67
6.1.5.2	Soja em sucessão à aveia.....	68
6.1.6	Aveia em sucessão às culturas de verão.	70
6.2	Sistema de produção II - batata safra.....	70
6.2.1	Plantas de cobertura de inverno: azevém e aveia.....	70
6.2.2	Soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno.....	70
6.2.3	Aveia preta como cobertura de solo de inverno.....	71
6.2.4	Batata-safra em sucessão à aveia preta	72
6.2.5	Milho - safrinha em sucessão à batata-safra	74
6.2.6	Cultivo de centeio e pousio.....	75
6.3	Aspectos econômicos dos sistemas de produção I e II.....	75
6.3.1	Sistema de produção I.....	75
6.3.1.1	Milho.....	75
6.3.1.2	Batata safrinha.....	76
6.3.1.3	Soja após aveia preta.....	77
6.3.1.4	Feijão após aveia.....	78
6.3.2	Sistema de produção II.....	78
6.3.2.1	Soja após aveia preta e azevém.....	78
6.3.2.2	Batata-safra	79
6.4	Efeitos na qualidade do solo.....	80
6.4.1	Propriedades químicas	80
6.4.2	Propriedades físicas	81
6.4.3	Propriedades biológicas	82
7	CONCLUSÕES.....	83
8	GLOSSÁRIO	85
9	REFERÊNCIAS	90
10	APÊNDICES	95
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104

1 INTRODUÇÃO

Na região da Quarta Colônia, no centro do Estado do Rio Grande do Sul, o sistema de produção de batata envolve também as culturas de feijão, milho, soja e algumas pastagens de inverno. Alguns extensionistas rurais, pesquisadores e produtores da própria Associação de Produtores de Batata (ASBAT) vêm buscando desenvolver sistemas de produção que se enquadram no enfoque da transição agroecológica. Em 2002, o Programa RS RURAL, coordenado pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Governo Estadual, financiou um projeto de pesquisa por demanda justamente para impulsionar ainda mais este objetivo. O projeto existiu graças a uma parceria entre a ASBAT, a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO-RS) e a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS-ASCAR).

Este trabalho procurou inserir-se num movimento crescente no meio científico de abordagem sistêmica da pesquisa, para além da concepção fragmentária ainda hegemônica especialmente nas ciências agrárias. Atualmente, a fonte principal de conhecimentos resulta de experimentos em geral estanques, fragmentados, que desconsideram a interdisciplinaridade dos problemas e sem nenhuma ou com baixíssima participação dos agricultores. No caso dos estudos e pesquisas relativos ao cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.) esta visão restritiva muito fortemente, apesar de sua importância à segurança alimentar e de sua história vinculada à agricultura de base familiar. Na maioria absoluta das situações, os trabalhos de pesquisa se limitam a avaliar a eficácia técnica de produtos fitossanitários, de fertilizantes ou ainda de novos cultivares, gerando um tipo de informação particularizada que pouco ou nada contribuem para diminuir e reverter o intenso processo de exclusão dos pequenos produtores familiares da cadeia produtiva da batata.

No Brasil, particularmente no Rio Grande do Sul, onde a produção deste tubérculo sempre foi amplamente de origem camponesa, nos últimos anos muitos agricultores familiares abandonaram o cultivo da batata em função da crise estrutural do modelo produtivo, expresso pelo custo de produção elevado, sistema de comercialização perdulário, contaminação de pessoas envolvidas nas diferentes fases da cadeia produtiva e os altos riscos de contaminação ambiental. Observou-se, em consequência, que tem havido uma acentuada

diminuição da área plantada e principalmente do número de produtores na atividade, trazendo problemas sociais e econômicos para as tradicionais regiões produtoras do RS (e também em algumas regiões dos estados do PR, SC, MG e ES). Por outro lado, o aumento da produtividade física nas lavouras dos grandes empresários da batata, ainda garante o abastecimento regional e nacional deste tubérculo, mesmo às custas de um modelo social e ambientalmente insustentável.

Ao contrário do senso comum, o qual acredita que esta planta seja de origem européia (a famosa “batata inglesa”, mais precisamente), a batata é um vegetal nativo da região dos Andes, na América do Sul, aonde vem sendo cultivado há mais de seis mil anos pelas populações nativas que preservaram centenas de espécies. Porém, a exemplo de muitas outras plantas de lavoura conhecidas, também a “papa” andina foi levada à Europa pelos colonizadores e rapidamente se tornou um importante alimento em dezenas de países. Primeiramente na Grã-Bretanha, a batata logo se alastrou para quase todo o planeta e se transformou num dos componentes mais importantes da dieta humana e até mesmo da alimentação animal, em alguns casos (PEREIRA et al., 2003).

A cultura recebe altas doses de fertilizantes e agrotóxicos (REIS JR. et al., 2001) e níveis de irrigação e mecanização intensivas, o que normalmente é atribuído a uma manifestação de um tipo de agricultura moderna. A aplicação abundante de adubos e água de irrigação durante a condução da cultura da batata, também pode estar contribuindo para a contaminação do lençol freático. Como são utilizados em grandes quantidades na cultura da batata, os adubos, os agrotóxicos e outros insumos representam um significativo percentual dos custos de produção e permanente fator de risco econômico aos bataticultores familiares.

Existe, portanto, uma clara necessidade de desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável da cultura da batata, principalmente em relação ao uso mais eficaz de fertilizantes, à substituição gradativa dos agrotóxicos utilizados, ao uso racional da água de irrigação, à diminuição do tráfego de máquinas, entre outras. E para tal é necessária uma ativa participação de agricultores, técnicos e entidades nas definições destas estratégias. Na verdade, há que se buscar urgentemente o desenvolvimento de alternativas à crise da bataticultura, pondo em prática, através da produção científica, da experimentação participativa, da pesquisa aplicada, enfim, os princípios da transição agroecológica. Este conceito, apresentado por COSTABEBER (1998), com sua visão gradualista e construtivista dos vários níveis da transição (racionalização, substituição de insumos e redesenho de sistemas), é o que inspirou o presente trabalho.

Partiu-se da hipótese central de que o uso racional de fertilizantes orgânicos e minerais em sistemas de rotação de culturas bem planejados melhora a qualidade do solo e, por conseguinte, aumenta a produtividade, a rentabilidade e a eficiência fitossanitária dos sistemas de produção como um todo. Assim, procurou-se desenvolver e avaliar práticas de manejo integradas, desde a resposta à utilização de alguns adubos orgânicos e adubo mineral; do manejo dos restos culturais e da cobertura do solo; do uso de biofertilizantes associados às chamadas caldas ecológicas, de extratos vegetais, entre outros experimentos. Estas estratégias ou práticas alternativas e os seus arranjos, fazem parte de um enfoque sistêmico que tem uma história na região, iniciou muito antes da implantação a campo destes experimentos e, certamente, está inconcluso ainda. Trabalhar nesta lógica é evidentemente bem mais complexo e, muitas vezes, suscita mais dúvidas e apresenta mais necessidades de novas investigações do que apresenta respostas prontas ou novos pacotes tecnológicos.

O produto esperado deste trabalho é a impulsão de iniciativas concretas com o objetivo de aumentar a sustentabilidade da bataticultura via diminuição de desperdícios, redução da contaminação ambiental e, quem sabe, viabilização do retorno e/ou da continuidade da produção da batata na agricultura familiar gaúcha e brasileira.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo aborda-se o contexto histórico que levou à situação de crise estrutural da cadeia produtiva da batata, especialmente no segmento explorado pela agricultura familiar no Sul do Brasil e no RS. A seguir, procurou-se resgatar os principais enfoques de sustentabilidade dentro do processo de desenvolvimento geral e da agricultura em si, assim como considerações sobre o enfoque sistêmico na pesquisa e, especificamente, as possibilidades de aplicação do conceito da “transição agroecológica” na pesquisa agropecuária. Analisam-se os principais gargalos tecnológicos, ambientais e sócio-econômicos enfrentados pela bataticultura familiar gaúcha.

2.1 A batata no contexto da agricultura familiar gaúcha

O cultivo da batata tem passado por grandes transformações no RS e de resto em todo o Brasil, notadamente após a abertura comercial de nossa economia na década de 1990. O fenômeno da globalização econômica teve impactos diferenciados em nações e setores econômicos. A abertura do mercado brasileiro aos produtos agropecuários oriundos de países do Mercosul, em especial da Argentina, aprofundou ainda mais os efeitos econômicos e sócio-ambientais que já vinham se fazendo sentir com a crise estrutural do modelo de desenvolvimento rural implantado em quase todo mundo a partir da II Guerra Mundial.

Esse modelo, implantado quase mundialmente desde meados do século passado, ficou conhecido como “revolução verde”, ou ainda “modernização conservadora da agricultura”, e promoveu mudanças na base técnica da agricultura e nas relações sociais do campo, tendo como objetivo fundamental a industrialização ou padronização da agricultura. A base científica e tecnológica da chamada revolução verde assentou-se no uso intensivo e crescente de insumos de origem industrial, na mecanização das práticas agrícolas, e no melhoramento genético direcionado à produção de cultivares adaptadas ao ambiente e que fossem altamente responsivas aos insumos modernos (GRAZIANO DA SILVA, 1980; ALMEIDA, 1998). A revolução verde é tida como a culminância da primeira grande transição agroecológica da história mundial da agricultura, com o objetivo de controlar os processos biológicos na agricultura e diminuir a enorme variabilidade agroecológica local, até então determinante das formas tradicionais de fazer agricultura (COSTABEBER, 1998).

No caso da agricultura familiar, o impacto social e ambiental foi de tal ordem a ponto de transformar uma sociedade antes predominantemente rural em urbano-industrial. Inseridos de forma acelerada e diferenciada neste contexto de mudança através de várias políticas públicas (pesquisa, ensino, extensão, crédito rural, entre outras), os pequenos produtores de batata do Brasil, e de forma mais contundente no Estado do Rio Grande do Sul, passaram por um processo contraditório inerente à revolução verde: modernização (minoría) e exclusão (maioría) da cadeia produtiva. Estimativas apontam que o número de bataticultores na região Sul, que era de cerca de 100 mil em 1960, caiu drasticamente para menos de 25 mil no ano 2000; No Estado do RS, a queda foi de 50 mil para menos de 10 mil produtores, aproximadamente (FIOREZE, 2003).

Não houve, em contraposição, o lançamento de políticas públicas estruturais e de longo prazo, ou sequer a implantação de medidas compensatórias, as quais fossem capazes de enfrentar os grandes problemas sócio-econômicos da cadeia da batata. Pelo contrário, a situação se agravou ainda mais até o presente, ano após ano, safra após safra. No RS, restam praticamente só alguns nichos de pequenos produtores que ainda poderiam ser caracterizados como um modo de produção de batata de economia familiar, com uma significativa participação econômica de mercado na sua composição de renda.

É possível listar muitas razões para o agravamento da crise nos últimos anos, mas segundo expressam os próprios produtores e alguns técnicos do setor, as principais causas são os custos de produção cada vez mais elevados, os preços muito variáveis e as perdas na comercialização da batata. Estas perdas comerciais têm aumentado ainda mais os prejuízos dos produtores e são decorrentes de uma visão excessiva e desnecessariamente rigorosa dos comerciantes e consumidores, visão essa que prima e confunde qualidade como sinônimo de aparência externa dos tubérculos.

Devido a esses e outros fatores, tem-se margens líquidas muito baixas e riscos, em geral, muito altos, tornando muito frágil a situação do pequeno produtor de batatas. Em função disso, configurou-se um quadro desfavorável à produção de batata gaúcha para competir em escala com a produção do centro do País, tida como padrão de qualidade e eficiência. Nesta região, que tem um perfil agrário diferente e passou antes por estas transformações modernizantes, os chamados agentes da cadeia produtiva são melhor organizados, mais informados e articulados ao segmento comercial. Este conseguiu impor, primeiramente no Sudeste e depois em todo mercado nacional, um padrão de consumo de batata que é sinônimo de tubérculo branco, muito liso e brilhante e de formato oblongo, ou

seja, uma batata considerada de aparência perfeita. Tudo foi feito, reconheça-se, com competência comercial e alta produtividade física de suas extensas lavouras, mediante o uso de um pacote tecnológico muito intensivo, com produção intensiva ao longo de todo ano (são três safras: das águas, safrinha e de inverno), empregando doses muito elevadas de fertilizantes, pulverizações quase diárias de pesticidas, uso de batatas-semente importadas e frigorificadas e uma mecanização crescente das tarefas (desde irrigação em pivôs centrais à operações do plantio à colheita).

Em relação ao mercado, até meados da década de 1990 havia a existência de um mercado quase cativo para a batata de película rosa no RS, através das já conhecidas batatas rosa comprida (cv. Baronesa) e rosa maçã (cv. Macaca). Estas batatas eram uma marca da produção gaúcha de batata, mantida devido à forte presença de população rural em pequenas cidades e ao sistema de comercialização em pequenos armazéns e feiras. Nestes locais era comum a venda de batatas sem lavar, somente escovadas e em embalagens com pesos pré-definidos (de 2 ou 5 kg, normalmente), o que diminuía muito o índice de descarte. Porém, com a ascensão e o domínio das grandes redes de supermercados, que exigem padronização e escala, a batata passou a ser vendida lavada e lustrada, sempre a granel. A partir de então a batata gaúcha passou a perder terreno fortemente para a produção oriunda do centro do País e, na década de 1990, para a batata da Argentina. Outros fatores que restringiram o mercado foram o advento de produtos industrializados de batata, como as batatas pré-fritas congeladas, chips e palha, e o conceito ambiental negativo do tubérculo perante o consumidor em geral, preocupado com os efeitos dos resíduos de agroquímicos na sua saúde, fazendo com que a trocasse por outros produtos. Diante deste quadro, o que se verifica no RS é a redução dramática da lavoura de batata, principalmente neste segmento da agricultura familiar que se convencionou chamar de produção colonial.

Alternativas, como a produção orgânica e as novas formas de comercialização, vêm sendo utilizadas há alguns anos, mesmo que timidamente, sinalizando uma tentativa de reação de alguns setores ligados à assistência técnica, pesquisa, e organizações de pequenos produtores. Porém, esse processo ainda está num ritmo e abrangência muito aquém daquele necessário para fazer frente à marginalização dos bataticultores do tipo familiar. No entanto, esta produção hegemônica que podemos chamar de modelo convencional ou empresarial, não é um padrão sustentável por si só, nem do ponto de vista energético (COSTA BEBER, 1989), sócio-econômico (FIOREZE, 2003) e menos ainda no que tange a sustentabilidade ambiental (PIMENTEL, 1993). O resultado deste modelo “é um sistema artificial e instável

que requer a intervenção humana constantemente para seu funcionamento” (DAROLT, 2003). Esta instabilidade vem se manifestando pelo agravamento da maioria dos problemas relacionados ao controle de pragas, doenças, plantas invasoras, à perda de fertilidade do solo, à erosão e a outros entraves que ao mesmo tempo são acompanhados de um aumento de custos financeiros e ambientais, mesmo que haja um aumento de produtividade.

Este modelo tem imposto perdas comerciais enormes e insuportáveis aos pequenos bataticultores nos últimos anos, trazendo um notório desânimo ante a perspectiva de agravamento deste quadro. Pode-se afirmar por tudo isso que é um caminho perigoso por desconsiderar tudo aquilo que seria minimamente razoável e aceitável do ponto de vista da sustentabilidade. Num país com tantas carências como o Brasil, com milhões de desempregados na cidade e no campo, deve-se perguntar: qual a preocupação com a sustentabilidade e a soberania alimentar existe num sistema de produção considerado moderno, mas onde milhares de produtores são alijados a cada ano, onde os custos de produção são crescentes, no qual o desperdício da produção é enorme e, finalmente, os danos ambientais e à saúde dos produtores e consumidores são preocupantes?

2.1.1 Situação atual da bataticultura

A batata atingiu em 2000 uma área plantada de aproximadamente 18 milhões de hectares e uma produção de 301 milhões de toneladas, segundo a FAO (www.fao.org). No Brasil, o IBGE (www.ibge.gov.br) aponta que em 2003 a cultura, apesar de ocupar uma área cultivada pequena de 151.982 ha, chegou a uma produção de 3,09 milhões de toneladas, com um valor da produção ao redor de R\$ 1,594 bilhão, ou seja, mais de R\$ 10 mil ha⁻¹. A produtividade média do Brasil neste mesmo ano foi de 20,3 t ha⁻¹, sendo que o Estado de Minas Gerais, que vem se destacando nos últimos cinco anos, apresentou as melhores produtividades (25,1 t ha⁻¹) e a maior área plantada (40 mil ha). No RS, os dados oficiais relativos à área cultivada são provavelmente superestimados, porém são os únicos que estão disponíveis e neles pode-se verificar a forte tendência de declínio na área cultivada: em 1976, a área foi de 63.200 ha, se manteve ao redor de 50.000 ha entre 1980 e 1997, quando então começou uma trajetória de forte queda, chegando a apenas 29.000 ha em 2003 (ver Figura 1). Atualmente a área deve ser ainda menor. Portanto, no período (1976 a 2003), a área plantada de batata no RS teve uma drástica diminuição de 55% (34 mil ha), o que é muito impactante em se tratando de produção familiar. Por outro lado, houve um aumento da

produtividade de 61%, passando de 6.325 kg ha^{-1} para $10.205 \text{ kg ha}^{-1}$, ainda assim chegando apenas à metade da média nacional.

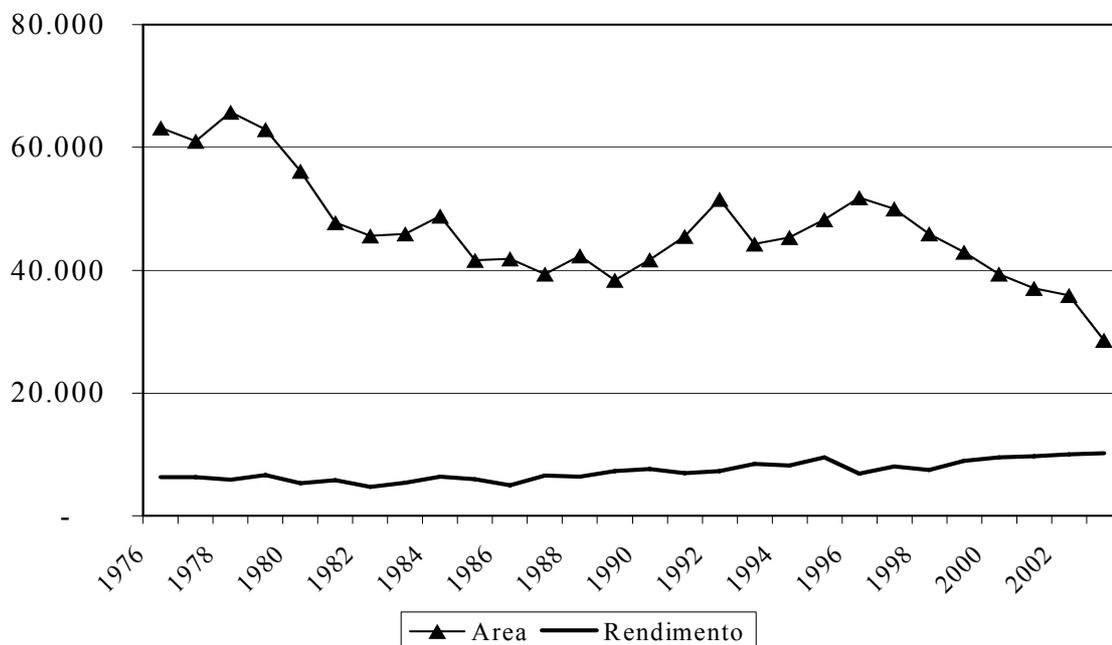


Figura 01 - Evolução da área e rendimento da batata no RS de 1976 a 2003 (IBGE).

Esse aumento expressivo na produtividade amenizou parcialmente a perda global no volume da produção gaúcha de batata, que ainda assim diminuiu em 27% (108.000 t). Porém, no Centro do País, especialmente nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e mais recentemente na Bahia, houve aumento tanto da área cultivada como da produtividade, consolidando ainda mais a liderança desta região no mercado nacional. Em Minas Gerais, ocupando principalmente os planaltos da região do Triângulo Mineiro, a área e a produtividade da batata cresceram 39 e 26%, respectivamente.

No RS houve profundas mudanças na geografia da produção de batata na década de 90. Municípios considerados pólos regionais tradicionais da produção de batata, como São Lourenço do Sul e Pelotas (Região Sul), Carlos Barbosa e Garibaldi (Região Serra) e Silveira Martins e Júlio de Castilhos (Região Central) sofreram grande redução na área cultivada. Por outro lado, mesmo não compensando a área e o número de produtores envolvidos, houve forte incremento do cultivo de batata no novo pólo de produção do RS: a região dos Campos de Cima da Serra (Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e São José dos Ausentes). Porém, apesar destas regiões apresentarem maior potencial de clima e solos para

obtenção de altos rendimentos, este avanço vem preocupando técnicos e produtores. Isto porque, conforme o zoneamento agroclimático da cultura da batata (AMARAL, 2003), a Região dos Campos de Cima da Serra é tida como a mais apta para a produção de batata-semente de qualidade, condição esta que está sendo seriamente ameaçada pela proximidade entre lavouras comerciais e campos de produção de semente, com todo o risco de contaminação por doenças e pragas daí decorrente.

Do ponto de vista econômico, estima-se que aproximadamente 60 a 70% das lavouras de batata no RS têm caráter comercial, ou seja, são destinadas ao mercado e aplicam um nível tecnológico de mediana complexidade: usam sementes de boa qualidade (oriundas de sementes certificadas e básicas), fazem um controle fitossanitário mais intensivo, lançam mão de mecanização (parcial) e muitas vezes empregam equipamentos de irrigação (inclusive de aparelhos autopropelidos).

Porém, existem áreas significativas de batata localizadas em várias regiões coloniais do Estado, mas pulverizadas em pequenas lavouras onde a principal finalidade é a produção para a subsistência familiar. Nestas áreas a produtividade é muito baixa, o que é atribuído a limitações de solo e clima e a um nível tecnológico considerado baixo, principalmente pelo uso de batata-semente muito miúdas (“refugos”), na maioria das vezes contaminadas com bacterioses (“murchadeira”) e viroses (“crespeira”), praticamente sem controle de pragas e doenças, com deficiência hídrica, etc. (FIOREZE, 2003).

Dados coletados junto a produtores de diversas regiões, mostram que o custo de produção está atualmente entre R\$ 5 mil a R\$ 10 mil por hectare (equivalente a US\$ 2 mil a US\$ 4 mil) dependendo muito do nível tecnológico utilizado. Algumas regiões informam valores um pouco abaixo do mínimo, mas normalmente não consideram itens importantes do custo de produção, como a depreciação e a mão-de-obra própria. Devido à baixa produtividade e ao altíssimo índice de descarte comercial nas máquinas de beneficiamento da batata ou “lavadoras” (em torno de 30%, mas podendo chegar a 50%), o custo médio unitário de produção fica entre US\$ 8 a 10 o saco de 50 kg, aproximadamente. O gráfico 2 a seguir, mostra que em muitas ocasiões nos últimos anos o preço recebido pelos produtores situou-se abaixo do custo de produção, trazendo prejuízos diretos e aumentando sua descapitalização pela sucessão de safras ruins.

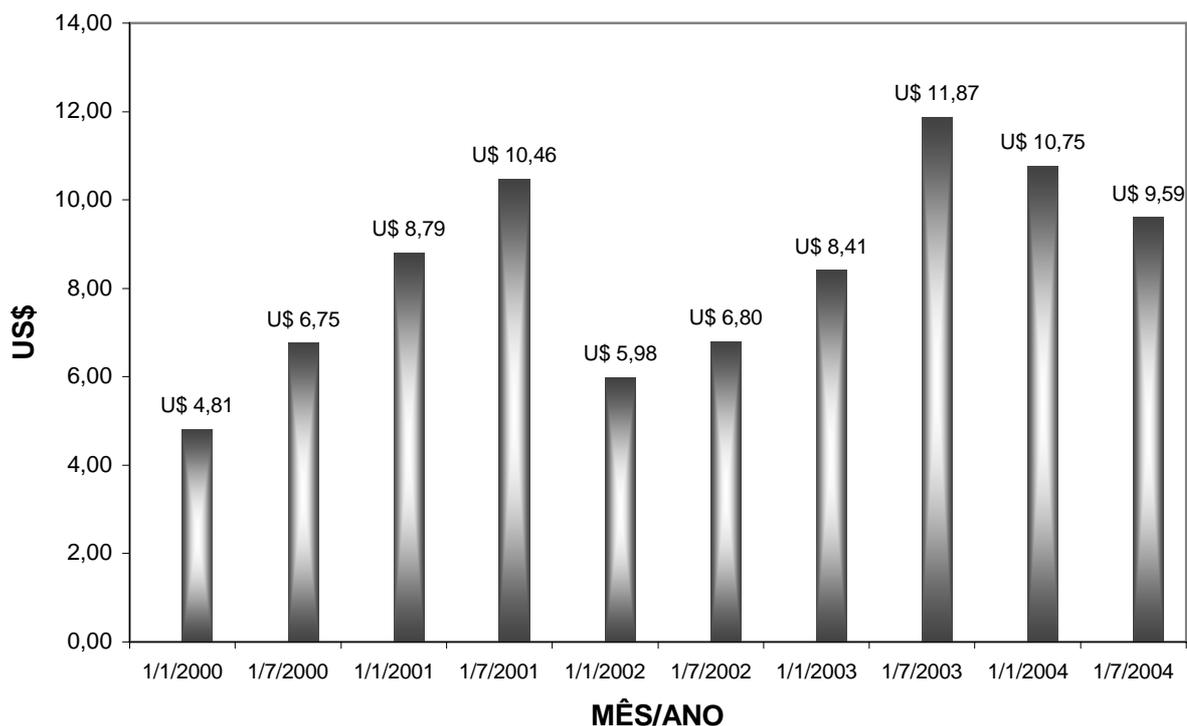


Figura 2 - Preços médios pagos aos produtores de batata do RS entre os anos 2000 e 2004 (EMATER/RS –ASCAR, 2004).

Por outro lado, sob o aspecto ambiental, o modo convencional de produção de batata pode ser considerado junto com tomate, maçã, uva e outras hortícolas, como um dos sistemas agrícolas mais agressivos ao ambiente e ao homem. Em média no Brasil os produtores de batata fazem de 10 a 25 aplicações de agrotóxicos ($\text{U\$ } 413 \text{ ha}^{-1}$) e aplicam 2.811 kg ha^{-1} de adubo mineral, de acordo com a Associação Brasileira da Batata (www.abba.com.br). A quantidade de insumos aplicada no RS e na região central é e sempre foi menor, mas também vem crescendo ao longo das décadas. O uso de adubo mineral nesta região já ultrapassa os 2.000 kg ha^{-1} , sendo mais comuns as fórmulas 7-11-9 e 4-14-8, seguido da uréia e sulfato de amônio ($100 \text{ a } 250 \text{ kg ha}^{-1}$) em cobertura.

Os agrotóxicos também são empregados em grandes quantidades na bataticultura: inseticidas no sulco de plantio ou na parte aérea durante o ciclo vegetativo; herbicidas pré e pós-emergentes e dessecantes; fungicidas preventivos e sistêmicos e, às vezes, bactericidas e bacteriostáticos. Também são usados outros produtos químicos, alguns muito perigosos para a saúde, como os estimulantes da brotação dos tubérculos-semente (bissulfureto de carbono).

O solo, por sua vez, é submetido a uma intensa mobilização e sofre várias operações com máquinas, animais e pessoas, conforme o nível tecnológico empregado. Essas operações

iniciam com o preparo do solo, normalmente com uma aração e/ou escarificação e mais duas gradagens; depois, seguem-se o plantio e a amontoa feitos na região de forma mecanizada, semi-mecanizada ou, menos comumente hoje, à tração animal; muitas pulverizações de agrotóxicos, mais de uma dezena normalmente; e finalmente completam o quadro as operações finais de colheita manual ou semi-mecanizada e de transporte. Com isso, a terra fica por muito tempo desnuda e conseqüentemente mais vulnerável aos efeitos do tráfego, da chuva e do sol, tornando impossível evitar significativas perdas solo e água por erosão em todas as fases do cultivo. Junto com a água e o solo são carregados resíduos de agrotóxicos e de fertilizantes solúveis, agravando os danos ambientais. Muitas vezes o período de carência de certos pesticidas não é observado, fazendo com que seja considerável a possibilidade de encontrar níveis altos destes resíduos no produto comercial.

2.2 Desenvolvimento sustentável e agricultura

Das crises do modelo de desenvolvimento vigente nascem, como um movimento de revisão e contestação, conceitos como os de desenvolvimento sustentável e de agricultura sustentável. A preocupação com o desenvolvimento sustentável seria um sinal claro de que o modelo de desenvolvimento atual é insustentável ou inadequado do ponto de vista econômico, social e ambiental. É o reconhecimento de que os recursos naturais são limitados e que o desenvolvimento deve trilhar um caminho de maior justiça social (MENEGHETTI, 2001).

Existem muitas definições de desenvolvimento sustentável, mas todas convergem no sentido de que o desenvolvimento deve conciliar o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais por um longo período de tempo. Para alguns, o desenvolvimento sustentável se dá pela simples mudança de paradigma tecnológico, enquanto que para outros ele dependerá de mudanças mais amplas, que passam inclusive pela superação do industrialismo.

A concepção de um desenvolvimento sustentável que garanta a diversidade natural e social sinaliza para o sentido oposto da concepção econômica ou ecotecnocrática. CAPORAL e COSTABEBER (2004) defendem que a corrente ecossocial, ao contrário, propõe uma mudança no sistema dominante em favor de estratégias descentralizadas, compatíveis com as condições ecológicas e capazes de incorporar as identidades étnicas e valores culturais. Na verdade, o desenvolvimento econômico não sobreviverá sem os sistemas ecológicos que lhe dão sustentação. Há uma complementaridade indissociável entre

ambos, a que os autores chamam de coevolução dos sistemas sociais e biológicos, de tal forma que a sustentação de um depende estruturalmente do outro.

Embora possa ser considerado um pouco vago ou impreciso, o conceito de desenvolvimento sustentável apresentado no famoso “Relatório Bründtland” à Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1972, é tido como um clássico:

“A humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável, de garantir que ele atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem as suas. O conceito de desenvolvimento sustentável tem limites, não absolutos, mas impostos pelo estágio atual da tecnologia e da organização social no tocante aos recursos ambientais e à capacidade da biosfera absorver os efeitos da atividade humana”. (FGV, 1991)

Aprofundando um pouco mais o conceito, todo o planejamento do desenvolvimento sustentável deve levar em conta cinco dimensões (MENEGETTI, 2001):

a) *sustentabilidade social*, onde o crescimento está a serviço da construção de uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e bens, de modo a reduzir as diferenças entre ricos e pobres;

b) *sustentabilidade econômica*, através da alocação mais eficiente dos recursos públicos e privados, avaliada em termos macrosociais e não apenas através do critério da rentabilidade empresarial de caráter microeconômico;

c) *sustentabilidade ecológica*, dada pela capacidade de suporte dos ecossistemas, pela redução do uso dos recursos não-renováveis, pela redução da emissão de resíduos, pelo equilíbrio no consumo dos recursos naturais entre países ricos e pobres, pela pesquisa de tecnologias menos poluidoras, de baixo custo e eficientes, tanto para o meio rural como para o meio urbano, e finalmente, ela é dada pelas normas adequadas que visem a proteção do ambiente;

d) *sustentabilidade espacial*, dirigida à obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas;

e) *sustentabilidade cultural*, que inclui a procura de raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, processos que busquem mudanças dentro da continuidade cultural e que traduzam um conjunto de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área.

Outros autores acrescentam ainda uma sexta dimensão, indissociável ao conceito de desenvolvimento sustentável, qual seja, a *sustentabilidade ética*, no sentido da construção da

ética da solidariedade entre as gerações atuais e destas para com as futuras gerações (CAPORAL e COSTABEBER, 2002).

No caso específico da agricultura, os sinais claros de degradação ambiental e ineficiência energética dos sistemas produtivos, a pressão dos consumidores sobre o governo no sentido de zelar pela qualidade e salubridade dos alimentos e a preservação do ambiente, levaram a repensar os fundamentos da moderna agricultura. Sem dúvida, as ONGs tiveram papel importante a partir da segunda metade dos anos 80. Os que pregavam uma alternativa à agricultura moderna argumentavam que o modelo de agricultura desenvolvido, até então, era insustentável e era preciso buscar formas de agriculturas sustentáveis. Deste embate, ainda que não tenha havido avanços muito significativos destes estilos de agricultura sustentável, ficou de positivo a noção de sustentabilidade, que cada vez mais passa a fazer parte dos meios agrônômicos e se tornou uma espécie de objetivo comum, principalmente na sociedade americana e europeia, espalhando-se posteriormente pelo mundo. Mesmo havendo uma diversidade de definições a respeito de agricultura sustentável, EHLERS (1996) afirma que todas as definições incorporam conceitos como a manutenção em longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola, o mínimo de impactos adversos ao ambiente, retorno econômico adequado aos produtores, otimização da produção das culturas com mínimo de insumos químicos, satisfação das necessidades humanas de alimentos, atendimento das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais.

A busca da sustentabilidade na agricultura é defendida basicamente por duas correntes de pensamento. A primeira corrente, chamada de ecotecnocrática, pode-se dizer que domina o meio técnico-científico e econômico e aposta nos avanços da biotecnologia para superar as barreiras biológicas impostas à produção agrícola. A biotecnologia levaria ao aumento da produtividade e produção, sem pressionar o ambiente. Esta forma de sustentabilidade, porém, está assentada no mesmo paradigma da moderna agricultura, ou seja, na monocultura, ausência de diversidade biológica e cultural, o que não garante níveis crescentes de sustentabilidade a médio e longo prazo, sendo, por isso, denominada pelos seus críticos como Revolução Verde-Verde, Intensificação Verde ou ainda “greening process”. A segunda corrente, a ecossocial, se contrapõe ao modelo químico-mecanizado, preocupando-se tanto com os aspectos tecnológicos como com os componentes econômicos e sociais dos agroecossistemas. Neste ambiente de busca e construção de novos conhecimentos, nasceu a Agroecologia, a qual muito mais do que um tipo de agricultura, política pública ou “opção de vida”, como confundem ou idealizam alguns, é na verdade um novo enfoque científico

capaz de dar suporte à transição para estilos de agriculturas sustentáveis e para o estabelecimento de processos de desenvolvimento rural sustentável.

Embora a sustentabilidade da agricultura seja defendida e almejada por diferentes setores produtivos e segmentos sociais, para alguns autores ela ainda se apresenta utópica (ASSAD e ALMEIDA, 2004). Para eles, as alternativas de manejo agrícola que permitem minimizar danos ambientais esbarram muitas vezes em interesses econômicos distintos e que nem sempre estão associadas à sustentabilidade social. Por isso que a sustentabilidade está se impondo muito mais pelo aporte da questão ambiental do que pelo lado da justiça social.

2.3 Transição agroecológica: do ideal ao possível

A sustentabilidade é um desafio grandioso e inadiável para governos e para a sociedade em toda a Terra. A dimensão estratégica da sustentabilidade está na criação de uma cultura ecológica que motive e mobilize tanto as instituições encarregadas das políticas públicas, como seja igualmente incorporada pelas organizações da sociedade civil e por outros agentes sócio-econômicos e políticos direta ou indiretamente relacionados com a agricultura (ALMEIDA e NAVARRO, 1998). Os autores estimam que isso levará algum tempo, porém é necessário que se traduzam no curto prazo em metas políticas e em pautas de cooperação do Estado com a sociedade civil, no sentido de reverter os paradigmas que dão sustentação ao modelo da agricultura atual e, ao mesmo tempo, de criar condições para o aparecimento de um novo paradigma para o desenvolvimento agrícola. Esta mudança de paradigma requer ações de transição de curto e médio prazo, mas é imprescindível a participação da sociedade através do seu largo espectro de organizações.

A construção de uma agricultura de base ecológica, capaz de garantir a oferta de alimentos em quantidade para todos e a todo o momento, constitui um desafio que, para avançar, exige a presença do Estado através de políticas públicas animadoras do processo de transição agroecológica e, especificamente, promotoras de avanços tecnológicos (...) para superar barreiras de escala em áreas de agricultura familiar (COSTABEBER e CLARO, 2004). Portanto, o conceito de transição agroecológica é fundamental ser compreendido estrategicamente, superando o sectarismo e o romantismo muitas vezes reinante. Várias publicações de CAPORAL e COSTABEBER (2000, 2001, 2002 e 2004) conceituam a transição agroecológica como um processo gradual de mudança no manejo dos agroecossistemas; um processo não linear, contínuo e crescente no tempo, mas sem ter um momento final determinado; um processo, enfim, que tem como meta a passagem de um

modelo convencional a outro que incorpore princípios, métodos e tecnologias de base ecológica.

No Rio Grande do Sul, especialmente a partir do período 1999-2002, os debates e as ações no campo do Desenvolvimento Sustentável e da Agroecologia tiveram um forte apoio governamental. Foram várias as políticas públicas implantadas para o avanço deste enfoque, como por exemplo, os Programas Rio Grande Ecológico, RS Rural, Agroindústria Familiar, Programa Sabor Gaúcho, RS Pescadores, Quilombolas e Indígenas, Programa de Formação de Agricultores, entre outros. Também houve muitos eventos de formação relacionados direta e indiretamente, como as quatro edições do Fórum Social Mundial (2001, 2002, 2003 e 2005) e, mais especificamente, os Seminários Estadual (6 edições) e Internacional (5 edições), e os Congressos Brasileiros sobre Agroecologia (2 edições), realizados no período de 1999 a 2004. Outro marco importante foi a publicação da Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, editada pela EMATER-RS/ASCAR, mas presentemente interrompida.

Analisando o estágio da transição agroecológica das principais culturas de grãos, oleícolas e frutíferas no RS, PAULUS e PINHEIRO MACHADO (2004) adotaram a noção de *níveis* de transição, adaptando-a da proposição originalmente formulada por GLIESSMAN (2000). Assim, convencionaram-se três categorias de públicos assistidos pela extensão rural oficial:

- a) *Convencional* (agricultores que vêm, simplesmente, reduzindo o uso de insumos químicos por razões econômicas ou outras);
- b) *Transição* (agricultores que vêm realizando processos de substituição de insumos químicos por insumos alternativos de base ecológica);
- c) *Redesenho* (agricultores que, a partir de um enfoque ecológico e sistêmico, estão realizando simultaneamente e de forma integrada, diversos processos, tais como: manejo ecológico do solo, rotação e diversificação de culturas, integração de sistemas agrícolas e de criação animal, florestamento e reflorestamento conservacionista, manejo de sistemas agroflorestais, entre outras técnicas e práticas agrícolas de base ecológica).

O resultado do levantamento realizado pela EMATER-RS-ASCAR em todos seus escritórios municipais encontra-se resumido nas tabelas 1 a 3 adiante.

Tabela 1 – Transição agroecológica: resultados alcançados com as principais culturas de grãos no RS (2003).

Cultura	Agricultores assistidos (nº)			Área assistida (ha)		
	Convencional	Transição	Redesenho	Convencional	Transição	Redesenho
Arroz	2.012	673	224	23.152	3.768	327
Feijão	13.797	3.733	1.360	18.435	3.738	1.054
Milho	45.575	8.260	1.795	218.204	30.439	5.765
Soja	22.198	3.406	479	298.785	29.083	1.606
Trigo	6.125	1.698	202	53.649	8.823	711

Tabela 2 - Transição agroecológica: resultados alcançados com as principais olerícolas no RS (2003).

Cultura	Agricultores assistidos (nº)			Área assistida (ha)		
	Convencional	Transição	Redesenho	Convencional	Transição	Redesenho
Alho	705	276	89	710	45	12
Batata	1.790	514	149	1.944	160	60
Cebola	1.507	520	1.795	902	198	58
Tomate	1.095	412	285	559	93	57

Tabela 3 - Transição agroecológica: resultados alcançados com as principais frutíferas no RS (2003).

Cultura	Agricultores assistidos (nº)			Área assistida (ha)		
	Convencional	Transição	Redesenho	Convencional	Transição	Redesenho
Banana	1.403	253	153	4.716	792	327
Bergamota	1.079	1.140	285	2.382	1.684	639
Figo	403	270	69	293	299	54
Laranja	3.262	1.915	518	4.828	2.399	788
Morango	708	216	71	158	47	17
Pêssego	1.345	693	77	2.061	1.306	54
Uva	6.363	2.775	532	12.300	3.154	420

2.4 Enfoque sistêmico e pesquisa agroecológica

Uma das grandes questões propostas pela Agroecologia, segundo COSTA GOMES & BORBA (2004), é a necessidade de uma revisão metodológica que permita superar a aplicação linear da estrutura metodológica das ciências naturais, incorporando também as ciências sociais, pois se o que interessa é a promoção de uma relação mais harmoniosa entre a sociedade e a natureza, então é necessário trabalhar com métodos que expliquem a sociedade e não só aqueles que ensinam a dominar a natureza. Os autores seguem contestando os métodos tradicionais de pesquisa, onde o rito sagrado é o controle das variáveis e o rigor experimental, que, se por um lado são importantes para a análise estatística, por outro provocam o distanciamento entre os pesquisadores e o meio real onde operam os agricultores, levando ao completo esquecimento de determinados públicos. Seguindo, defendem a necessidade de incorporar metodologias pouco usadas na pesquisa agropecuária, princípios de pesquisa participativa, de pesquisa/ação, ferramentas de diagnóstico participativo, leitura de paisagem, etc., enfim do método dialógico de Paulo Freire, permitindo o reencontro de produtores e usuários do conhecimento, fazendo com que o cientista assuma seu caráter cidadão, “saindo do laboratório e da parcela experimental” para atuar junto e com os agricultores.

Um dos pressupostos fundamentais da pesquisa em Agroecologia é tratar da dimensão tecnológica com a devida importância, já que é aqui que a maioria dos agricultores que inicia a transição agroecológica enfrenta os maiores problemas e têm as maiores expectativas. A estratégia tecnológica da Agroecologia é muito mais do que um conjunto de práticas a serem usadas na produção limpa. Ela tem como primeiro passo a transição de um enfoque disciplinar para um enfoque temático, com a transversalidade de todas as disciplinas. Requer níveis mais profundos de entendimento dos processos biológicos, dos fluxos de energia e matéria e das relações sócio-econômicas para a produção de tecnologia; isso demanda especialistas sim, porém as pesquisas devem ser complexas e não reducionistas (COSTA GOMES e BORBA, 2004):

“A compreensão de muitas coisas que ocorrem nos campos da fisiologia, da microbiologia, da bioquímica, entre outros, é que vai proporcionar as condições tecnológicas para a transição agroambiental. Talvez seja esta a mais marcada diferença entre os sistemas agroecológicos e os sistemas convencionais de agricultura é que, ou seja, enquanto os sistemas convencionais são cada vez mais intensivos em insumos químicos e energéticos, em capital, os sistemas sustentáveis agroecológicos são intensivos em conhecimentos (...). Não existe um determinismo tecnológico, científico ou econômico. Tudo é questão de concertação social”.

As várias correntes de agriculturas de base ecológica ou sustentável procuram adotar *enfoque sistêmico*, no qual cultivos e criações não são vistos ou analisados de forma isolada, mas sim integrados em uma unidade de produção ou, em escala maior, em um sistema agroecológico (agroecossistema). Neste tipo de enfoque, as atividades são organizadas visando otimizar todas as relações existentes no *sistema de produção* (SP). O conceito adotado de SP é a combinação entre terra e força de trabalho, com fins de produção vegetal e animal, comum a um conjunto de unidades de produção agrícolas, caracterizando os sistemas de produção agrícola, os quais são integrantes do sistema agrário¹. Assim sendo, a *unidade de produção* também pode ser considerada como um sistema caracterizado por: a) limites: jurídicos, físicos, históricos, econômicos, espaciais; b) um conjunto de elementos: força de trabalho, capital e recursos naturais; c) interações dinâmicas; d) processos de informações, materiais e energia: referencial técnico, utilizando energia animal, mecânica e humana, recursos de capital ou naturais; e) relação dinâmica com o exterior: por meio do crédito, da extensão, da pesquisa e outros. Em relação a este enfoque sistêmico, existem alguns princípios comuns reconhecidos que perfazem a *ética orgânica*, que são enumerados e tem sua importância explicada por DAROLT (2003):

- a) *solo como fonte de vida*: a qualidade e o equilíbrio da fertilidade do solo (manutenção de níveis de matéria orgânica, promoção da atividade biológica, reciclagem de nutrientes e intervenção controlada sem destruição do recurso natural) são essenciais para a sustentabilidade da agricultura. A saúde humana e animal estão diretamente ligadas à saúde global deste patrimônio.
- b) *alimentar o solo, não a planta*, pois plantas, animais e seres humanos saudáveis resultam de um solo equilibrado e biologicamente ativo.
- c) *prevenção*, pois a agricultura orgânica procura superar problemas como pragas, doenças e invasoras por meio de medidas preventivas. Neste contexto, o fundamental é conhecer profundamente as causas do problema e não simplesmente combater os efeitos.
- d) *sistemas diversificados de produção*, pois uma monocultura é instável biológica e ambientalmente. A busca de *independência* do agricultor e da comunidade, sobretudo em relação a insumos externos; o respeito à *saúde* de agricultores, consumidores e do ambiente e o respeito à natureza, pelo entendimento das leis da ecologia.

¹ Ver glossário.

Este enfoque é, portanto, mais amplo e não pode ser confundido com uma receita ou um “eco-pacote”, pois dessa forma permaneceria com a mesma lógica do sistema convencional. Justamente o que faz a agricultura orgânica diferente da convencional é o enfoque, e não os métodos ou insumos específicos. Feita esta ressalva, para haver uma transição ou conversão de sistemas convencionais para sistemas sustentáveis, DAROLT (2003) enumera alguns procedimentos técnicos que reforçam a idéia do enfoque sistêmico:

a) diversificação e integração do sistema

A agricultura está sujeita aos processos ecológicos, ou seja, a ciclos de nutrientes, interação entre pragas e predadores, competição entre cultura e plantas invasoras, enfim. Cita pesquisadores importantes no campo da Agroecologia, como Miguel Altieri, para quem os sistemas mais diversificados apresentam processos ecológicos mais completos do que aqueles altamente simplificados, em particular os monocultivos. A diversificação pode ser alcançada com um manejo que utilize o policultivo, sistemas agroflorestais, rotações de culturas, cultivos de cobertura, cultivo mínimo, uso de composto e esterco, adubação verde, quebra-ventos e áreas de reserva de mato. Este tipo de manejo potencializa a reciclagem de nutrientes, melhora o microclima local, diminui patógenos e insetos-praga, elimina determinados contaminantes e conserva e melhora a fertilidade do solo e a qualidade da água. É evidente que as particularidades de cada sistema vão influenciar nestes resultados.

A diversificação por si só não é suficiente para a otimização do sistema, fazendo-se necessário analisar a compatibilidade e a complementaridade das explorações para uma maior integração. Por isso, o planejamento é um requisito fundamental para um bom aproveitamento do potencial da unidade de produção. Em síntese, a agricultura sustentável deve seguir os passos de um ecossistema natural.

b) manejo e conservação do solo e da água

Na agricultura orgânica, por exemplo, o solo é considerado como um organismo vivo, a base de sustentação do sistema. Na convencional, o solo é visto mais como suporte mecânico para as plantas. O princípio básico é o de que solo sadio produz plantas saudias, com metabolismo equilibrado, capaz de produzir alimentos mais nutritivos e saborosos; estes, por sua vez, geram animais e pessoas saudias, igualmente mais resistentes a doenças e outros agentes.

Em relação ao trabalho do solo, deseja-se que os implementos não perturbem a atividade microbiana do solo, sendo recomendados o plantio direto e o cultivo mínimo, porque evitam a pulverização do solo. A manutenção de cobertura sobre o solo é outro

aspecto fundamental, pois impede o impacto direto das chuvas (reduzindo o potencial erosivo) e dos raios solares, mantém a umidade no solo, além de diminuir a oscilação térmica nas camadas superficiais. Por meio dos efeitos dos resíduos vegetais (parte aérea e raízes), aumenta-se a infiltração de água no solo, diminuindo o escoamento superficial e as perdas de água, solo e nutrientes. No caso de coberturas vivas, ou seja, adubos verdes, intensifica-se a reciclagem de nutrientes no solo, diminuindo a lixiviação dos mesmos e minimizando a demanda externa de fertilizantes. Além disso, a cobertura ajuda no controle de invasoras, diminuindo os custos com o controle, e, ao longo dos anos, pelo aumento dos teores de matéria orgânica no solo, que irá proporcionar significativas melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo.

Na viabilização da agricultura orgânica, a rotação de culturas assume um papel extremamente importante, principalmente com relação ao controle de pragas, doenças, plantas invasoras e produção de palha à proteção do solo. Ainda, permite um melhor aproveitamento energético das calorías investidas, fato que se reflete na rentabilidade final da unidade de produção agrícola. Também é importante a consorciação de plantas, buscando valorizar as influências benéficas entre as plantas e, desta forma, potencializar a produção. Um dos pontos mais delicados em agricultura orgânica é a qualidade da água, visto que nesta é proibido o uso de águas com excessos de substâncias químicas e coliformes fecais.

c) escolha de variedades:

Os princípios indicam o uso de espécies e variedades de plantas adaptadas às condições ecológicas locais, menos vulneráveis aos efeitos do clima, da ação de pragas e de doenças. Um ponto que tem gerado grande polêmica é o uso de plantas transgênicas. A falta de sementes, mudas e propágulos de origem orgânica é mais um problema que ainda não está equacionado. Na União Européia, por exemplo, a partir de 2001, todo o material deverá ser proveniente de origem orgânica para que possa receber o selo oficial de alimento orgânico.

d) nutrição vegetal:

Um dos objetivos primordiais da agricultura orgânica é manter e aumentar a fertilidade dos solos e sua atividade biológica. O intuito é nutrir o solo para nutrir a planta durante todo o período de desenvolvimento, privilegiando os adubos orgânicos que são transformados pelos seres vivos no solo antes de ser progressivamente absorvidos pelas plantas. Em relação à matéria orgânica do solo, CALEGARI (1998) mostra que os principais aspectos auferidos pela manutenção e/ou adição dela são a elevada capacidade de armazenamento de água; a melhoria da estrutura do solo; o incremento da vida biológica do

solo; o fornecimento de elementos nutritivos, sobretudo o nitrogênio, para suprimento das plantas e a capacidade de formar complexos com elementos, como alumínio e manganês, que se encontram em níveis tóxicos no solo.

Sendo a matéria orgânica tão importante, ela deve ser constantemente fornecida ao solo e preferentemente produzida no próprio local. No caso de ser trazida de fora da unidade de produção, deve-se ter conhecimento de sua origem e qualidade. Em alguns casos, o uso de resíduos orgânicos de fora da unidade de produção é limitado por fatores de qualidade, quantidade, disponibilidade e custo. Um dos aspectos que preocupa neste caso é o uso excessivo de algumas fontes, como o esterco de frangos, que normalmente possui resíduos de antibióticos que interferem no processo microbiano de decomposição. Também na Europa o uso de esterco em quantidades elevadas tem causado problemas de contaminação dos lençóis freáticos por nitrato.

Outras fontes complementares para nutrição vegetal são os fertilizantes minerais naturais pouco solúveis. Esses materiais servem como complemento da matéria orgânica no aporte de elementos fundamentais, como o fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e micronutrientes (boro, ferro, zinco, cobre, outros). Para fornecimento desses elementos dá-se preferência ao uso de farinha de ossos e rochas moídas semi-solubilizadas ou tratadas termicamente, sendo estimulada a correção do solo com calcário. É aceito o uso de superfosfato simples em caso de deficiência acentuada de fósforo, apenas como aporte inicial. No caso do potássio, estimula-se o uso de cinzas vegetais e do sulfato de potássio, em substituição à forma clorada. Como são poucas as alternativas disponíveis no mercado, é tolerado por alguns segmentos orgânicos o uso de cloreto de potássio e sulfato de potássio.

Quanto aos micronutrientes, tem-se procedido a sua utilização na forma quelatizada, por meio da fermentação da matéria-prima em soluções de água, esterco e aditivos energéticos. Algumas formulações caseiras, como o Supermagro², têm sido muito utilizadas.

A única restrição é que todos os elementos devem ser pouco solúveis de tal sorte que não possam ser assimilados diretamente pelas plantas, como acontece com os adubos químicos. Em linhas gerais, as necessidades nutricionais na agricultura orgânica são supridas por adubações orgânicas à base de esterco, sendo que o aporte de nutrientes via adubação

² O Supermagro é um biofertilizante líquido usado como adubo foliar e recebeu este nome em homenagem ao técnico agrícola Delvino Magro, do Rio Grande do Sul, que testou o produto junto com outros técnicos e agricultores, principalmente produtores de maçã, na região de Ipê e Vacaria/RS. Ver mais no Glossário.

foliar ou de solo é significativamente inferior ao da agricultura convencional. Ainda em relação a esta importante questão da nutrição mineral, não há consenso entre cientistas do solo sobre os resultados de experimentos comparando fertilizantes orgânicos e inorgânicos e, segundo trabalhos realizados pelo USDA em 1984, este tipo de comparação nem sempre é consistente ou conclusiva, embora diferenças significativas tenham sido relatadas. Primeiro porque não se pode analisar a eficiência de um sistema isolando um fator, no caso a fertilização. O segundo é que a demanda vinda da sociedade se dá por produtos “limpos”, livres de substâncias químicas, o que justificaria mais estudos na linha de fertilizantes orgânicos (DAROLT, 2003). E o Estado tem que promover políticas de incentivo à produção e acesso a alimentos biologicamente superiores, para todos.

e) manejo de pragas, doenças e plantas daninhas:

A prevenção é uma ferramenta fundamental na agricultura orgânica, sobretudo quando se trata do manejo de pragas e doenças. O objetivo, diferentemente da lógica convencional, é conhecer as causas dos problemas e não simplesmente combater os efeitos. A Teoria da Trofobiose, proposta pelo francês Francis Chaboussou, ensina que os agrotóxicos tornam as plantas desequilibradas, diminuindo a produção de proteínas ou aumentando a degradação dessas substâncias. Como consequência, aumenta a quantidade de aminoácidos livres em circulação na seiva, que atraem parasitas (insetos, ácaros, nematóides, protozoários, fungo, bactérias ou mesmo vírus), os quais necessitam dos aminoácidos para produzir proteínas. Em sua expressão mais sucinta, esta teoria diz que “o parasita morre de fome na planta sadia” (DAROLT, 2003).

Nos ecossistemas pouco alterados, os insetos, fungos, bactérias e vírus que causam danos, convivem em equilíbrio (dinâmico) com os organismos benéficos. Desta forma, são privilegiados inicialmente todos os métodos recomendados de prevenção como: diversificação, integração, rotação e consorciação de atividades; recomposição florística da unidade de produção; reciclagem de biomassa disponível na unidade; incorporação de matéria orgânica; utilização de germoplasma mais adaptado a cada condição específica e busca de uma nutrição mais adequada e completa aos vegetais e organismos do solo. Ainda nas práticas preventivas estariam os quebra-ventos, as plantas atrativas e repelentes de insetos, as plantas companheiras e o manejo de plantas invasoras. Se esse procedimento não for necessário para eliminar o problema, lança-se mão de processos mecânicos e biológicos pouco nocivos ao ambiente.

De uma maneira geral, pode-se dizer que os métodos de manejo de pragas e doenças podem ser sintetizados em três grandes pontos: 1) o aumento da resistência das plantas com o emprego de espécies e variedades adaptadas ao solo e clima da região, rotações de culturas, consorciação e biofertilizantes, tudo destinado a reforçar as defesas da planta; 2) no controle biológico e no uso de feromônios; 3) na proteção física com repelentes e nos tratamentos curativos utilizando-se de preparados à base de plantas ou com produtos minerais simples e pouco tóxicos, como extratos e soluções vegetais à base de rotenona, nicotina, pimenta e outras; além disso, há opções toleradas para o manejo como o uso de soluções de óleo mineral, calda bordaleza e sulfocálcica, querosene, sabão, além de produtos bio-estimulantes, como aminoácidos e produtos homeopáticos.

Ao discutir o manejo de plantas invasoras, deve-se ter presente que todas as plantas na natureza têm uma função ambiental, e quando manejadas corretamente podem ser úteis no controle da erosão, na conservação da umidade do solo, na adição de matéria orgânica, como refúgio para inimigos naturais e no controle das próprias invasoras por suas propriedades alelopáticas. Há muitos estudos comprovando que é mais provável ocorrer um ataque de pragas numa lavoura livre de invasoras do que o contrário (ALTIERI, 1989).

Da mesma forma como no manejo de pragas e doenças, o princípio da precaução também é privilegiado para o manejo de plantas invasoras, sendo recomendados alguns procedimentos, como métodos mecânicos, como aração, gradagem, capinas e roçadas; físicos, como cobertura morta, adubação verde; ou biológicos, como plantas de efeito alelopático, ou seja, supressor de outras invasoras. Os métodos químicos, através de herbicidas, não são permitidos na agricultura orgânica. Paralelamente, torna-se importante compreender a ecologia das invasoras para que se possa buscar uma estratégia de manejo sem o uso de herbicidas. Ou seja, é preciso “definir o limiar econômico da infestação e compreender os fatores que afetam o equilíbrio entre invasoras e culturas comerciais (...). As invasoras devem ser manejadas como parte integrante do sistema e, nesta perspectiva, a tarefa não é eliminá-las indistintamente” (DAROLT, 2003).

f) manejo animal:

Os animais têm uma função primordial no sistema de agricultura sustentável por participarem da reciclagem dos elementos nutritivos nas unidades de produção agrícola. Seus dejetos constituem uma das principais fontes de material orgânico para manter a fertilidade do solo, contribuindo para diminuir a importação de insumos pela propriedade.

Porém, um dos mais importantes desafios que a agricultura sustentável coloca para governos e sociedade é o tecnológico. Neste caso, ASSAD e ALMEIDA (2004) afirmam que, dada a forte dependência da atividade agrícola às tecnologias, urge que estas sejam menos agressivas ambientalmente, mantendo uma adequada relação produção-productividade e que conciliem processos biológicos, que são a base do crescimento de plantas e animais, com os processos geoquímicos e físicos, que são a base do funcionamento dos solos que sustentam a produção agrícola, e estes com os componentes sociais, econômicos, políticos e culturais.

Apesar dos avanços, os trabalhos nesta área ainda são poucos e a maioria dos métodos surgidos em agricultura alternativa foi desenvolvida pelos próprios agricultores. Comparações da agricultura orgânica com a agricultura convencional parecem não fazer muito sentido visto que “o modelo convencional já mostrou ser insustentável” (DAROLT, 2003). Além disso, quando se estuda a sustentabilidade da agricultura orgânica, encontram-se poucos trabalhos que analisam as diferentes dimensões simultaneamente. Normalmente, os estudos são voltados prioritariamente para as dimensões técnico-agronômica e econômica e, em poucos casos, para a dimensão ecológica e sociocultural.

2.5 Do enfoque econômico da transição agroecológica

Existe em amplos setores do meio acadêmico, da mídia e mesmo entre produtores rurais um questionamento, não raro acompanhado de uma certa desconfiança e ironia acerca da viabilidade econômica das agriculturas de base ecológica. A maior parte das críticas parte do reconhecimento de que essas agriculturas são de fato um avanço para a qualidade do meio ambiente e para a saúde dos consumidores, mas sofreriam de falta de competitividade no mercado e não trariam rentabilidade ao produtor. No atual contexto de valores ambientais que predominam na sociedade, a crítica até pode ser considerada procedente, mas na verdade os defensores da Agroecologia e da transição agroecológica decididamente não preconizam nem desejam que o preço dos alimentos aumente para os consumidores, e menos ainda que se fragilize financeiramente os agricultores. Reconheça-se que muitos técnicos e produtores das chamadas “agriculturas alternativas” sucumbem a essa lógica, que no fundo é imediatista e também aponta para um caminho que, enfim, também é excludente e elitista. Ou seja, optam por explorar “nichos verdes” de mercado, freqüentados pelos segmentos mais abastados da sociedade, para obter melhor remuneração à sua produção “limpa”. Limpa do ponto de vista ambiental, talvez, mas possivelmente iníqua nos aspectos social, ético, etc.

Esse dilema indica as grandes diferenças de princípios entre as correntes ecossocial e ecotecnocrática anteriormente citadas. É preciso questionar, porém, se o sistema de formação de preços e custos numa sociedade onde a economia suplanta a ecologia, leva em conta as externalidades ambientais e sociais dos modos de produção convencional, seja na agricultura seja em outros setores. Afinal, pode-se perguntar qual o custo do êxodo rural, da diminuição da biodiversidade, da contaminação de lençóis freáticos com metais pesados, pesticidas ou nitrato, da eutrofização das águas superficiais, do aniquilamento de culturas tradicionais, etc. só para ficar nestes exemplos? Certamente, com os conhecimentos atuais, ainda é muito difícil “internalizar” essas questões na economia, ou até mesmo, por exemplo, que sejam descontadas das taxas de remuneração do capital financeiro em prol da sociedade.

Os chamados custos de produção tradicionalmente ficam restritos a mão-de-obra, insumos, depreciação e juros, basicamente. Porém, o certo é que, mais cedo ou mais tarde, as externalidades inerentes a estes modos não sustentáveis de produção acabam por afetar toda a sociedade. Mas isso ocorre de forma desigual, promovendo ainda maior diferenciação social, degradação ambiental, erosão cultural, violência urbana, etc. Por tudo isso, CAPORAL e COSTABEBER (2004), ao abordar aspectos econômicos sob o enfoque agroecológico, não corroboram com a corrente ecotecnocrática, da Revolução Verde-Verde, que se orienta exclusivamente pelo mercado ou pela expectativa de um prêmio econômico que possa ser alcançado, minimizando os compromissos éticos e sócio-ambientais.

A sustentabilidade econômica de um sistema produtivo agrícola de base ecológica se fundamenta em grande parte na constituição de uma sólida economia de sinergia ou de integração interna e externa, conforme defendem ALMEIDA e FERNANDES (2003). Nesta economia, internamente há um aproveitamento intenso dos produtos e da biomassa produzida nas unidades de produção, permitindo considerável economia de insumos; externamente, as intensas relações de cooperação representam economia de serviços e mão-de-obra, ou na aquisição de equipamentos. ASSAD e ALMEIDA (2004) dizem que o desafio consiste em adotar sistemas que minimizem desperdícios, que apresentem produtividade compatível com os investimentos e tenham mecanismos que assegurem a competitividade do produto agrícola no mercado interno ou externo, garantindo a economicidade da cadeia produtiva e a qualidade do produto.

Atualmente, um dos maiores desafios é reduzir os custos de produção de batata, em especial em insumos como agrotóxicos e adubos minerais. Na região central do RS, há produtores que empregam até 3.000 kg ha⁻¹ de adubo das fórmulas 7-11-9 (ou 4-14-8), o que

em muitos casos está muito acima das necessidades das plantas para os tetos de produtividade que vem sendo obtidos (cerca de 20 t ha⁻¹). A título de referência, DAROLT et al. (2003) concluíram que: 1) no sistema convencional a produtividade média (400 sc ha⁻¹) foi superior ao sistema orgânico (206 sc ha⁻¹); 2) os gastos com insumos, porém, foram em média 81% maiores no sistema convencional; 3) os custos variáveis percentuais foram pouco maiores (75,42%) no convencional que no sistema orgânico (70,27%); 4) no sistema orgânico o custo da mão-de-obra (5% do custo total) e dos serviços (29%) foi superior ao convencional (3,8% e 24%, respectivamente); e, finalmente, 5) que a principal dificuldade técnica do sistema orgânico está na falta de variedades com maior rusticidade e resistência a patógenos. No entanto, este mesmo trabalho aponta que os preços pagos à batata orgânica foram em média 90% superiores ao similar convencional e que “apesar da menor produtividade, a relação benefício /custo (B/C) no sistema orgânico (3,11) foi bem superior ao convencional (2,03). No estágio atual, alerta o autor, existe maior eficiência de mercado do que eficiência técnica para a batata orgânica. Um breve resumo das diferenças entre os sistemas convencional e orgânico de produção de batata é mostrado no esquema abaixo:

CARACTERÍSTICAS DAS OPERAÇÕES	SISTEMA DE CULTIVO	
	CONVENCIONAL	ORGÂNICO
Preparo de solo	Aração, gradagem e sulcamento do solo.	Aração, gradagem e sulcamento do solo.
Fertilização	Uso de adubos químicos altamente solúveis (Uréia, Super simples, Cloreto K, NPK, etc.).	Uso de adubos orgânicos (esterco, biofertilizantes, compostos, adubos verdes, rochas naturais moídas).
Controle de pragas e doenças	Uso de produtos químicos (inseticidas, fungicidas, nematicidas).	A base de medidas preventivas e produtos naturais pouco tóxicos (caldas bordalesa, sulfocálcica, óleo de nim, iscas).
Controle de invasoras	Uso de herbicidas ou controle integrado (incluindo químico).	Controle mecânico na amontoa, seguido de capinas manuais.
Variedades mais utilizadas	Tipo lisa (Monalisa, Bintje, ..).	Tipo comum (Araucária, Contenda, , Catucha, Itararé).
Produtividade	400 sc ha ⁻¹	206 sc ha ⁻¹
Outras particularidades	Não exige certificação Grandes áreas (>5 hectares)	Exige certificação /selo orgânico. Pequenas áreas (0,5-2 ha)

Fonte: DAROLT (2003).

2.6 Bases para o manejo sustentável da nutrição da batata

2.6.1 Características agronômicas e nutricionais da batata

A batata ocupa o quarto lugar dentre os produtos agrícolas mais consumidos no mundo, estando somente atrás das culturas do milho, trigo e soja, com presença em mais de 125 países (PEREIRA e DANIELS, 2003). Considerando o crescente interesse estratégico das nações desenvolvidas e suas grandes corporações privadas sobre o controle da produção e da distribuição de alimentos, era de se esperar que no Brasil as técnicas de manejo do solo, os cultivares, os insumos, os sistemas de beneficiamento e outras práticas adotadas guardassem estreita relação com o sistema de manejo desenvolvido no hemisfério norte.

A planta de batata é uma solanácea anual, com sistema radicular superficial, portanto muito sensível ao estresse hídrico, porém tolerante à moderada acidez e salinidade do solo. Apesar de ser classificada como cultura de clima temperado, desenvolve-se bem em altitudes maiores em regiões de clima tropical e, por essa e outras razões, há áreas de plantio significativas no Distrito Federal, na Bahia e, principalmente, em Minas Gerais. Entre os fatores de produção, MAGALHÃES (1985) ressalta que a nutrição é particularmente importante para a batata devido à sua alta taxa de crescimento, ao ciclo relativamente curto e ao sistema radicular pouco desenvolvido (...), sendo considerada uma planta extremamente responsiva à aplicação de nutrientes.

A cultura ocupa uma grande diversidade de solos na região Sul do Brasil, com variações de textura, profundidade e fertilidade, mas possuindo em comum na maior parte das vezes a acidez do solo, o baixo teor de fósforo, cálcio e magnésio, e muitas vezes os elevados teores de alumínio. O fato da planta de batata exigir grande quantidade de nutrientes num período relativamente curto de tempo e de deixar muito pouco resíduo de fitomassa na superfície do solo, faz com que a cultura seja considerada altamente esgotante do solo caso não houver um adequado sistema de rotação e manejo. As informações sobre a real necessidade de fertilizantes e corretivos devem estar à disposição dos bataticultores, caso contrário estarão sujeitos a interesses comerciais, podendo ocorrer uso inadequado de insumos e a elevação desnecessária do custo de produção (FREIRE, 2003). Por isso, o conhecimento do balanço de nutrientes é essencial para um adequado manejo da adubação da batata ao longo dos anos, indicando quais as culturas a serem utilizadas na rotação para otimizar o aporte de nutrientes, estudando as diferenças entre a entrada dos nutrientes via adubação / fixação e a exportação pelos tubérculos (SALGADO et al., 1998).

O alto custo de produção de batata deve-se em grande parte ao uso de grandes doses de fertilizantes e, por isso, a avaliação do efeito residual da adubação é um fator importante para diminuir o custo da lavoura (SILVA et al., 2000) e dos sistemas de produção. Essa eficiência residual dos nutrientes sobre o rendimento das plantas depende de alguns fatores, como condições climáticas, tipo de solo, capacidade de adsorção do solo e capacidade de remoção dos nutrientes pelas culturas, dentre outros (SANCHEZ, 1981). As quantidades de nutrientes absorvidas pela planta e exportadas pelos tubérculos dependerão de uma série de fatores, entre eles o clima, a região de cultivo, o manejo da cultura, a cultivar, entre outros (SANGOI e KRUSE, 1994). Conforme abordado, a planta de batata tem alta capacidade de resposta à adubação em comparação com outras plantas de lavoura devido ao seu ciclo curto, ao sistema radicular superficial e ao elevado potencial produtivo.

A adição dos nutrientes ao solo pode ser otimizada associando-se resíduos orgânicos de origem animal com plantas de cobertura de solo. Em trabalho de cinco anos, MENEZES & SILVA (2003) concluíram que a adubação orgânica (esterco bovino 7,5 t ha⁻¹) associada à adubação verde (crotalária) pode proporcionar uma mineralização mais sincronizada dos resíduos orgânicos com a demanda de nutrientes pela cultura da batata. O trabalho mostrou que nos tratamentos com crotalária e esterco o N_{total} adicionado foi de 63 a 73% maior que na testemunha, que houve aumento significativo de P_{total} e P_{disponível} pela ação do esterco, enquanto que nas parcelas somente com adubo verde não houve mudança significativa nos teores de P e K no solo.

Os dados sobre a absorção de nutrientes pela batata são muito variáveis. SANGOI cita trabalho de Fontes (1987), que determinou a retirada de 120 kg de N, 17 kg de P e 180 kg de K para uma colheita de 30 t ha⁻¹ de batata, e de Gargantini (1963), que obteve acúmulo de 56, 32 e 11 kg ha⁻¹ de N, P e K, sendo que 32, 10 e 70 kg ha⁻¹, respectivamente, foram exportados pelos tubérculos. Mais recentemente, FELTRAN e LEMOS (2001) obtiveram em quatro cultivares de batata a seguinte ordem na absorção máxima de nutrientes aos 70 dias após a emergência: K>Ca>N>Mg>P>Zn>Bo; enquanto isso, nos tubérculos a exportação de nutrientes apresentou-se noutra seqüência: K>N>P>Mg>Ca>Bo>Zn.

Por sua vez, YORINORI (2003) obteve dados um pouco diferentes de exportação de nutrientes: na safra das águas (primavera-verão), a seqüência foi N>K>P>S>Mg>Ca>Fe>Zn>Bo>Mn>Cu, e na safra da seca (outono-inverno) o K foi o mais absorvido e o Cu o menos, concluindo que o acúmulo de matéria seca e de nutrientes pela batata dependeu do estágio da cultura, da época de plantio e do tipo de nutriente (Tabela 4).

Tabela 4 – Acúmulo máximo de nutrientes na cultura da batata nas safras das águas e da seca, cv. Atlantic. Itapetininga, SP. 2001 e 2002.

Tipo de Nutriente	Safra das águas	Safra da seca
----- Macronutrientes (kg ha⁻¹) -----		
N	140,0	119,0
P	17,6	15,2
K	134,0	139,0
Ca	21,7	14,6
Mg	14,3	6,9
S	10,8	14,6
----- Micronutrientes (g ha⁻¹) -----		
Bo	107,0	84,3
Cu	43,5	38,9
Fe	1.229,0	790,0
Mn	250,0	130,0
Zn	156,6	124,6

Fonte: YORINORI (2003)

Já o trabalho de MAGALHÃES (1985) aponta que a quantidade extraída por tonelada de tubérculo varia de 4,5 a 6,0 kg de N , 0,8 a 1,5 kg de P₂O₅ e 5,8 a 9,5 kg de K₂O , e que 60% do N, 80% do P e 61% do K é exportado via tubérculos, enquanto apenas 10% do Ca e B se acumula nos tubérculos, ressaltando ser imprescindível um bom suprimento inicial destes nutrientes à cultura da batata.

A respeito da taxa de acúmulo de matéria seca e de nutrientes, MAGALHÃES (1985) afirma que os trabalhos com a cultura da batata, em geral, mostram curvas do tipo sigmóide, ou seja, no início aumenta pouco a matéria seca e a quantidade de nutrientes acumulados, passando depois para um aumento linear, com uma queda vertiginosa dos 80-90 dias em diante. Em média, nesta fase há uma produção de 1.000 kg ha⁻¹dia⁻¹ de tubérculos e uma absorção, respectivamente, de 3,0, 0,4 e 4,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de NPK (<<http://www.batata.net>>).

Considerando que o ciclo vegetativo da cultura na região varia de 90 a 115 dias, conforme a cultivar, a intensidade máxima de absorção de N, K, Mg e S ocorre normalmente entre 40 a 50 dias após a emergência. O trabalho de MOITA MACEDO e GALLO (1981) aponta que 41% do N foi acumulado até 20 dias após a emergência de seis cultivares de batata

em São Paulo; por outro lado, fósforo e cálcio são absorvidos continuamente até 80 dias após a emergência. No início da formação de tubérculos, que corresponde à 4^a - 8^a semana em cultivares precoces e à 5^a - 10^a semana em cultivares tardias, observa-se um crescimento vegetativo acelerado e taxas elevadas de acúmulo de matéria seca nos tubérculos.

Existem vários trabalhos sobre a exportação de nutrientes nos tubérculos de batata. REIS JR. (2001) salienta que a quantidade de nutrientes exportada depende da produção de matéria seca de tubérculos e da concentração de nutrientes na matéria seca dos tubérculos e que os tubérculos de batata removem do solo muito mais potássio que outros nutrientes. A exportação de K é normalmente 1,5 vez a de N e 4-5 vezes a de P, enquanto que as exportações de Mg, S e Ca são significativas, mas bem menores quando comparadas à de potássio.

A análise do tecido foliar da batata é feita em laboratórios especializados e pode ser utilizada para diagnosticar o estado nutricional de uma determinada lavoura. Em geral, teores totais considerados normais para os diferentes nutrientes estão na faixa de 3,0 - 5,0% para o N; 0,2 - 0,4% para o P; 4,0 - 8,0% para o K; 2,0 - 4,0% para o Ca; 0,5 - 0,8% para o Mg; 0,3 - 0,4% para o S; 30 - 40 mg kg⁻¹ para o B; 70-150 mg kg⁻¹ para o Fe; 30-50 mg kg⁻¹ para o Mn e 20-40 mg kg⁻¹ para o Zn (MALAVOLTA, 1984).

2.6.2 Manejo visando melhorar a qualidade do solo para a batata

O solo pode ser considerado como um sistema vivo e complexo, composto de matéria orgânica e mineral, além da fração líquida e do ar, cujas interações resultam nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Com as modificações impostas pelo uso continuado do solo e, em particular, pelos sistemas convencionais de produção agrícola, estas propriedades são afetadas e o solo passa por um processo de degradação. OSORIO (1998) classifica esta degradação em três aspectos: 1^o) *degradação física*, entendida como sendo perdas de solo e água devidas a erosão e a destruição da estrutura do solo causadas fundamentalmente pela eliminação da cobertura vegetal e pelo tráfego excessivo; 2^o) *degradação química*, entendida pela perda do equilíbrio mineral do solo, pela redução da CTC e acidificação do solo, pela salinização devido ao mau manejo da irrigação, aumento da toxicidade de Al e Mn, pela deficiência de nutrientes e acúmulo de metais pesados, pelo acúmulo de resíduos de agroquímicos, entre outros; e 3^o) *degradação biológica*, esta vista como a redução do conteúdo de húmus e a diminuição da atividade dos organismos que vivem no solo, devido à incapacidade de garantir a reciclagem da biomassa produzida.

Entender o solo como um sistema é atualmente o grande desafio da ciência do solo (COTRINA e ROJAS, 1998). A busca por sistemas sustentáveis de produção, especialmente envolvendo a cultura da batata, torna necessário um planejamento para obter o maior aproveitamento possível dos resíduos orgânicos, especialmente aqueles obtidos localmente. De um modo geral, os bataticultores que cultivam grandes áreas não utilizam resíduos orgânicos na adubação da cultura pela dificuldade de aplicação mecânica e de obtenção do produto em grande escala.

As práticas de conservação de solo e água na agricultura sustentável requerem, portanto, uma concepção diferente da visão convencional-curativa, esta orientada em reverter principalmente o depauperamento químico e físico do solo, enquanto que a origem da degradação do solo é, de um lado, a inobservância da capacidade de uso do solo e, de outro, o emprego sistemático de práticas de manejo ambientalmente inadequadas.

A avaliação da qualidade do solo, entendido como elemento que dá sustentação à atividade do homem na agricultura, data de longo tempo. CASALINHO (2004), em sua tese de doutorado, aponta, de forma sistematizada, desde métodos mais abrangentes de avaliação da sustentabilidade, como o MESMIS³ (que integra fatores de manejo, ecológicos, econômicos e sociais); o IDEA (Indicadores de Durabilidade de Explorações Agrícolas, desenvolvido na França); além dos métodos clássicos como o Sistema de Capacidade de Uso da Terra (FAO) e os conceitos e indicadores de Qualidade do Solo, desenvolvidos principalmente por DORAN e PARKIN (1994), entre diversos outros autores.

Os trabalhos de pesquisa que avaliam a qualidade do solo, especialmente em experimentos de longa duração, comprovam os benefícios da fertilização adequada, da adubação orgânica, do uso de plantas de cobertura do solo e da rotação de culturas no aumento ou manutenção da produtividade do solo⁴. Para tal, o desafio é promover o incremento do carbono (C) no solo, através da maior capacidade de reciclagem de materiais orgânicos via ativação da biomassa do solo. A quantificação da biomassa e da atividade

³ MESMIS: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales con Indicadores de Sustentabilidad

⁴ Os constituintes minerais e orgânicos do solo apresentam capacidade de interação entre si, variando em grau de intensidade de acordo com as características destas ligações, textura e composição mineralógica (teor, tipo de fração silte e argila reativa). A interação húmus-argila nos solos é um processo dinâmico, o qual tem sido estudado a partir de diferentes pontos de vista durante os últimos 50 anos (...). Estes estudos são, em parte, consequência da grande reatividade das superfícies de argilas e substâncias húmicas e seu papel fundamental nos processos físicos, químicos, bioquímicos e físico-químicos que ocorrem no solo (LOVATO, 2001).

microbiana, quando associada aos valores de pH, do teor de C orgânico, de N total, de umidade e de argila do solo, permite uma avaliação sistêmica do manejo adotado e a obtenção de melhores índices de aferição da sustentabilidade.

Um dos indicadores mais duradouros, porém, são as propriedades físicas do solo, como textura, temperatura, densidade do solo, água do solo. A densidade do solo é a variável que, para um mesmo solo e de acordo com a sua estruturação, permite avaliar certas propriedades como a drenagem, a porosidade, a condutividade hidráulica, a permeabilidade ao ar e à água e a capacidade máxima de retenção de umidade (DORAN e PARKIN, 1994). Com a adição de resíduos orgânicos ao solo ocorre o aumento da porosidade total e macroporosidade, o que facilita a movimentação de ar e água, diminui a compactação e a densidade do solo, aumentando a infiltração em solos argilosos e melhora a penetração do sistema radicular (OLIVEIRA et al., 1987). DERPSCH (1993) menciona que a rotação de culturas e a adubação verde influenciam na infiltração de água, na conservação do solo e oferecem melhor retorno na rentabilidade da produção, quando a rotação é integrada ao plantio direto, em comparação ao sistema convencional de preparo. Outro indicador importante é a estabilidade dos agregados em água, visto que um dos principais impactos com a adição de resíduos orgânicos ao solo é a melhoria deste parâmetro, o qual indica evolução das condições de aeração, drenagem da água e crescimento radicular. No caso da batata, solos não compactados e bem estruturados são fundamentais para o desenvolvimento e a boa formação dos tubérculos (PEREIRA, 2003).

2.6.2.1 Usando plantas de cobertura do solo

Muitas pesquisas demonstram o efeito positivo de plantas de cobertura do solo sobre indicadores da qualidade do solo. Trabalhando com leguminosas perenes, DUDA et al. (2003) demonstraram que a manutenção dos resíduos das leguminosas após cada corte promoveu aumentos nos teores de C e N microbianos, C orgânico e N total e frações de C orgânico do solo enfatizando a importância de utilização desta prática para melhorar a fertilidade do solo.

Nos últimos anos, vêm crescendo as publicações de trabalhos científicos envolvendo o uso de plantas de cobertura do solo leguminosas e não leguminosas, isoladas ou em consórcio, com o objetivo de avaliar o potencial de produção de fitomassa e fornecimento de N, P e K aos sistemas agrícolas, especialmente ao milho e em sistemas de plantio direto

(GIACOMINI et al., 2003). Os principais fatores que afetam a taxa de mineralização de compostos orgânicos são as condições edafoclimáticas e a qualidade dos substratos (fração solúvel, lignina, relação C/N, nutrientes, etc.). A dinâmica do N no ecossistema têm sido, provavelmente, a mais estudada e está diretamente relacionada à atividade microbiana do solo e ao ciclo do C. A velocidade da liberação dos nutrientes P e K depende da localização e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido vegetal: o K é rapidamente lixiviado e a maior parte fica prontamente disponível por se encontrar em componentes não estruturais e na forma iônica no vacúolo celular, com pequena dependência dos processos microbianos. No caso do P, a liberação também está intimamente ligada a processos microbianos, visto que a maior parte encontra-se associada a componentes orgânicos do tecido vegetal.

2.6.2.2 Aplicação de dejetos e esterco

Em levantamento feito na Região Metropolitana de Curitiba-PR, o principal componente da adubação orgânica é o esterco de frangos, utilizado em cerca de 85% das unidades de produtores orgânicos, pela facilidade para aquisição do produto e à boa eficiência no solo. Entretanto, apesar da maioria comprar o esterco de procedência conhecida, o uso excessivo da cama de frango é preocupante porque a totalidade das rações encontradas no mercado possui resíduos de antibióticos que podem interferir no processo de mineralização (DAROLT, 2003).

O conhecimento dos teores de nutrientes dos esterco, da taxa de mineralização da fração orgânica e da eficiência de aproveitamento desses nutrientes por parte das culturas são, portanto, fatores decisivos no estabelecimento das dosagens de fontes orgânicas a serem utilizadas, bem como as possíveis complementações com adubos minerais.

A utilização dos esterco e dejetos como fertilizantes foi abordada de forma ampla por PANDOLFO (2005), que aponta alguns aspectos básicos de manejo. Esterco e dejetos contêm elementos químicos prontamente disponíveis ou que estarão disponíveis após o processo de mineralização, podendo ser absorvidos pela plantas da mesma forma que aqueles oriundos de adubos minerais. Porém, ao contrário destes, os esterco possuem uma composição química muito variável principalmente em função da alimentação fornecida aos animais, do manejo da água (principalmente esterco líquido de suínos), do tipo de cama, do número de engordas realizadas e das condições de armazenamento, dificultando assim a

recomendação de doses padronizadas. Essa composição variável do esterco (...), ao contrário dos fertilizantes minerais, que possuem uma composição mínima definida para cada condição de cultura e/ou solo, pode ocasionar desequilíbrios químicos no solo cuja gravidade do problema dependerá do tempo de aplicação do esterco, da composição, da quantidade aplicada, do tipo de solo e da capacidade de extração das plantas.

A disponibilidade e o efeito residual do N orgânico são difíceis de serem estimados, uma vez que nessa forma a liberação de nitrogênio depende do teor no resíduo, da relação C/N, da velocidade de decomposição, das condições climáticas, entre outras características. A taxa de mineralização, que praticamente comanda a liberação do nitrogênio, está diretamente relacionada com os microorganismos do solo, cuja atividade depende da composição do resíduo, das condições de temperatura, umidade e do pH do solo.

Os teores de P, K, Ca e Mg, ainda de acordo com PANDOLFO (2005), aumentam proporcionalmente com o aumento das doses aplicadas ou com o uso continuado de esterco. O aumento de P no solo é dependente da quantidade e da qualidade do esterco e da classe de solo. Em solos arenosos foram verificados aumentos dos teores de P abaixo da camada arável quando foi usado esterco de bovinos ou de frangos. Já em solos mais argilosos o aumento de fósforo no solo restringiu-se à camada arável, muito embora possa ser verificada alguma translocação do elemento abaixo dessa camada. Citando vários trabalhos, a autora afirma que o nutriente que tem apresentado maior acúmulo no solo em razão do uso de esterco é o K. Dependendo da textura do solo e das quantidades de esterco aplicados, O K pode se deslocar até profundidades superiores a 135 cm. Com relação aos teores de Ca e Mg, o uso continuado de esterco tem provocado o acúmulo deles no solo e também a translocação a maiores profundidades, sendo que o Mg foi translocado em maior quantidade e maior profundidade que o Ca. No que concerne aos teores de *micronutrientes* no solo, especialmente os catiônicos, verificam-se aumentos nos seus teores proporcionais ao aumento da quantidade de resíduos. Observou-se decréscimo de manganês disponível, atribuído ao aumento de pH.

Por fim, lembra que o conhecimento dos teores de nutrientes e grau de mineralização de dejetos, a taxa de mineralização da fração orgânica e a eficiência de aproveitamento desses nutrientes por parte das culturas, são fatores decisivos no estabelecimento das dosagens de fontes orgânicas a serem utilizadas. Dentre os principais fatores ligados ao solo e clima, com reflexos diretos sobre as perdas de nitrogênio por volatilização da amônia, destacam-se o pH e a capacidade de troca de cátions (CTC) como as principais características do solo e a temperatura e umidade como os principais fatores ambientais. A perda de nitrogênio por

volatilização de amônia é inversamente proporcional à CTC do solo, o que leva a concluir que as perdas sejam mais expressivas quando resíduos orgânicos forem adicionados em solos com menor teor de argila e de matéria orgânica do que em solos argilosos e com maior CTC.

2.6.3 Manejo de pragas, doenças e plantas daninhas.

Na agricultura orgânica, as pragas e doenças são entendidas como um problema criado pelo manejo equivocado dos recursos naturais das unidades de produção. O equilíbrio existente nos ecossistemas naturais é rompido necessariamente pela intervenção representada pela introdução da agricultura, configurando, dessa forma, os agroecossistemas. Os métodos da agricultura de base ecológica buscam minimizar impactos do combate de pragas, doenças e plantas daninhas por meio da recomposição ou preservação do equilíbrio ecológico das unidades de produção.

O uso de métodos de controle de pragas, doenças e plantas daninhas é muito flexível e a escolha do método vai depender de um bom conhecimento da unidade produtiva como um todo, do tipo de problema com pragas e doenças, das condições econômicas e da mão-de-obra disponível na unidade. Os problemas mais sérios foram encontrados nas unidades dos agricultores familiares em transição que migraram recentemente da agricultura convencional para a orgânica, causados pelo desequilíbrio já existente na unidade de produção. De uma maneira geral, pode-se dizer que os métodos empregados para o manejo ecológico de pragas e doenças podem ser sintetizados em três: 1) o aumento da resistência das plantas como emprego de espécies e variedades adaptadas ao solo e clima da região, com rotações de culturas, consorciação e biofertilizantes, destinados a reforçar as defesas da planta; 2) no controle biológico e no uso de feromônios; 3) na proteção física com repelentes e nos tratamentos curativos utilizando-se de preparados à base de plantas ou com produtos minerais simples e pouco tóxicos, como extratos e soluções vegetais à base de rotenona, nicotina, pimenta e outras; além disso, opções toleradas para o manejo são as soluções de óleo mineral, caldas bordaleza e sulfocálcica, querosene, sabão, além de produtos bio-estimulantes (aminoácidos) e homeopáticos (DAROLT, 2003).

As plantas daninhas, na verdade, nem sempre devem ser assim consideradas, pois podem ser usadas como aliadas para vários objetivos importantes em sistemas de produção: melhorar a cobertura do solo, maior eficiência da ciclagem de nutrientes, incremento da matéria orgânica para o solo, além de diversificar o sistema ajudando na proliferação de predadores e

parasitas para o controle biológico de pragas. Por isso, os agricultores orgânicos buscam conviver com as invasoras, mantendo-as num nível que não prejudique o acesso da cultura comercial aos nutrientes, à água e à luz. Os resultados de campo de DAROLT (2003) mostram que o mais comum é o controle das invasoras por meio de capinas (96,4%) e arranquio manual (89,4%), visto que o controle químico por herbicidas é proibido pelas certificadoras de agricultura orgânica. Em certa medida, a necessidade desse tipo de controle inços explica porque na agricultura orgânica a demanda por mão-de-obra é superior à da agricultura convencional.

Por experiência própria do autor dessa dissertação, o controle das plantas daninhas não seria um dos gargalos principais na cultura da batata. O manejo convencional já prevê que se faça a operação de *amontoa* (que é o aterramento ou “chegamento” de terra à base das plantas) cerca de 25 - 30 dias após a emergência, o que serve também para o controle mecânico das plantas daninhas. Em experimentos realizados em 1994-95 pela EMATER / Departamento de Solos da UFSM (n.p.), em Silveira Martins, procurou-se desenvolver um sistema de plantio direto de batata com menor dependência de adubos minerais. Constatou-se que o manejo de plantas de cobertura de solo de verão (leguminosas como guandu, crotalária, feijão de porco e mucuna preta) através da rolagem, era suficiente para impedir a emergência de boa parte do banco de sementes de plantas daninhas, assim como evitar a pulverização e à exposição do solo.

3 HIPÓTESE E OBJETIVOS

A hipótese central deste trabalho é de que para obter níveis crescentes de sustentabilidade de produção de batata devem-se utilizar sistemas de rotação e de manejo de culturas em arranjos combinados com práticas de fertilização orgânica; este interfere nas taxas de produção de fitomassa e de ciclagem de resíduos orgânicos, sendo que essa interação afeta: 1º) a ciclagem de nutrientes nos sistemas; 2º) a qualidade do solo; 3º) a quantidade e a qualidade da produção da batata e das demais culturas envolvidas; 4º) a eficiência no controle de plantas daninhas, pragas e doenças; e 5º) o desempenho econômico global dos sistemas estudados.

Em acordo a esta hipótese, estabeleceu-se o *objetivo geral* do trabalho: pesquisar, avaliar e desenvolver dentro de um enfoque sistêmico algumas alternativas ao modo convencional de produção de batata, através do uso de tecnologias consideradas compatíveis com o conceito de transição agroecológica.

Os *objetivos específicos* traçados foram:

- I - Avaliar o efeito direto e residual da fertilização orgânica (associada ou não à adubação mineral) na produção de matéria seca, grãos e tubérculos das culturas componentes dos sistemas de produção estudados;
- II - Analisar a ciclagem, as adições e as retiradas de nutrientes pelas culturas;
- III - Mensurar os impactos na qualidade tecnológica dos tubérculos de batata;
- IV - Averiguar a eficiência do controle de pragas, doenças e plantas daninhas;
- V - Avaliar economicamente os cultivos e os sistemas de produção;
- VI - Avaliar possíveis alterações em alguns indicadores de qualidade do solo.

4 DA ORIGEM DO TRABALHO

Sob o aspecto histórico, uma questão importante para a metodologia utilizada foi a busca permanente da participação dos vários atores componentes dos sistemas: extensionistas, pesquisadores e, principalmente, dos produtores integrantes da Associação dos Produtores de Batata da Quarta Colônia do RS (ASBAT). É oportuno mencionar, mesmo brevemente, que algumas ações de pesquisa ou de simples experimentação desenvolvidas com pequenos e médios produtores de batata na região acabaram contribuindo muito para o avanço do trabalho.

Desde a implantação da Faculdade de Agronomia na recém inaugurada Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na década de 1960, esta instituição implantou vários ensaios de pesquisa com a cultura da batata em Silveira Martins (então distrito de Santa Maria) e em outros municípios da região produtora. Estas atividades de pesquisa tornaram-se mais intensas ainda após a emancipação de Silveira Martins (1988), com a ação da EMATER/RS e, mais tarde, com a fundação da ASBAT (1995). Estas instituições passaram a trabalhar em estreita parceria com o Centro de Pesquisas de Sementes da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do RS (FEPAGRO), de Júlio de Castilhos, através do *Programa de Produção de Batata Semente da Região Central do RS*⁵. Dentre os vários produtos desta parceria, cita-se a produção de mais de 1,25 milhão de kg de semente certificada a preços acessíveis, a construção de câmara frigorífica para armazenar sementes na FEPAGRO, a ampliação do Laboratório de Cultura de Tecidos e implantação do Programa de Melhoramento Genético da Cultura da Batata junto ao Departamento de Fitotecnia da UFSM, produzindo várias pesquisas e trabalhos de pós-graduação relacionadas à cultura da batata nesta Universidade.

Com as profundas mudanças na cadeia produtiva da batata e a partir dos debates realizados em vários encontros e seminários realizados na região e na região Sul do Brasil, a ASBAT passou a participar mais ativamente na condução de diversos experimentos para buscar alternativas a uma cadeia produtiva em crise. Pode-se afirmar que foram estas

⁵ A ASBAT foi criada com o objetivo inicial de produção de sementes de qualidade para seus 125 pequenos e médios bataticultores associados, através do Convênio chamado Programa Regional de Produção de Batata-Semente, o qual existe até hoje e envolve UFSM, EMATER/RS, FEPAGRO, ASBAT, SAA-RS e EMABRAPA Clima Temperado.

entidades da região Central que lideraram os debates sobre os rumos da bataticultura a partir de meados da década de 1990. Dentre estes eventos, pode-se destacar a Reunião Técnica Anual da Pesquisa e Extensão na Cultura da Batata (1996), o Seminário de Atualização Técnica na Cultura da Batata (1997) e os Encontros Regionais de Produtores de Batata (1998 e 1999). Por outro lado, a partir de 1999, com a nova Missão Institucional da EMATER/RS-ASCAR, os técnicos da região passaram a ter acesso a cursos de formação na área de Agroecologia e DRS, em especial através de ações promovidas pela instituição e por algumas ONGs, como o Projeto Esperança-Coesperança, Centro Ecológico de Ipê e CONDESUS (Consórcio de Desenvolvimento Sustentável da Quarta Colônia⁶).

Neste contexto interinstitucional, foi montado um projeto de pesquisa que foi encaminhado ao Programa RS Rural (convênio entre Governo do Estado do RS e Banco Mundial – BIRD), onde, no ano de 2002, se obteve um financiamento no valor de R\$ 42 mil. O projeto de pesquisa surge, portanto, do compromisso e da persistência em oferecer alternativas aos bataticultores da região, especialmente aos pequenos produtores que têm sido compelidos a se afastar da cultura, visando a manutenção, o resgate e a projeção de uma nova forma de produção, uma forma mais sustentável, em todos os aspectos.

Esta dissertação, enfim, é um recorte deste trabalho e um esforço de sistematizar as ações de pesquisa e experimentação objetivadas e potencializadas com este projeto, mas que na verdade são um *continuum* de uma história de muitas pessoas que lutam e que buscam respostas técnicas e políticas públicas para dar mais sustentabilidade à bataticultura gaúcha.

⁶ “Quarta Colônia” é a denominação geográfica da região da antiga da *IV Colônia Imperial de Silveira Martins*, hoje composta pelos municípios de Silveira Martins, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma, Pinhal Grande, São João do Polêsine e Dona Francisca. Com a formação do CONDESUS (1996), os municípios de Agudo e Restinga Seca também foram incluídos no referido consórcio.

5 MATERIAL E MÉTODO

O período abrangido por esta dissertação foi do inverno de 2002, quando o principal experimento, com dois sistemas de produção de batata, foi implantado no Centro de Pesquisas de Sementes da FEPAGRO, em Júlio de Castilhos – RS, e se desenvolveu até o final de 2004. Neste intervalo de tempo, foram realizadas avaliações de campo complementares em lavouras de dois produtores associados da ASBAT, Srs. Carlos Alberto Zottele (comunidade de Val de Serra, em Júlio de Castilhos-RS) e Irineu Londero (comunidade de Pereira de Souza, em Ivorá-RS).

O solo da unidade experimental da FEPAGRO pertence à unidade de mapeamento Cruz Alta, classificado como um Latossolo vermelho escuro distrófico típico, de textura média, com origem no substrato arenito (EMBRAPA, 1999). A análise química do solo foi realizada no Laboratório da FEPAGRO de Porto Alegre e apresentou os seguintes resultados: argila 460 g kg^{-1} ; matéria orgânica 26 g kg^{-1} ; pH 4,8; índice SMP 5,7; P $29,6 \text{ mg L}^{-1}$; K $43,0 \text{ mg L}^{-1}$; Al, Ca e Mg 0,8; 4,4 e 0,9 $\text{cmol}_c\text{L}^{-1}$ respectivamente; CTC a pH 7,0 e efetiva de 11,1 e 7,2, respectivamente; e saturação com Al e de bases de 11,1 e 57,8%, respectivamente. Não se aplicou calcário neste momento inicial em função da saturação com Al não ser alta, da boa presença de bases, do alto nível de P no solo e, particularmente, porque se temia que uma elevação do pH poderia resultar num ambiente favorável ao desenvolvimento da sarna (*Streptomyces scabei*) em tubérculos de batata.

O experimento principal teve por objeto avaliar as respostas de dois *sistemas de produção* cujo referencial foi a época de plantio da batata: o **sistema de produção I - batata safrinha** e o **sistema de produção II - batata safra**. Em ambos os sistemas foram implantados diversos arranjos ou “sub-sistemas”, tais como: a rotação da batata com cultivos de soja, milho e feijão; o uso e manejo de diferentes plantas de cobertura do solo (aveia, azevém, ervilhaca e nabo, principalmente); o emprego de fontes e doses de fertilizantes orgânicos e adubos minerais mais comuns na região; e a aplicação de produtos alternativos para o controle de plantas daninhas, doenças e pragas.

Procurou-se levar em conta dois aspectos que se julgou imprescindíveis para aplicar a visão sistêmica na pesquisa: 1º) avaliar tanto os resultados da cultura principal (batata), como dos demais cultivos comerciais utilizados e que representam o que a maioria dos pequenos produtores da região normalmente cultiva (soja, milho, feijão, aveia, azevém); e

2º) a utilização de plantas de cobertura em rotação de modo a se ajustar à particularidade da realização de dois cultivos anuais de batata .

A área onde foram implantados os dois sistemas de produção foi dividida em quatro (4) talhões, onde se fez o plantio das plantas de cobertura (aveia, azevém, ervilhaca e nabo forrageiro) no final de inverno (ver figura 1). Em ambos os sistemas, a fertilização da cultura da batata foi realizada com adubos orgânicos e minerais de fácil obtenção na região, em doses e combinações mais comumente empregadas na pesquisa regional e em algumas experiências com agricultores. Usou-se, então, como adubos orgânicos, a cama sobreposta de suínos e a cama de frangos; o adubo mineral tradicional na região, da fórmula 7-11-9 (N - P₂O₅ - K₂O); a mistura destas fontes orgânicas com a mineral; além da testemunha sem adubação. Nas demais culturas integrantes dos sistemas estudados, utilizaram-se somente adubos orgânicos. Nos experimentos complementares, foram empregadas algumas variações de adubação (ver na seção Apêndices).

Para o controle de doenças utilizaram-se, em parte dos cultivos, caldas ecológicas e parasitas, enquanto para o controle de pragas utilizaram-se agentes biológicos, óleo de nim (também conhecido por *neem*) e composto A ⁷. Nos cultivos de milho, soja e feijão, o controle de plantas daninhas foi realizado pela exploração do possível efeito alelopático das plantas de cobertura de solo, ou via rolagem da palhada, manejo mecânico (capina) e, eventualmente, pelo emprego de herbicidas biorgânicos.

Quanto às avaliações, em todas as culturas foram determinados os rendimentos físicos e, nas principais, foram determinados também produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes (NPK) pelas culturas. A matéria seca foi determinada a partir de amostras colhidas durante o período entre a floração e o enchimento de grãos das culturas, e, no caso da batata, no final da floração e em amostras de tubérculos. As amostras da parte aérea das culturas e dos tubérculos de batata foram levadas a estufas para secagem a 65°C. Em seguida, de acordo com TEDESCO (1995), empregou-se o método Kjeldahl para determinação do teor de nitrogênio (N) e o da digestão nitro-perclórica para determinação dos teores de fósforo (P) e potássio (K).

⁷ Ver glossário

Os fertilizantes orgânicos utilizados nos experimentos foram igualmente analisados pelos mesmos métodos das plantas, enquanto que para os adubos minerais e o calcário foram considerados os valores indicados pelos fabricantes.

A composição média dos fertilizantes orgânicos utilizados foi a seguinte:

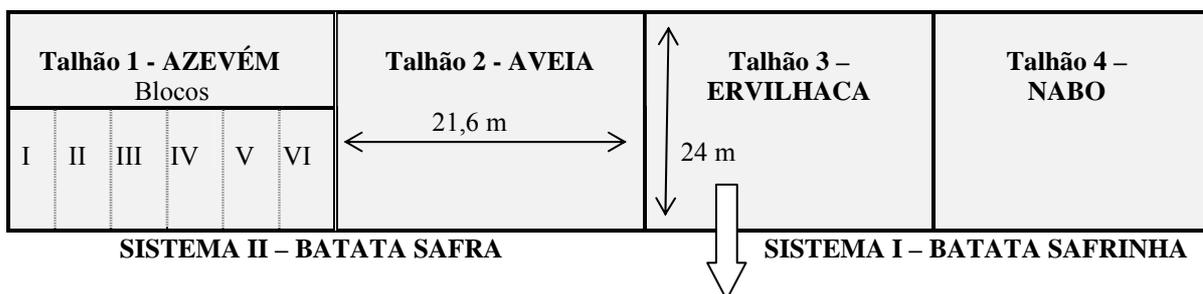
Tabela 5 – Composição de N-P-K dos adubos orgânicos utilizados. UFSM, 2003.

Fontes de adubação orgânica	N_{total} ----- kg t ⁻¹ -----	N_{NH4} -----	P ----- % -----	K -----
Cama de suínos sobreposta	11,05	1,51	1,12	1,64
Cama de frangos	28,10	4,82	1,39	3,07

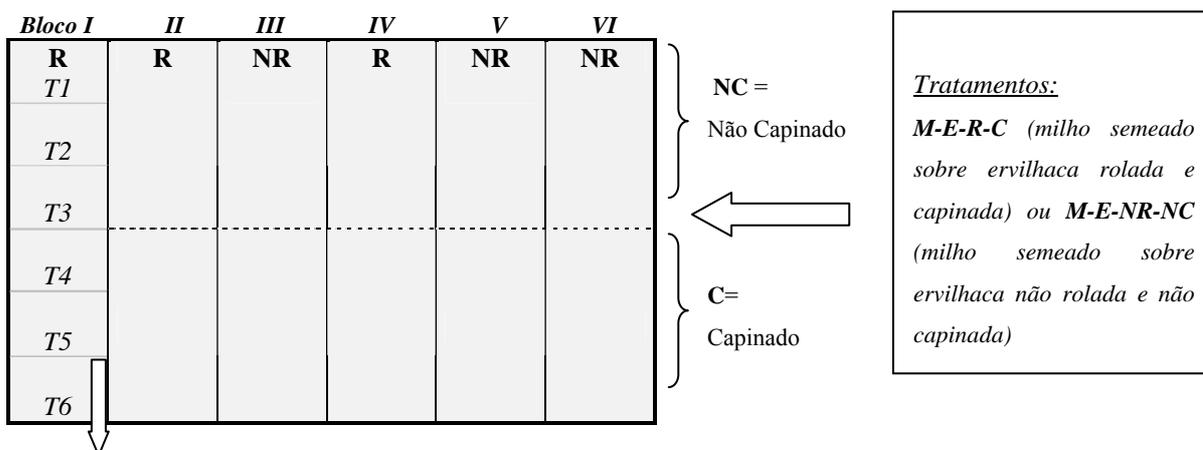
Em relação aos possíveis impactos dos tratamentos na qualidade de processamento industrial da batata, foram feitas determinações dos teores de amido, açúcares totais e redutores, no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSM.

A figura 3 a seguir procura mostrar a seqüência de cultivos e manejos empregados, no espaço e no tempo, nos sistemas de produção I e II. Da mesma forma, nos apêndices existem maiores detalhamentos da metodologia empregada nas respectivas avaliações.

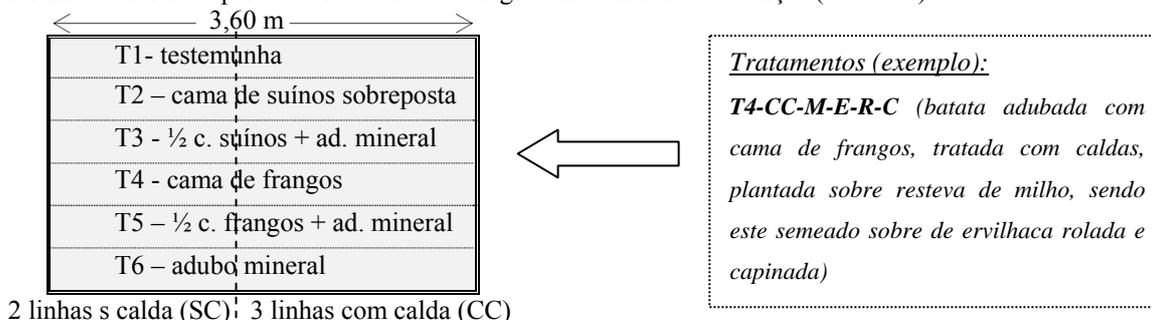
INÍCIO: semeadura de plantas de cobertura do solo de inverno, em maio/2002, em 4 talhões:



No sistema de produção I – batata safrinha cada talhão foi dividido em seis “blocos” para o plantio de milho; metade foi rolada (R) e outra não (NR); depois foram sub-divididos de novo (capinado C e não capinado NC).



Após o MILHO, fez-se plantio da BATATA SAFRINHA (fevereiro/2003): cada bloco anterior foi subdividido em 6 parcelas de 4m x 3,6m onde foram testados fertilizantes na cultura da batata; estas parcelas, por sua vez, foram subdivididas para testar as caldas ecológicas no controle de doenças (CC e SC).



No inverno seguinte (2003), a AVEIA foi semeada sobre os dois talhões (ervilhaca e nabo) após a colheita da batata-safrinha, para avaliar o efeito residual dos adubos e dos sistemas de rotação.

Em seguida, na primavera de 2003, foi cultivado FEIJÃO semeado sobre o talhão de ervilhaca-batata-aveia e SOJA sobre o talhão de nabo-batata-aveia. Nos blocos I, III e IV a palhada de aveia foi rolada e nos demais não.

No Sistema II - BATATA SAFRA, o esquema seguiu a mesma lógica: sobre os talhões de aveia e azevém semeou-se primeiramente a soja, depois aveia, e enfim plantou-se batata safra; em seguida cultivou-se o milho, para avaliar o efeito residual.

Figura 3 – Esquema espacial e temporal do experimento principal, entre 2002 a 2004. na FEPAGRO de Júlio de Castilhos-RS.

5.1 Sistema de produção I - batata safrinha

Este sistema de produção foi formado por subsistemas de rotação de culturas, de manejos e práticas culturais que, esquematicamente, estão representados na figura 4.

Maio 2002 Plantas de Cobertura	Out. 2002 Milho		Fev. 2003 Batata Safrinha						Jun. 2003 Aveia	Out. 2003 Feijão e Soja		Maio 2004 Plantas de Cobertura
	Não Capinado	Capinado	2 linhas com calda (CC) e 3 linhas sem calda (SC)							Aveia preta	Feijão	
Talhão Inicial: NABO (+ Azevém)	blocos	VI – R (Rolado)	T4	T3	T2	T1	T5	T6	Aveia preta			NR
		V–NR(Não Rolado)	T1	T6	T3	T2	T4	T5		NR		
		IV- NR	T5	T2	T3	T6	T1	T4		R		
		III – R	T2	T4	T1	T5	T6	T3		R		
		II – R	T3	T1	T6	T4	T5	T2		NR		
		I – NR	T3	T5	T4	T6	T2	T1		R	HerbOrg SemHerb	
Talhão Inicial: ERVILHACA (+ Azevém)	blocos	VI – NR	T4	T3	T2	T1	T5	T6	Aveia preta	NR	Soja	Plantas de cobertura (Aveia preta)
		V – NR	T1	T6	T3	T2	T4	T5		NR		
		IV – R	T5	T2	T3	T6	T1	T4		R		
		III – NR	T2	T4	T1	T5	T6	T3		R		
		II – R	T3	T1	T6	T4	T5	T2		NR		
		I - R	T3	T5	T4	T6	T2	T1		R		

Legenda: T1 – testemunha; T2 - cama de suínos sobreposta (10 t ha⁻¹); T3 – ½ cama de suínos + ½ adubo mineral; T4 - cama de frangos (10 t ha⁻¹); T5 – ½ cama de frangos + ½ adubo mineral; T6 - adubo mineral fórmula 7.11.9 (2 t ha⁻¹). CC = subparcelas com caldas ecológicas; SC = sem controle de doenças. R = palhada rolada mecanicamente antes do plantio; NR= não rolada (palhada em pé). Herb Org = subparcelas onde se aplicou herbicida biorgânico "SS"; Sem Herb = sem aplicação herbicida. Capinada = subparcelas onde se capinou manualmente as plantas daninhas; Não Cap. = não capinadas

Figura 4 – Esquema experimental adotado no sistema de produção I - “batata safrinha”. FEPAGRO, Júlio de Castilhos/RS, 2002 a 2004.

A partir de maio de 2002, implantaram-se espécies de inverno de plantas de cobertura do solo, especificamente ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg), visando avaliar seus possíveis efeitos no sistema. Na seqüência, cultivou-se milho na safra 2002/2003 sob diferentes manejos da palhada e das plantas daninhas; no cultivo subsequente, plantou-se a cultura central do sistema: a batata safrinha de 2003, com diferentes fertilizações organo-minerais. Após, sob efeito residual da batata, semeou-se a aveia-preta no inverno de 2003 em toda a área, seguida dos cultivos de feijão e

soja na safra 2003/2004, também sob diferentes manejos da cobertura (restos culturais e plantas daninhas).

5.1.1 Plantas de cobertura de inverno: ervilhaca e nabo forrageiro

O sistema de produção I iniciou em 04/07/2002 com a semeadura das plantas de cobertura do solo ervilhaca e nabo forrageiro (Figuras 1 e 2). As dimensões dos talhões foram de 24 m x 21,6 m, totalizando 518,4 m² de área útil cada um. Devido ao grande banco de sementes de azevém originário da ressemeadura natural de anos anteriores, se formaram dois consórcios de plantas de cobertura de solo de inverno: nabo forrageiro + azevém e ervilhaca + azevém.

A coleta de plantas para determinar a produção de matéria seca e o acúmulo de nitrogênio (N) foi realizada em outubro de 2002, no período de plena floração, através de quatro amostras aleatórias de matéria verde coletadas com o auxílio de quadrados de ferro medindo 0,5 x 0,5m. As amostras das plantas de cobertura de solo foram levadas para o laboratório da UFSM, onde foram secas a 65°C para a determinação da matéria seca. Em sucessão às plantas de cobertura de inverno, foi implantada a cultura do milho em ambos os talhões. Visando também a nutrição da cultura subsequente (milho), foi feita a aplicação a lanço de 5 t ha⁻¹ de cama sobreposta de suínos, em 01/11/2002, antes do manejo mecânico das espécies de inverno nas subparcelas previstas.

5.1.2 Milho em sucessão a plantas de cobertura de inverno

Antes da semeadura do milho, realizou-se a aplicação a lanço do adubo orgânico no dia 07/11/2002 com 5 t ha⁻¹ de cama de suínos. O manejo da palhada das plantas de cobertura foi feito de dois modos: metade foi rolada (R) e metade não (NR), conforme figura 2. Cada talhão foi subdividido em seis faixas ou blocos de 3,6 m de largura e 4,0 m de comprimento, sendo três rolados e três não rolados. Posteriormente, todos os blocos foram divididos no sentido transversal, tendo sido aplicados dois manejos das plantas daninhas devido à alta incidência das mesmas: metade do milho foi capinada (C) e a outra metade não (NC). Desta forma, os tratamentos do sistema de produção I ficavam mais complexos e seria plausível esperar, na produção do milho, os efeitos de uma combinação de fatores, como as diferentes plantas de cobertura do solo de inverno (nabo e ervilhaca), os dois tipos de manejo da palhada

antes do plantio (rolada ou não rolada) e o controle ou não de plantas daninhas (capinada ou não capinada).

Os tratamentos no caso ficaram assim configurados:

- 1- Milho sobre ervilhaca (+ azevém) não rolada e capinado;
- 2- Milho sobre ervilhaca não rolada e não capinado;
- 3- Milho sobre ervilhaca rolada e não capinado;
- 4- Milho sobre ervilhaca rolada e capinado;
- 5- Milho sobre nabo forrageiro não rolada e capinado;
- 6- Milho sobre nabo forrageiro não rolada e não capinado;
- 7- Milho sobre nabo forrageiro rolada e não capinado;
- 8- Milho sobre nabo forrageiro azevém rolada e capinado.

No tratamento com rolagem das espécies foi utilizado o rolo-faca de tração animal. No tratamento não rolado, a semeadura do milho foi realizada com as plantas de cobertura em pé, no período entre a floração e o enchimento de grãos. O milho foi semeado em 07/11/2002, usando o híbrido Agroeste - 3466 em um espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 60.000 plantas por hectare.

Em 05/12/2002 foi realizada a adubação de cobertura no milho, sendo utilizadas 5 t ha⁻¹ de cama de suínos a lançar na superfície do solo, sem incorporação. A alta incidência de plantas daninhas na área foi decisiva para utilizar a capina como mais uma subparcela dentro de cada bloco rolado ou não rolado. Em 13 e 14/12/2002 foi realizada a capina manual em metade da área, visando comparar o efeito com a outra metade não capinada (ver Figura 5).

A coleta das plantas daninhas fez-se em 18/12/2002, sendo utilizadas quatro sub-amostras com 0,25 m² por bloco. As plantas foram levadas para o Laboratório de Defesa Fitossanitária da UFSM para a identificação e determinação da matéria seca. A partir disso foi possível comparar o grau de incidência de plantas daninhas nos tratamentos rolada - R e não rolada - NR, bem como a influência destes manejos de palhada e da espécie de planta de cobertura de inverno (ervilhaca ou nabo) na produtividade de grãos de milho.

A colheita do milho foi realizada em 24/02/2003, utilizando-se quatro linhas centrais de 8 m de comprimento, perfazendo uma área útil de 14,4 m² (1,80 m x 8 m). As espigas de milho foram postas a secar em estufa até atingir 13 % de umidade, quando então se determinou a massa de grãos.



Figura 5 - Vista geral do cultivo de milho no sistema de produção I, com as sub-parcelas capinado (C) e não capinado (NC). FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003

5.1.3 Batata safrinha

Antes do plantio da batata safrinha, foi roçada a palhada de milho, seguida de operações de preparo do solo: escarificação, gradagem e sulcamento para o plantio convencional dos tubérculos. Para tanto, depois de demarcar as parcelas, foram distribuídos os adubos nos sulcos de plantio e no dia seguinte (07/03/2003) foi efetuado o plantio dos tubérculos-semente já brotados da cultivar Macaca ou Rosa Maçã.

Foram testadas fontes, doses e combinações de adubos orgânicos e mineral, resultando nos seguintes tratamentos:

T1 - Batata sem adubação (testemunha);

T2 - Batata adubada com cama de suínos sobreposta (10 t ha^{-1});

T3 - Batata adubada com cama de suínos (5 t ha^{-1}) + adubo mineral 7-11-9 (1 t ha^{-1});

T4 - Batata adubada com cama de frangos (10 t ha^{-1});

T5 - Batata adubada com cama de frangos (5 t ha^{-1}) + adubo mineral 7-11-9 (1 t ha^{-1});

T6 - Batata adubada com adubo mineral fórmula 7-11-9 (2 t ha^{-1}).

Para o tratamento preventivo fitossanitário, foi realizada a subdivisão de cada parcela em duas: uma com caldas ecológicas com 3 linhas de cultivo (CC), onde aplicaram-se calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante, e outra sem caldas (SC), com 2 linhas apenas. O plantio da batata foi feito com espaçamento de 0,75 m nas entrelinhas e aproximadamente

0,33 m entre as plantas na linha de plantio. A amontoa foi feita manualmente com enxada 30 dias após a emergência, formando os camalhões para o adequado crescimento dos tubérculos e proteção à ação da chuva e do sol. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas, com 6 repetições. Para comparar as médias aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A colheita da batata foi realizada em 10/06/2003 em área útil de 2 m² por tratamento (2,7 m x 0,75 m), sendo colhida uma linha com calda e outra sem calda.

5.1.4 Aveia preta em sucessão à batata safrinha

Na região, é comum o cultivo de aveia preta (*Avena strigosa*) e de azevém (*Lolium multiflorum*) após a colheita da batata-safrinha; em proporção bem menor, planta-se também a ervilhaca, o nabo forrageiro e centeio. O objetivo é aproveitar o efeito residual da adubação mineral utilizada na cultura da batata para se obter uma grande produção de matéria verde seja para o pastoreio de animais, seja para produção de sementes ou grãos para venda e/ou consumo próprio; em menor grau, estas espécies são cultivadas para adubação verde ou cobertura do solo.

Deste modo, para avaliar o possível efeito residual da adubação orgânica e mineral utilizada na batata-safrinha, fez-se o cultivo da aveia em sucessão. O delineamento aplicado foi o de blocos ao acaso com seis repetições, em parcelas de 3,6 x 4,0 m. A aveia foi semeada em 12/06/2003, logo após a colheita da cultura da batata. Na fase de grão leitoso da aveia, foram coletadas as plantas com três subamostras de 0,25 m² por tratamento. Posteriormente o material foi colocado em estufa para a obter a produção de matéria seca e determinar o acúmulo de NPK, no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFSM.

5.1.5 Feijão e soja em sucessão à aveia

Estes dois cultivos comerciais de verão foram introduzidos na sucessão à cobertura de inverno (aveia), por ser tradicional e expressivo seu plantio na região.

5.1.5.1 Feijão em sucessão à aveia

No cultivo de feijão na safra 2003-2004, avaliou-se o efeito residual das fertilizações utilizadas na batata safrinha cultivada ainda no primeiro semestre de 2003 e intermediada pelo plantio de aveia como cobertura do solo no inverno. Também se testaram os possíveis efeitos

da aveia sobre a supressão ou não das plantas daninhas. Devido à altíssima infestação na cultura do feijão, optou-se por usar herbicida biorgânico em subparcelas para o controle dos inços. Não se optou pela tradicional capina, para diminuir a exposição do solo e a ativação do banco de sementes de plantas daninhas pelo revolvimento do solo provocado pela capina.

As parcelas cultivadas com aveia foram subdivididas da seguinte maneira: 1) R - com manejo mecânico da palhada usando o rolo faca (nas repetições I, III e IV) e 2) NR – aveia em pé, não rolada (nas repetições II, V e VI). As sementes foram tratadas com *Trichoderma harzianum*⁸ (o produto comercial usado foi o Biotrich, na concentração de 200 g para cada saco de 50 kg de sementes). O feijão foi semeado em 23/10/2003 em delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas e 3 repetições. Os tratamentos ficaram assim configurados:

- 1 - Feijão sobre palha de aveia rolada, c/ herbicida biorgânico pós-emergente;
- 2 - Feijão sobre palha de aveia rolada, sem herbicida biorgânico pós-emergente;
- 3 - Feijão sobre palha de aveia não rolada com herbicida biorgânico pós-emergente;
- 4 - Feijão sobre palha de aveia não rolada, sem herbicida biorgânico pós-emergente.

Cada repetição ficou com as dimensões de 24 m x 3,60 m, sendo o bloco dividido longitudinalmente em duas partes: na metade foi aplicado o herbicida biorgânico SS (250 l / 20 litros de água) em pós-emergência às plantas daninhas, no dia 27/11/03, e a outra metade ficou sem herbicida.

Foi utilizada cama de frangos como fonte de adubo orgânico para o feijão: em 17/10/03 foram distribuídos 3 t ha⁻¹ de cama de frangos sobre a aveia em pé, sendo que o manejo da mesma e a semeadura do feijão foram realizados em 23/10/03. Em 18/11/03 foi aplicada mais 2t ha⁻¹ de cama de frangos de adubação em cobertura. Foi aplicada em duas ocasiões, nos dias 03/12 e 30/12/03, a mistura de caldas sulfocálcica e supermagro.

A identificação e a coleta das plantas daninhas no experimento foi realizada em 26/11/03, sendo utilizadas quatro subamostras de 0,25 m². As plantas foram levadas para o Laboratório do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM para identificação e determinação da produção de matéria seca. Em 27/11/03 foi aplicado o herbicida biorgânico

9 Os esporos deste fungo atacam espécies fitopatógenas tais como *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Pythium*, pela ação da enzima endoquitinase que degrada a parede celular destes patógenos (<http://www.ecoterrabrasil.com.br>)

em pós-emergência no feijão na metade da área rolada e não rolada; foi observada alguma fitotoxicidade inicial, mas as plantas se recuperaram após.

O feijão foi colhido em 11/02/04 utilizando-se 6 amostragens por subparcela. Em cada subparcela foram colhidas as duas linhas centrais deixando-se 1 m de bordadura de cada lado, totalizando 1,8 m² por amostragem.

5.1.5.2 Soja em sucessão à aveia

A soja foi implantada no delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi dividida em 6 faixas de 24 m x 3,60 m no sentido longitudinal, sendo que as plantas de cobertura em 3 faixas foram roladas (R) e em 3 não roladas (NR). Cada faixa foi subdividida em mais duas partes, sendo que metade foi capinada (C) e a outra metade não (NC). Diferente do realizado no cultivo de feijão optou-se por não usar o herbicida biorgânico na soja e sim a capina, devido aos efeitos fitotóxicos observados anteriormente naquela cultura.

Os tratamentos ficaram então assim constituídos:

- 1 - Soja sobre palhada de aveia rolada e capinada;
- 2 - Soja sobre palhada de aveia rolada e não capinada;
- 3 - Soja sobre palhada de aveia não rolada e capinada;
- 4 - Soja sobre palhada de aveia não rolada e não capinada.

No cultivo da soja foi avaliado o efeito supressor da aveia sobre plantas daninhas. Para o controle de insetos-praga foi utilizado em todos os sistemas o *Baculovirus anticarsia* no controle de lagartas e o *Trissolcus basalus* para combater os percevejos. Antes da semeadura da soja, em 17/10/03, foram distribuídas 3 t ha⁻¹ de cama de frangos com as plantas de aveia em pé, no período entre o final do florescimento e a formação do grão, representando uma adição de N-P-K de, respectivamente, 112 kg ha⁻¹ de N orgânico total, 125 kg ha⁻¹ de P₂O₅ total e 146 kg ha⁻¹ de K₂O⁹.

A semeadura da soja ocorreu em 30/10/03 com a cultivar BRS – FEPAGRO 23 (ciclo semitardio), sendo que as sementes também foram tratadas com Biotrich. Houve replantio parcial em 11/11/03 devido a falhas na emergência de plântulas, o que foi feito com máquina

⁹ Ver Manual de adubação e calagem para o RS e SC/CQFS (2004) e BISSANI (2004).

manual (“matraca”). Nas faixas onde a aveia foi rolada, utilizou-se um rolo-faca de tração mecânica, estando a aveia no estágio de grão leitoso.

Nos tratamentos com capina, a operação foi feita manualmente no dia 03/12/03, com enxada, em quatro linhas de plantio. Em 02/12/03 foi realizada a coleta para identificação das plantas daninhas e determinação da matéria seca.

Houve problemas com incidência de pragas, sendo necessária a aplicação de composto A para o controle do tamanduá da soja (*Sternechus subsignatus*) e de baculovírus e óleo de nim a 0,75% para o controle da lagarta militar (*Anticarsia gemmatalis*), aplicados, respectivamente, em 05/02/2004 e 27/02/2004. Outra aplicação de óleo de nim a 1% foi realizada em 10/03/2004 para o controle de percevejos, vaquinha e lagarta.

A soja foi colhida em 10/05/04, numa área útil de 2,7 m² por subparcela. Posteriormente, os grãos foram secos em estufa até a umidade de 13%, para então se fazer o cálculo da produtividade.

5.2 Sistema de produção II - batata safra

O sistema de produção II – batata safra, iniciou em 2002 (Figura 6) com os cultivos de aveia e azevém em dois talhões, os quais foram seguidos da cultura da soja na primavera-verão 2002/2003, sob diferentes manejos da cobertura do solo. Depois, no inverno de 2003, foi cultivada a aveia como cobertura do solo em todos os talhões (no sistema de produção I e no II). Na seqüência, plantou-se a batata-safra sob diferentes fertilizações organo-minerais, com subparcelas com e sem o uso de caldas ecológicas para o controle de doenças. Para avaliar o efeito residual da adubação da batata, foram plantados milho e crotalária, na primavera-verão de 2003/2004. Encerrou-se a rotação, finalmente, com o plantio de centeio no inverno de 2004.

Maio 2002 Plantas de Cobertura	Out. 2002 SOJA		Jun. 2003 Aveia Preta	Set. 2003 BATATA SAFRA						Jan. 2004 Milho e Crotalária	Maio 2004 Centeio
	Não Capinada	Capinada		Blocos I, III e V: CC Blocos II, IV e VI: SC							
Talhão inicial: AVEIA	blocos	VI - NR	Aveia preta	T1	T3	T4	T2	T5	T6	Milho safrinha	Centeio
		V - R		T3	T1	T2	T4	T6	T5		
		IV - NR		T2	T5	T1	T6	T3	T4		
		III - NR		T5	T2	T6	T1	T4	T3		
		II - R		T4	T6	T3	T5	T1	T2		
		I - R		T6	T5	T4	T3	T2	T1		
Talhão inicial: AZEVÉM	blocos	V - R		T1	T3	T4	T2	T5	T6	Crotalária	
		VI - NR		T3	T1	T2	T4	T6	T5		
		IV - R		T2	T5	T1	T6	T3	T4		
		III - R		T5	T2	T6	T1	T4	T3		
		II - NR		T4	T6	T3	T5	T1	T2		
		I - NR		T6	T5	T4	T3	T2	T1		

Legenda.: T1 – testemunha ; T2 - cama de suínos sobreposta (20 t ha⁻¹); T3 – ½ cama de suínos + ½ adubo mineral ; T4- cama de frangos (10 t ha⁻¹); T5 – ½ cama de frangos + ½ adubo mineral 7.11.9; T6 - adubo mineral (2 t ha⁻¹) fórmula 7.11.9. CC = bloco de batata cultivada com caldas ecológicas; SC = bloco sem controle de doenças. R = palhada rolada mecanicamente antes do plantio; NR = não rolada (palhada em pé).

Figura 6 – Esquema experimental aplicado ao sistema de produção II - batata safra. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2002 a 2004

5.2.1 Plantas de cobertura de inverno: azevém e aveia

O sistema de produção II teve início mais precisamente em 04/07/02, com a semeadura das plantas de cobertura do solo mais comuns na região: azevém e aveia preta. Conforme a figura 4, as dimensões de cada talhão foram de 24,0 x 21,6 m, totalizando 518,4 m². Cada talhão foi dividido em seis faixas ou blocos longitudinais de 24 m X 3,6 m, sendo que a palhada de três destas faixas foram posteriormente roladas (R) e três não roladas (NR).

Para determinar a produção de MS e o acúmulo de N, as coletas de plantas foram realizadas em outubro de 2002, no estágio de plena floração, retirando-se quatro amostras de matéria verde com o auxílio de quadrados de ferro medindo 0,50 x 0,50 m, lançados ao acaso nas áreas dos talhões. As amostras das plantas de cobertura de solo foram levadas para o

Laboratório de Fertilidade de Solos da UFSM, onde foram secas em estufa a 65 °C para posterior determinação da matéria seca e do acúmulo de nitrogênio.

5.2.2 Soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno

Antes da semeadura da soja, no dia 07/11/2002, realizou-se a aplicação a lanço de cama de suínos sobreposta em toda área de plantio, também na dosagem de 4 t ha⁻¹. Em seguida, no estágio de grão leitoso, foi feito o manejo mecânico da aveia e do azevém com rolo faca em metade dos blocos (rolados-R), enquanto que nos outros blocos não rolados (NR), a soja foi semeada sobre as plantas de cobertura de solo em pé (Figura 4).

Mais adiante, nos dias 13 e 14/12/2002, os seis blocos de cada talhão foram divididos ao meio no sentido transversal ficando então a dimensão de 12 m X 3,6 m. Metade de cada bloco foi capinada (C) e a outra metade não (NC), constituindo-se desse modo mais dois tratamentos, que originalmente não estavam previstos, porém tornaram-se necessários em função do grande banco de sementes de plantas daninhas existentes na área experimental.

Assim, foi possível comparar os tratamentos de soja em cima de palhada rolada e não rolada, bem como a interação com as subparcelas capinadas (C) e não capinadas (NC).

Os tratamentos na cultura da soja ficaram então assim configurados:

- 1 - Soja sobre palhada de azevém não rolada e capinada;
- 2 - Soja sobre palhada de azevém não rolada e não capinada;
- 3 - Soja sobre palhada de azevém rolada e não capinada;
- 4 - Soja sobre palhada de azevém rolada e capinada;
- 5 - Soja sobre palhada de aveia não rolada e capinada;
- 6 - Soja sobre palhada de aveia não rolada e não capinada;
- 7 - Soja sobre palhada de aveia rolada e não capinada;
- 8 - Soja sobre palhada de aveia rolada e capinada.

Após a emergência da soja, devido às falhas foi feito o replantio manual em 22/11/2002, também usando a “matraca”. As plantas daninhas foram coletadas em 18/12/2002, utilizando-se quatro subamostras de 0,25 m² em cada faixa. As amostras foram levadas para o Laboratório de Defesa Fitossanitária da UFSM para a identificação e a determinação da matéria seca.

Em 19/12/2002, o setor de entomologia da UFSM iniciou a coleta de insetos na área para a determinação da flutuação populacional dos mesmos. As coletas foram realizadas quinzenalmente, até o final do ciclo da cultura. Este trabalho teve o objetivo de verificar a

capacidade das plantas de cobertura de solo de inverno hospedarem pragas e/ou inimigos naturais, e se os mesmos afetariam a cultura da soja. Após a coleta, os insetos foram levados para o laboratório de entomologia da UFSM, de onde foram remetidos para São Paulo a fim de serem identificados e classificados (n.p.).

Houve incidência de tamanduá da soja, tendo sido usado para seu controle o óleo de nim a 0,75%, com resultado satisfatório. Em 12/02/2002 foi realizada uma aplicação de baculovírus para o controle de lagarta da soja. Os primeiros ataques de doenças, como a “ferrugem asiática”, foram observados em março/2003 e, em 08/04/2003, era possível observar uma forte incidência desta doença de final de ciclo da soja.

A colheita foi realizada em 24/04/2003, em área útil de 4 m² por parcela (4 linhas centrais de 4,5 m x 0,45 m entre linhas). As plantas foram colhidas manualmente e imediatamente trilhadas nas próprias parcelas e a massa de grãos foi determinada a 13% de umidade.

5.2.3 Aveia preta como cobertura de solo de inverno

Os procedimentos operacionais foram os mesmos já descritos no item 5.1.4. Em 23/08/03 foram aplicadas 4 t ha⁻¹ de calcário sobre a aveia. Em 30/08 a aveia foi incorporada com grade para o plantio posterior da batata-safra.

5.2.4 Batata-safra em sucessão à aveia preta

A época do plantio de batata-safra na região central do RS está compreendida entre o final de julho e o final de agosto, dependendo do microclima. Na área de relevo mais baixo da Depressão Central (denominada pelos produtores de “várzea”), onde predomina solos do tipo argissolo franco-arenoso, o plantio ocorre mais cedo. Já na região alta, entre a Encosta da Serra de São Martinho e o início do Planalto Gaúcho, onde o clima é mais frio e o solo mais argiloso, o plantio ocorre de 30 a 45 dias mais tarde.

O preparo da área para o plantio da batata iniciou com a incorporação da aveia em 30/08/2003. Em seguida houve a distribuição dos fertilizantes nos sulcos abertos e, no mesmo dia 03/09/03, foi realizado o plantio manual da batata também com a variedade Macaca.

Os tratamentos consistiram de fontes, combinações e doses de adubos orgânicos, bem como a possível interação destes com o uso de caldas caseiras (sulfocálcica + biofertilizante) no controle fitossanitário, resultando no que segue:

T1 - Testemunha;

T2 - Cama de suínos (20 t ha⁻¹);

T3 - Cama de suínos (10 t ha⁻¹) + adubo mineral 07-11-09 (1 t ha⁻¹);

T4 - Cama de frangos (10 t ha⁻¹);

T5 - Cama de frangos (5 t ha⁻¹) + adubo mineral 07-11-09 (1 t ha⁻¹);

T6 - Adubo mineral 07-11-09 (2 t ha⁻¹) + 45 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Optou-se por dobrar a dosagem de cama de suínos em relação à batata-safrinha, tendo em vista o mau desempenho observado nesta e devido ao teor de N mineral prontamente disponível ser 3 vezes menor na cama de suínos do que na cama de frango (ver tabela 02). O delineamento foi de blocos ao acaso, com seis repetições, sendo que em três blocos de cada talhão (blocos I, III e V) foram aplicadas caldas ecológicas para o tratamento de doenças e nos outros três (II, IV e VI) não se aplicou nada (Figura 4). Para o controle de vaquinha, fizeram-se duas aplicações de óleo de nim a 0,5% (em 08 e 15/10/03) e uma de composto A (em 31/10/03). A emergência da batata foi, porém, desuniforme, tendo sido necessário eliminar duas repetições ou blocos (I e II) no talhão inicial de azevém e uma repetição (VI) no talhão inicial de aveia. A operação de amontoa foi realizada manualmente em 14/10/03 com auxílio de enxada, quando também foi feita a adubação de cobertura com uréia somente nas parcelas com adubo mineral (T6).

Em 07/11/03, foram coletadas amostras de três plantas por repetição para determinação de MS e do teor de nutrientes acumulados pelas plantas de batata, nos laboratórios do Departamento de Solos da UFSM. Em 05/01/04 realizou-se a colheita de tubérculos numa área útil de 4,5 m² (três linhas centrais com 2 m de comprimento), pesando-se no dia seguinte para o cálculo da produtividade da batata.

5.2.5 Milho safrinha e crotalária em sucessão à batata-safra

Nas regiões de agricultura familiar da região sul do Brasil, vem ganhando espaço a cada ano o plantio do milho-safrinha. Isso ocorre de modo mais expressivo entre os fumicultores que, assim, intensificam o uso das terras, aproveitam o efeito residual das adubações no fumo e há menor probabilidade de sofrer com estiagens.

No experimento, o milho-safrinha foi inserido em sucessão à batata com este mesmo objetivo, para avaliar o efeito residual dos fertilizantes usados na cultura. O delineamento foi de blocos ao acaso com seis repetições, sendo que cada parcela tinha 4,0 x 3,6 m. Foi semeada

a cultivar Agroeste - 3466, no espaçamento de 0,80 m nas entrelinhas, com 5 sementes m⁻¹ linear. O controle de plantas daninhas foi feito com capina manual e não foi aplicado N em cobertura.

Já na área do talhão inicial com azevém, foi semeada a lanço a leguminosa crotalária (*Crotalaria spectabilis*), com o objetivo de qualificar a rotação de culturas e incrementar o processo de ciclagem de nutrientes devido a sua grande capacidade de produção de matéria seca e sistema radicular profundo. Sua semeadura ocorreu em 12/01/2004, uma semana após a colheita da batata, mas somente no talhão inicial onde havia plantas de aveia antes do plantio da batata (Figura 6). Porém, a emergência de sementes desta planta foi muito baixa e a crotalária acabou sendo abandonada por já ser demasiado tarde para semear novamente. A área foi deixada em pousio, o que, diga-se de passagem, é uma prática comum entre agricultores descapitalizados e/ou menos informados dos benefícios ao solo devido ao cultivo de plantas de cobertura.

5.2.6 Centeio e pousio

Após o cultivo do milho-safrinha, foi semeada a cultura do centeio como planta de cobertura no inverno, de modo que todo o processo de rotação poder-se ia reproduzir a partir deste ponto, seja para a seqüência do sistema de produção I ou do II, ou ainda na direção de algum outro arranjo de cultivos, planta de cobertura, etc. Por esta razão, por estar encerrando o período de execução do Projeto RS Rural e a época de coleta de dados experimentais, não se fez nenhuma avaliação deste cultivo.

5.3 Aspectos econômicos dos sistemas de produção I e II

A agricultura em fase de transição agroecológica tende a diminuir tanto os custos de produção como, possivelmente, os rendimentos físicos imediatos, e que esse balanço pode, ao final, até implicar numa rentabilidade maior. Assim sendo, para testar esta hipótese e para ter uma visão econômica global dos sistemas de produção estudados, delineou-se no projeto o objetivo específico de avaliar o custo de produção, a renda bruta e a margem líquida dos sistemas de produção estudados, com ênfase na cultura da batata.

A metodologia utilizada foi da análise do custo-benefício, onde foram utilizados índices técnicos efetivos dos experimentos (ou, na sua falta, empregou-se os parâmetros mais

comuns na região) para os conseqüentes cálculos de custos de produção, receita bruta e receita ou margem líquida. A *margem líquida* foi calculada pela fórmula:

$$\text{Margem líquida} = \text{Receita bruta} - \text{Custo fixo} - \text{Custo variável}$$

O custo variável correspondeu à adubação de cada tratamento, bem como às alternativas de manejo adotadas nas subparcelas (por exemplo: com ou sem caldas ecológicas, com ou sem capina, etc.). Optou-se por não adotar preços diferenciados para a batata orgânica em relação à convencional, apesar de na prática isto acontecer e ser assim explorado (DAROLT, 2003), porque entendemos que os produtos de base ecológica não devem chegar aos consumidores a preços maiores que os convencionais. Não se deseja um consumo elitista, o que seria contraditório à concepção agroecológica.

5.4 Efeitos na qualidade do solo

O uso adequado da adubação orgânica e de plantas de cobertura provoca alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, cuja interação resulta, normalmente, em melhorias na qualidade do solo. Estas melhorias ocorrem em períodos de tempo mais longos do que neste estudo, porém, em função de algumas dosagens elevadas de adubos orgânicos empregadas, achou-se necessário realizar avaliações simplificadas de efeitos dos sistemas de produção, seja em algumas propriedades químicas (através da análise química tradicional), físicas (determinação da densidade do solo; macro, micro e porosidade total; estabilidade de agregados em água) e biológicas (como carbono e fósforo microbiano e total).

As análises foram efetuadas em meados de 2004, quase ao final do experimento principal, quando se retiraram amostras de solo das camadas de 0-5 cm e 5-10 cm, as quais foram remetidas para determinações nos laboratórios de Fertilidade, de Física e de Microbiologia do Departamento de Solos da UFSM.

5.4.1 Propriedades químicas

Os atributos químicos do solo foram avaliados através da análise química tradicional (TEDESCO, 1995), excetuando-se micronutrientes, confrontando os resultados no início do experimento e em maio de 2004. As amostras foram coletadas somente em parte do

experimento, correspondente ao sistema de produção II, mais especificamente no talhão do milho-safrinha/2004. Neste, as culturas antecessoras foram: aveia-preta (2002), soja (2002/03), aveia-preta novamente (2003), batata-safra (2003) e, finalmente, o milho safrinha (2004). Entre a análise de solo inicial, realizada em maio/2002 (Quadro 2) e a mais recente, feita em maio/2004 (Quadro 3), foram aplicados cumulativamente os seguintes fertilizantes e corretivos: 4 t ha⁻¹ de camas de suínos em maio/2002 e em dezembro/2002; 4 t ha⁻¹ de calcário em junho/2003; e, por fim, as diferentes combinações de fertilizantes orgânicos / minerais na batata-safra, em setembro/2003.

5.4.2 Propriedades físicas

As amostras foram colhidas em abril/2004, no talhão com milho do sistema de produção II - batata safra. Não se coletou em outros talhões por não haver expectativa de alterações entre talhões devidas aos sistemas face ao pouco tempo decorrido da implantação do experimento e à grande mobilização do solo provocada pelo cultivo de batata. As determinações de atributos físicos foram efetuadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos da UFSM, empregando o método do anel volumétrico para determinar a densidade do solo e o da mesa de tensão para analisar a porosidade do solo (macro, micro e total), conforme descrito por EMBRAPA (1997). A estabilidade de agregados em água foi determinada pelo método de Kemper modificado (KEMPER, 1965).

5.4.3 Propriedades biológicas

As propriedades biológicas estudadas foram o fósforo orgânico (Po), fósforo total (Pt) e fósforo microbiano (Pm), de acordo com a metodologia de Hedley (SAGGIN, 2004). O carbono e o nitrogênio microbiano foram determinados pela técnica adaptada por DA ROS (2003). As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Solo da UFSM. Porém, por problemas na execução da metodologia – em fase de desenvolvimento -- e pequeno espaço de tempo decorrente desde a aplicação dos tratamentos que poderiam implicar em alterações, os resultados não mostraram consistência para serem publicados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Sistema de produção I – batata safrinha

6.1.1 Plantas de cobertura de inverno: ervilhaca e nabo forrageiro

As plantas de cobertura de solo de inverno utilizadas neste sistema de produção foram a ervilhaca e o nabo forrageiro (involuntariamente consorciadas com azevém), as quais apresentaram diferenças acentuadas na produção de matéria seca (Tabela 6).

Tabela 6 – Produção de matéria seca, concentração e acúmulo de N nas culturas de nabo (+azevém) e de ervilhaca (+azevém). FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2002.

Culturas	MS (kg ha ⁻¹)	N na MS (%)	N total (kg ha ⁻¹)
Nabo (+azevém*)	5.185	2,09	108,27
Ervilhaca (+azevém*)	2.833	1,94	55,02

* Obs.: O azevém é oriundo de ressemeadura natural, que acabou formando esses consórcios nas parcelas. A análise estatística não foi realizada devido a só se dispor dos dados médios.

O melhor desempenho da cultura do nabo forrageiro ocorreu principalmente no acúmulo de nitrogênio total no talhão, quase o dobro do que o acumulado pela ervilhaca, apesar do teor de N na matéria seca de ambas ser quase igual. Este dado reforça o conceito de que o nabo forrageiro é uma planta de cobertura muito promissora para introduzir em sistemas de rotação de culturas. Porém, sua área cultivada é reduzida porque, para muitos agricultores e técnicos, o nabo é considerado sinônimo de planta daninha.

Especificamente para os sistemas de produção de batata, é interessante introduzir plantas como o nabo forrageiro. Primeiro, porque podem disponibilizar quantidades elevadas de N para a própria cultura da batata, a qual, como se viu, chega a exportar 120 kg ha⁻¹ para produzir 30 t ha⁻¹ de tubérculos (FONTES, 1997). Segundo, porque há uma boa produção de matéria seca, o que contribui diretamente na conservação do solo em sistemas vulneráveis como a batata, em que há uma intensa mobilização do solo.

6.1.2 Milho em sucessão a plantas de cobertura de inverno

Uma das principais preocupações para o cultivo de milho, em especial o de base ecológica, é o controle de plantas daninhas devido à acentuada competição que pode estabelecer-se nos estágios iniciais da cultura. No experimento houve efeito positivo das plantas de cobertura de solo ervilhaca (+ azevém) e nabo (+ azevém) na diminuição da incidência de plantas daninhas na cultura do milho, em relação à faixa testemunha sem plantas de cobertura (Tabela 7).

Tabela 7 - Matéria seca de plantas daninhas sob duas modalidades de manejo da palhada de ervilhaca (+ azevém) e nabo (+ azevém), aos 34 dias após a semeadura do milho. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.

Plantas daninhas	Faixa testemunha	Tipo de manejo da palhada	
		Palhada de ervilhaca (+ azevém)	
		Não Rolada (NR)	Rolada (R)
		-----kg ha ⁻¹ -----	
Milhã	952	459a	534a
Picão-preto	762	503a	525a
Outras ⁽¹⁾	914	603a	897a
		Palhada de nabo forrageiro (+azevém)	
		Não Rolada (NR)	Rolada (R)
Milhã	852	399a	558a
Picão-preto	652	455a	344a
Outras ⁽¹⁾	1106	938a	704a

⁽¹⁾ Erva-de-bicho, corriola, guanxuma, língua-de-vaca, nabo, picão-branco, poaia-branca, tranchagem e trevo-azedo. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Porém, a tabela 6 também demonstra que esse efeito supressor não foi influenciado pelo tipo de manejo da palhada e nem pelo tipo de planta de cobertura. Confirma-se, portanto, o potencial do uso de plantas de cobertura de solo como uma importante ferramenta de base ecológica para o manejo integrado de plantas daninhas visando diminuir o banco de sementes (SEVERINO e CHRISTOFFOLETTI, 2001).

Já a produtividade do milho (tabela 8) não foi afetada pelas plantas de cobertura do solo como se esperava, principalmente no caso do nabo, onde a produção de MS e o acúmulo de N foram bem superiores. Também não houve efeito do tipo de manejo da palhada (rolada

ou não). Uma das explicações pode ser a adubação geral empregada no milho (5 t ha⁻¹ cama de suínos), que adicionou 55 Kg de N orgânico (cerca de 60% são mineralizáveis no primeiro cultivo). Outras explicações podem ser aludidas: DERPSCH (1985) cita casos onde há efeito alelopático inicial do nabo sobre o milho; houve uma produtividade muito baixa, devido à estiagem, o que dificulta manifestação de diferenças entre tratamentos.

Tabela 8 - Produtividade de grãos de milho com diferentes manejos mecânicos em sucessão ao nabo (+ azevém) e à ervilhaca (+ azevém). FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.

Tipo de manejo da palhada das plantas de cobertura de solo	Produtividade de milho (kg ha ⁻¹)	
	Nabo forrageiro (+Azevém)	Ervilhaca (+Azevém)
	----- Com Capina -----	
Rolado	2.853a	2.465a
Não rolado	2.265a	2.257a
	----- Sem Capina -----	
Rolado	775b	991b
Não rolado	818b	1.152b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A diferença de produtividade no milho foi significativa somente entre os tratamentos com e sem capina, como era de se esperar, aliás, dada à inexistência de efeitos positivos de plantas de cobertura e do manejo da palhada demonstrados na tabela 8.

6.1.3 Batata safrinha

Após a colheita do milho, foi realizado o plantio da batata safrinha em março de 2003, onde foram testadas fontes e doses de adubos orgânicos, conforme detalhado no item 5.1.3.

Para uma melhor compreensão sobre os efeitos das fontes, doses e combinações dos fertilizantes orgânicos nos resultados obtidos, tanto na batata-safrinha como nos cultivos subsequentes, faz-se necessário apresentar os valores dos *índices de eficiência de liberação* dos nutrientes das fontes orgânicas empregadas. Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo para o RS e SC (CQFS-NRS, 2004), os adubos orgânicos apresentam concentrações e taxas de liberação de nutrientes muito variáveis, as quais afetam a disponibilidade para as plantas (Tabela 9).

Tabela 9 - Índice de eficiência de liberação de nutrientes (NPK) no solo a partir diferentes fontes de resíduos orgânicos em cultivos sucessivos. CQFS/NRS (2004).

Fonte	Tipo de Nutriente	Índice de eficiência		
		1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo
Cama de frango	N	0,5	0,2	0,1
	P	0,8	0,2	-
	K	1,0	-	-
Esterco sólido de suíno	N	0,6	0,2	0,1
	P	0,8	0,2	-
	K	1,0	-	-

Observa-se que há muita semelhança entre os índices de liberação dos nutrientes da cama de frangos e da cama de suínos nos três cultivos. Na verdade, a diferença se dá nos índices de liberação dos nutrientes quando comparados entre si, devido basicamente à influência da atividade microbiana ou não em seu ciclo biogeoquímico. Ou seja, o N e o P são grandemente afetados e a taxa de mineralização depende dos tipos de micro-organismos do solo, da composição do resíduo orgânico, das condições de temperatura, umidade e pH do solo, entre outros. Por sua vez, o K fica inteiramente disponível às culturas por não fazer parte de nenhuma estrutura química de composto orgânico que necessite de processos de mineralização microbiana (BISSANI, 2004).

Aplicando-se os índices de liberação de nutrientes apresentados na tabela 8 às fontes, doses e combinações empregadas, fez-se uma comparação entre a quantidade recomendada pela pesquisa à cultura da batata com aquela que estaria sendo potencialmente liberada à cultura ao longo do cultivo (Tabela 10). Estas informações são básicas para discutir a ocorrência ou não de déficits ou excessos de determinados nutrientes, o que é especialmente importante para dimensionar o melhor suprimento de nitrogênio e fósforo, cujas dinâmicas sofrem não só o efeito do processo de decomposição microbiana da matéria orgânica do solo, mas também são afetadas pelos tipos de manejo e arranjos de culturas nos sistemas de produção.

Tabela 10 – Recomendação e fornecimento potencial de NPK à batata safrinha com diferentes fontes e doses de adubo orgânico e mineral. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, 2003.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Recomendação à cultura da batata*	----- kg ha ⁻¹ -----			
(CQFS, 2004)	140	140	160	
Fornecimento potencial de nutrientes**				
Fertilizantes aplicados	N _{min.} (prontamente disponível)	N _{total} (disponível no 1 ^o cultivo)	P ₂ O ₅ _{total} (disponível no 1 ^o cultivo)	K ₂ O _{total}
	----- kg ha ⁻¹ -----			
Testemunha	0	0 (0)	0 (0)	0
Cama de suínos 10 t ha ⁻¹	15	110 (66)	256 (205)	197
Cama suínos 5 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹ ad. mineral	77	125 (103)	238 (212)	188
Cama de frango 10 t ha ⁻¹	48	280 (140)	318 (255)	369
Cama frango 5 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹ ad. mineral	94	210 (140)	269 (237)	274
Adubo mineral 7.11.9 2 t ha ⁻¹	140	140 (140)	220 (220)	180

* Para produtividades acima de 20 t ha⁻¹ de batata. ** Composição química: cama de suínos (0,15% de N min.; 1,11% de N total; 1,12% de P e 1,64% de K); cama de frangos (0,48% de N min.; 2,8% de N total; 1,39% de P e 3,07 % de K) . N ou P₂O₅ disponível = N ou P₂O₅ total x índice de liberação + N ou P₂O₅ total do adubo mineral. Equivalências dos elementos: P₂O₅ = 2,29 x P; K₂O = K x 1,20.

Deste modo, observa-se na tabela 10 que em todos os tratamentos, exceto na testemunha, a quantidade de N_{total} e P₂O₅_{total} aplicada foi sempre superior à recomendada pela CQFS/NRS (2004), o que, num primeiro olhar, poderia levar a uma conclusão apressada de inexistência de limitação no fornecimento destes elementos às plantas de batata. A tabela mostra que o aporte de N mineral prontamente disponível ficou em níveis abaixo dos 140 kg ha⁻¹ recomendados pela pesquisa, o que só não ocorreu no tratamento com adubação mineral, o qual disponibilizou a quantia exata de N.

Porém, aplicando-se os índices de liberação (Tabela 9), a deficiência teórica de N no primeiro cultivo só ocorreu quando do uso da cama de suínos, seja isoladamente ou associada à metade da dose de adubo mineral. Atribui-se esse fato ao baixo teor de N mineral e total (cerca de três vezes menos que a cama de frango) e da alta recalitrância do N orgânico contido neste adubo orgânico. A cama de frango supriu o N mineral em quantidade suficiente, ou seja, exatamente igual à recomendação pela CFQS (140 kg ha⁻¹).

Em relação ao fósforo, além do solo já possuir níveis altos, não houve déficit de suprimento deste nutriente pelos adubos orgânicos em todos os tratamentos (exceto na testemunha), ficando em níveis bem acima dos 140 kg ha⁻¹ requeridos.

Quanto ao suprimento de potássio, os déficits se restringiram tão somente à testemunha, mostrando que este não é um nutriente que apresenta dificuldades no manejo da adubação orgânica em sistemas de produção de batata.

Refletindo esses processos, a produtividade obtida com a batata-safrinha apresenta-se na tabela 11 a seguir.

Tabela 11 - Produtividade de tubérculos de batata-safrinha, cultivada em sucessão ao milho. FEPAGRO. Júlio de Castilhos-RS, 2003.

Tipos de fertilizantes, combinações e doses	Seqüência de cultivos antes da batata				Produtividade média dos tubérculos
	Ervilhaca + azevém / milho		Nabo forrageiro + azevém / milho		
	Com calda	Sem calda	Com calda	Sem calda	
	kg ha ⁻¹				
Testemunha	7.406	8.384	8.582	6.773	7.841 c
Cama de suínos (10 t ha ⁻¹)	9.657	9.704	9.616	9.513	9.656 c
Cama suínos (5 t ha ⁻¹)+1 t ha ⁻¹ mineral	13.526	15.477	12.350	11.809	13.430 b
Cama de frango (10 t ha ⁻¹)	15.349	14.584	13.116	13.874	14.405 ab
Cama frango (5 t ha ⁻¹)+1 t ha ⁻¹ mineral	15.525	16.540	16.127	15.696	16.245 a
Adubo mineral 7-11-9 (2 t ha ⁻¹)	14.240	13.641	15.979	14.953	14.933 ab

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O uso de cama de frangos associada ao adubo mineral apresentou a maior produtividade, mas sem diferir dos tratamentos com cama de frango ou adubo mineral aplicados isoladamente (Tabela 11). No caso da cama de suínos, a baixa disponibilidade de nutrientes e a recalcitrância de seus compostos orgânicos resultou numa produtividade muito baixa, inclusive semelhante à testemunha. Contudo, ao associar a cama de suínos com o adubo mineral, a produtividade foi similar àquela obtida com cama de frangos ou adubação mineral, isoladamente. Resultados semelhantes foram obtidos por TEIXEIRA et al (2000) que, em argissolo franco-arenoso de São Paulo, demonstrou que os tratamentos envolvendo cama de frango, associada ou não ao adubo mineral (fórmula 2-19-6), não apresentaram diferenças de produtividade.

As melhores produtividades de batata-safrinha coincidiram com as adubações que disponibilizaram N ao longo do ciclo da batata em quantidade igual ao recomendado pela CQFS para rendimentos superiores a 20 t ha⁻¹ (140 kg ha⁻¹). Pode-se interpretar que no tratamento com adubo mineral houve perda de parte dos 140 kg ha⁻¹ de N aplicados no plantio. Esta perda certamente foi compensada pela aplicação de adubo nitrogenado em cobertura (uréia), por ocasião da operação de amontoa. Seguindo esta lógica, as adubações orgânicas não só liberaram o nitrogênio em níveis suficientes para um adequado desenvolvimento da planta de batata, como também este N aparentemente foi liberado de uma forma mais gradual e menos sujeita a perdas por lixiviação ou volatilização. Por isso, infere-se que a forma orgânica pode ser a mais adequada de suprimento de N do ponto de vista ambiental. Para corroborar nesta inferência, o trabalho de MOITA MACEDO & GALLO (1981) provou que até os 20 dias após a emergência nada menos que 41% do N acumulado pelas plantas de batata foram acumulados em seis cultivares de batata, ou seja, cerca de 30 a 40 dias após a adubação (ver mais informações no item 2.6.1).

Em relação ao acúmulo de nutrientes pelos tubérculos, os resultados obtidos diferem um pouco do que comumente é citado na literatura, especialmente no caso do nitrogênio. Para exemplificar, REIS JR. (2001) aponta trabalhos onde os tubérculos de batata removem do solo muito mais potássio do que outros nutrientes, com uma relação de 1,5 em comparação ao nitrogênio e 4-5 vezes a mais do que o fósforo. Porém, no presente trabalho esta relação foi de pouco mais de uma vez para o N e de sete a oito vezes para o P (Tabela 12).

Tabela 12 – Acúmulo de nutrientes pelos tubérculos na colheita da batata safrinha. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.

Fertilizantes	Produtividade kg ha ⁻¹	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
		% MS	kg ha ⁻¹	% MS	kg ha ⁻¹	% MS	kg ha ⁻¹
Testemunha	7.841 c	1,51	22,5	0,24	3,5	1,59	23,6
Cama de suínos (10 t ha ⁻¹)	9.656 c	1,61	29,6	0,23	4,3	1,78	32,6
C. suínos (5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ Ad min.	13.430 b	1,61	41,2	0,24	6,1	1,99	50,7
Cama de frango (10 t ha ⁻¹)	14.405 ab	1,90	52,0	0,22	6,1	1,92	52,4
C.frango(5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ Ad min.	16.245 a	1,69	52,2	0,24	7,5	2,18	67,3
Adubo mineral 7.11.9 (2 t ha ⁻¹)	14.933 ab	2,04	57,8	0,21	6,0	1,90	53,8

*Matéria Seca determinada nos tubérculos: 19%. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Outro desafio importante na produção de batata é o controle de doenças. No experimento, a utilização ou não de caldas caseiras não afetou a produtividade de tubérculos, tanto na safrinha como na safra (Tabela 11 e 20). O uso destas caldas, em princípio, necessitaria de mais investigações para a definir uma série de parâmetros associados, sejam de natureza ambiental (temperatura, umidade relativa do ar, molhamento foliar, etc.), etiológica (raças de patógenos) ou cultural (cada cultivar têm diferentes graus de resistência a doenças, especialmente a requeima, conforme trabalho de SOUZA et al em 1995). Estes parâmetros afetam o surgimento e a intensidade do ataque de doenças. Alguns destes estudos já estão em andamento na própria UFSM e a partir deles se poderá dar um grande passo para melhorar a eficiência do controle racional de doenças, evitando os prejuízos econômicos e ambientais de aplicações desnecessárias.

6.1.4 Aveia preta após a batata safrinha

O esperado efeito residual das adubações empregadas na cultura da batata-safrinha sobre a cultura sucessora (aveia) ocorreu principalmente onde foi utilizada a cama de frango isolada ou associada a adubo mineral, e nos tratamentos com adubação mineral (Tabela 13). O acúmulo de nutrientes (NPK) pelas plantas de aveia apresentou teores que foram bastante similares entre os melhores tratamentos de adubação da batata safrinha.

Tabela 13 – Efeito residual da adubação da batata na produção de matéria seca e acúmulo de NPK na matéria seca de aveia. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.

Fertilizações aplicadas à batata-safrinha	MS kg ha ⁻¹	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
		% MS	kg ha ⁻¹	% MS	kg ha ⁻¹	% MS	kg ha ⁻¹
Testemunha	6.413b	0,86	55,1b	0,22	13,9b	1,91	122,8b
Cama de suínos (10 t ha ⁻¹)	6.347b	0,84	53,2b	0,25	15,9b	2,31	146,6b
C. suínos (5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ Ad min.	6.400b	0,86	55,3b	0,25	15,9b	2,39	153,1b
Cama de frango (10 t ha ⁻¹)	8.840a	0,86	76,4a	0,26	22,6a	2,31	204,2a
C.frango (5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ Ad min.	8.040ab	0,87	70,2ab	0,23	18,3ab	2,29	184,3ab
Adubo mineral 7.11.9 (2 t ha ⁻¹)	7.467ab	0,87	65,2ab	0,19	14,5b	2,22	165,6b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A produção de MS da aveia na testemunha também foi boa, acima de 6 t ha⁻¹, devido à boa fertilidade natural do solo (especialmente aos altos níveis de P), à baixa exportação de

nutrientes neste tratamento e ao efeito residual da adubação orgânica aplicada em culturas anteriores (neste sistema, aplicou-se cama de suínos no milho).

6.1.5 Feijão e soja em sucessão à aveia

6.1.5.1 Feijão em sucessão à aveia

A produtividade de grãos de feijão foi muito baixa em todo o experimento, até mesmo onde foi aplicado herbicida biorgânico (Tabela 14). Isso se deveu ao excesso de chuvas no período de enchimento de grãos (dezembro de 2003), à alta incidência de plantas daninhas e à fitotoxicidade causada pelo herbicida biorgânico pós-emergente.¹⁰

Havia a expectativa de um possível efeito supressor da palhada da aveia, rolada (R) ou não rolada (NR), sobre o banco de sementes de plantas daninhas no cultivo do feijão em sucessão, mas não resultou em aumento da produtividade. A diferença foi bastante favorável às parcelas onde se usou o herbicida biorgânico, como poderia se esperar nesta circunstância.

Tabela 14 – Produtividade de grãos de feijão em função do manejo da palha de aveia cultivada anteriormente ao feijão e do uso de herbicida biorgânico. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.

Manejo da palhada de aveia preta	Produtividade do feijão (kg ha⁻¹)
----- Com herbicida biorgânico -----	
Rolada	565 a
Não rolada	432 a
----- Sem herbicida biorgânico -----	
Rolada	277 b
Não rolada	249 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Por outro lado, os conhecimentos sobre ciclagem de nutrientes permitiam supor que as diferenças de produção de matéria seca e de acúmulo de nutrientes na cultura predecessora (aveia preta) pudessem influenciar o rendimento do cultivo em sucessão (feijão). Foi

¹⁰ Na safra 2003, a produtividade média do feijão foi de 807, 884 e 1.080 kg ha⁻¹, respectivamente, no Brasil, no RS e em Júlio de Castilhos ([www. ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br))

observada, no sistema de produção I, uma correlação bastante positiva entre as produtividades obtidas nos tratamentos de fertilização da batata safrinha com a produção de matéria seca da aveia e, na seqüência, com a produtividade de grãos na cultura do feijão (Tabela 15).

Tabela 15 - Relação entre a adubação utilizada na cultura da batata-safrinha e a produtividade de tubérculos, de matéria seca da aveia e de grãos de feijão em sucessão. FEPAGRO, Júlio de Castilhos – RS.

Fertilização utilizada na batata-safrinha	Produtividade média de tubérculos	MS de aveia preta	Produtividade média de feijão
	----- kg ha ⁻¹ -----		
Testemunha	7.841 c	6.413b	281b
Cama de suínos (10 t ha ⁻¹)	9.656 c	6.347b	352ab
C. suínos (5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ ad mineral	13.430 b	6.400b	343ab
Cama de frango (10 t ha ⁻¹)	14.405 ab	8.840a	597a
C. frango (5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ ad mineral	16.245 a	8.040ab	517ab
Adubo mineral 7.11.9 (2 t ha ⁻¹)	14.933 ab	7.467ab	517ab

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Essas produtividades obtidas revelaram-se coerentes do ponto de vista da ciclagem de elementos. Ou seja, as adubações orgânicas e/ou minerais que disponibilizaram mais nutrientes foram as que proporcionaram as maiores produtividades de tubérculos de batata e, também, as maiores produções de matéria seca na planta de cobertura de solo sucessora (aveia preta) e de grãos na cultura de feijão. Infere-se que a cama de suínos, cuja recalitrância inicial dos compostos orgânicos reduziu a produtividade da batata no primeiro cultivo, ao proporcionar maior mineralização de N e P até o final do segundo cultivo, refletiu um melhor desempenho produtivo da aveia e, principalmente, do feijão (Tabela 15).

6.1.5.2 Soja em sucessão à aveia

Da mesma forma que para o feijoeiro, esperava-se na soja o efeito da produção de matéria seca e da ciclagem dos elementos adicionados anteriormente. O controle de plantas daninhas foi realizado com capina manual, necessariamente, para evitar o efeito fitotóxico do “herbicida biorgânico” observado nas plantas de feijão. Analisando-se a produtividade de grãos da soja, nota-se uma tendência à maior produtividade quando a aveia é rolada, mas o resultados obtidos não apontaram diferenças significativas (Tabela 16).

Tabela 16 – Produtividade de grãos de soja em função dos tipos de manejos da palhada da aveia e do controle de plantas daninhas. FEPAGRO, Julio de Castilhos, RS. Safra 2003/04.

Manejo da palhada da aveia	Produtividade de grãos de soja (kg ha⁻¹)
	----- Com Capina -----
Rolado	1536 a
Não rolado	1331 a
	----- Sem Capina -----
Rolado	836 b
Não rolado	504 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A produtividade da soja foi em geral baixa e atribui-se esse fato à necessidade de replantio de sementes, à ocorrência de forte estiagem nos meses de fevereiro e de março de 2004 e ao aparecimento de doenças de final de ciclo, com destaque ao “oídio” (*Microsphaera diffusa*).

Tabela 17 - Relação entre a adubação utilizada na cultura da batata-safrinha e a produtividade de tubérculos, de matéria seca da aveia e de grãos de soja em sucessão. FEPAGRO, Júlio de Castilho-RS

Fertilização utilizada na batata-safrinha	Produtividade dos tubérculos	MS de aveia preta	Produtividade da soja
	-----kg ha ⁻¹ -----		
Testemunha	7.841 c	6.413b	833c
Cama de suínos (10 t ha ⁻¹)	9.656 c	6.347b	1.050bac
C. suínos (5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ ad mineral	13.430 b	6.400b	934bc
Cama de frango (10 t ha ⁻¹)	14.405 ab	8.840a	1.210ba
C. frango(5 t ha ⁻¹) + 1 t ha ⁻¹ ad mineral	16.245 a	8.040ab	1.273a
Adubo mineral 7.11.9 (2 t ha ⁻¹)	14.933 ab	7.467ab	1.209ba

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A exemplo do feijão, também foi observada uma relação claramente positiva entre os melhores tratamentos de fertilização na batata safrinha com as maiores produções de matéria seca de aveia e de grãos de soja (Tabela 17). É interessante observar que, sob o efeito residual da cama de suínos, o rendimento da soja foi similar aos tratamentos com cama de frango e

adubo mineral, como resultado da lenta mineralização da cama de suínos. Por outro lado, os maiores rendimentos da soja foram alcançados onde se controlaram as plantas daninhas (com capina, no caso), atingindo o dobro ou mais de onde não se capinou a soja.

6.1.6 Aveia em sucessão às culturas de verão.

Como a partir deste ponto começaria a se repetir o arranjo de sucessão de culturas no sistema de produção I, optou-se por não coletar plantas de aveia a campo para determinar a produção de MS e acúmulo de nutrientes.

6.2 Sistema de produção II - batata safra

6.2.1 Plantas de cobertura de inverno: azevém e aveia

As plantas de cobertura do solo de inverno utilizadas neste sistema de produção foram o azevém e a aveia, as quais produziram quantidades semelhantes de matéria seca, ou seja, pouco mais de 3.000 kg ha⁻¹ (Tabela 18). Isso praticamente eliminou a possibilidade de haver efeito significativo do fator tipo de planta de cobertura anterior na produtividade de grãos de soja no sistema de produção II.

Tabela 18 - Teores de matéria seca e concentração de nitrogênio nas culturas de azevém e aveia. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, 2002.

Culturas	Matéria seca (MS) kg ha ⁻¹	N na MS %	Acúmulo de N_{total} kg ha ⁻¹
Azevém	3.306	0,99	33,02
Aveia	3.222	0,98	31,71

Obs.: a análise estatística não foi realizada devido a só se dispor dos dados médios.

6.2.2 Soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno

O cultivo das plantas de cobertura de inverno azevém ou de aveia, bem como o fato destas plantas de cobertura terem sido ou não roladas antes da cultura subsequente, não afetou a produtividade de grãos da soja em sucessão (Tabela 19). Porém, a capina efetuada na cultura

da soja permitiu obter maior produtividade de grãos nestas subparcelas, demonstrando haver necessidade de eficiente controle das plantas daninhas. Esse controle, portanto, não foi obtido pelo esperado efeito supressor do tipo de palhada e/ou do manejo desta. Depreende-se a partir daí que uma boa palhada de planta de cobertura do solo pode, talvez, suprimir o uso de herbicidas dessecantes antes da semeadura da soja no verão, mas é necessário um controle pós-emergente, que pode ser, por exemplo, com capina ou uso de herbicida biorgânico.

Tabela 19 - Produtividade de grãos de soja em função dos tipos de manejos da palhada e do controle ou não de plantas daninhas com capina. FEPAGRO, Julio de Castilhos, RS. Safra 2002/2003.

Manejo da palhada da aveia e do azevém	Produtividade de grãos de soja (kg ha ⁻¹)	
	Após azevém	Após aveia
	----- Com capina -----	
Rolado	1.547 a	1.819 a
Não rolado	1.354 a	1.497 a
	----- Sem capina -----	
Rolado	862 b	529 b
Não rolado	696 b	641 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A exemplo do milho, no sistema de produção I, a produtividade de grãos da soja nos melhores tratamentos ficou bem abaixo da média no município de Júlio de Castilhos e no Estado do RS na safra 2002/2003, que foram respectivamente de 2,88 t ha⁻¹ e 2,67 t ha⁻¹. A baixa produtividade de grãos da soja deveu-se, provavelmente, à deficiência de nutrientes causada pela forte recalitrância da fonte de adubação orgânica usada (cama de suínos), ao pH baixo do solo e à forte incidência de doenças no final do ciclo na área experimental, especialmente a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

6.2.3 Aveia preta como cobertura de solo de inverno

Considerando que a adubação da soja cultivada anteriormente foi a mesma em toda a área e que não foi verificado efeito residual das plantas que antecederam a soja no primeiro cultivo da aveia em sucessão a soja (2002), julgou-se não ser necessário fazer determinações da produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes. A cultura da aveia, neste caso, foi utilizada apenas para compor a rotação.

6.2.4 Batata-safra em sucessão à aveia preta

Os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com cama de frango e adubo mineral, mas desta vez os tratamentos com cama de suínos tiveram um desempenho bem melhor. Assim sendo, a produtividade de tubérculos obtida na associação cama de suínos + mineral não diferiu daquela alcançada com cama de frangos e do adubo mineral (Tabela 20).

Tabela 20 - Produtividade da batata-safra cultivada sob diferentes fertilizações, após plantas de cobertura de solo com ou sem o uso de caldas ecológicas. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, safra 2003.

Tipos de fertilizantes, combinações e doses	Seqüência de cultivos antecessores				Produtividade média dos tubérculos
	Azevém		Aveia		
	Com calda	Sem calda	Com calda	Sem calda	
	----- kg ha ⁻¹ -----				
Testemunha	3.810	4.516	2.741	3.748	3.704 c
Cama de suínos (20 t ha ⁻¹)	7.778	6.311	9.755	8.358	8.332 b
C. suínos 10 t ha ⁻¹ + mineral 1 t ha ⁻¹	9.483	9.906	9.022	9.372	9.446 ab
Cama de frangos 10 t ha ⁻¹	12.311	11.200	11.359	10.476	11.337 a
C. frangos 5 t ha ⁻¹ + mineral 1 t ha ⁻¹	7.319	5.881	9.459	11.589	8.562 b
Adubo mineral 07-11-09 - 2 t ha ⁻¹	10.632	11.649	9.807	16.005	12.024 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Houve melhor resposta na produtividade da batata ao uso da cama de suínos devido diretamente à maior disponibilidade de nutrientes, já que foi aplicado o dobro da quantidade deste insumo em relação à batata safrinha (20 t ha⁻¹).

Uma das possíveis explicações sobre o melhor desempenho da cama de frangos em relação à cama de suínos, quando aplicados isoladamente (cerca de 3.000 kg ha⁻¹ a mais de tubérculos), é a maior quantidade de N prontamente assimilável na cama de frangos (48 contra 30 kg ha⁻¹ de N-NH₄), proporcionando um melhor desenvolvimento inicial às plantas. Ou seja, mesmo que o índice de liberação de N para a cama de suínos disponibilize 110 kg ha⁻¹ de N mineral ao longo do ciclo da batata, deduz-se que a alta recalcitrância dos compostos nitrogenados da cama sobreposta de suínos retarde em demasia esta mineralização. No caso da cama de frangos, além de disponibilizar-se mais nitrogênio (140 kg ha⁻¹), este N sofre mineralização mais rápida. Por esta razão, ao adicionar-se 1 t ha⁻¹ de adubo mineral (70 kg de

N) à apenas metade da dose de cama de suínos, a quantidade de N prontamente solúvel no plantio subiu de 30 para 85 kg ha⁻¹, o que resultou em produtividade de tubérculos de batata semelhante à da adubação mineral ou da cama de frangos (Tabela 21).

Tabela 21 – Quantidade recomendada e fornecimento potencial de nutrientes à batata safra com fertilizantes orgânicos e adubo mineral. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, 2003.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Recomendação à cultura da batata* (CQFS, 2004)	----- kg ha ⁻¹ -----			
	140	140	160	
Fornecimento potencial de nutrientes**				
Fertilizantes aplicados	N _{min.} (prontamente disponível)	N _{total} (disponível no 1 ^o cultivo)	P ₂ O ₅ _{total} (disponível no 1 ^o cultivo)	K ₂ O _{total}
	----- kg ha ⁻¹ -----			
Testemunha	0,0	0 (0)	0 (0)	0,0
Cama de suínos (20 t ha ⁻¹)	30	222 (110)	513 (410)	394
C. suínos (10 t ha ⁻¹) + ad. mineral (1 t ha ⁻¹)	85	180 (125)	366 (315)	286
Cama frangos (10 t ha ⁻¹)	48	280 (140)	318 (255)	369
C. frangos (5 t ha ⁻¹) + ad. mineral (1 t ha ⁻¹)	94	210 (140)	269 (165)	274
Adubo mineral fórmula 7.11.9 (2 t ha ⁻¹)	140	140 (140)	220 (220)	180

* Para produtividades acima de 20 t ha⁻¹ de batata. ** Composição química: *cama de suínos* (0,15% de N_{min.}; 1,11% de N_{total}; 1,12% de P e 1,64% de K); *cama de frangos* (0,48% de N_{min.}; 0,28% de N_{total}; 1,39% de P e 3,07 % de K) . N ou P disponível = N ou P total x índice de liberação + N ou P total do adubo mineral. Equivalências: P₂O₅ = 2,29 x P; K₂O = K x 1,20.

Os tubérculos de batata removem do solo muito mais K que outros nutrientes, chegando 1,5 vez em relação ao N e 4 a 5 vezes em relação ao P (REIS JR., 2001). Entretanto, a exemplo da batata-safrinha, os resultados diferiram um pouco do que normalmente é citado na literatura, especialmente no caso do nitrogênio e potássio. No presente trabalho esta relação foi de pouco mais de uma vez para o nitrogênio e de cinco a seis vezes para o fósforo, similar à batata safrinha (Tabela 22).

No tratamento cama de frangos associada a adubação mineral, que teve uma produtividade abaixo do esperado, houve menor acúmulo relativo de fósforo e potássio, não por acaso os dois elementos disponibilizados em níveis mais baixos que noutras fertilizações orgânicas.

Tabela 22 – Produtividade de tubérculos e acúmulo de nutrientes em tubérculos de batata na colheita da safra. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2003.

Fertilizantes aplicados *	Produtiv. média kg ha ⁻¹	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
		%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹
Testemunha	3.704 c	1,78	12,53	0,35	2,46	2,61	18,37
Cama de suínos 20 t ha ⁻¹	8.332 b	1,92	30,40	0,38	6,02	2,96	46,86
C. suínos 10 t ha ⁻¹ + mineral 1 t ha ⁻¹	9.446 ab	1,78	31,95	0,35	6,28	2,51	45,05
Cama de frangos 10 t ha ⁻¹	11.337 a	1,82	39,20	0,35	7,54	2,63	56,65
C. frangos 5 t ha ⁻¹ + mineral 1 t ha ⁻¹	8.562 b	2,20	35,79	0,31	5,04	2,49	40,51
Adubo mineral 7.11.9 2 t ha ⁻¹	12.024 a	2,24	51,17	0,33	7,54	2,72	62,14

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

6.2.5 Milho - safrinha em sucessão à batata-safra

Não houve diferença na produtividade de grãos de milho-safrinha de 2004 em função do efeito residual das fontes de nutrientes utilizadas no cultivo de batata (Tabela 23).

Tabela 23 – Produtividade de tubérculos, matéria seca e produtividade de milho cultivado em sucessão à batata safra. FEPAGRO Júlio de Castilhos, RS. 2003/2004.

Fertilizantes aplicados	Produtividade média da batata	Matéria seca do milho	Produtividade média do milho
	----- kg ha ⁻¹ -----		
Testemunha	3.704 c	4.998	1.924 a
Cama de suínos 20 t ha ⁻¹	8.332 b	4.648	2.055 a
C. suínos 10 t ha ⁻¹ + mineral 1 t ha ⁻¹	9.446 ab	5.143	2.151 a
Cama de frangos 10 t ha ⁻¹	11.337 a	6.353	2.120 a
C. frangos 5 t ha ⁻¹ + mineral 1 t ha ⁻¹	8.562 b	6.710	2.243 a
Adubo mineral (7.11.9) 2 t ha ⁻¹	12.024 a	6.142	2.549 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os fertilizantes orgânicos, minerais e organo-minerais usados na cultura da batata certamente tiveram diferentes taxas de mineralização de nutrientes no solo, de acordo com os princípios gerais que regem seus “ciclos biogeoquímicos”. Mas, este efeito ficou prejudicado

pela ocorrência da estiagem no período de floração e enchimento de grãos da cultura do milho. Deste modo, a produção de matéria seca e principalmente de grãos ficou muito baixa e as diferenças não se expressaram face à falta de umidade no solo tanto para o processo de mineralização, como para o transporte dos solutos às raízes das plantas.

6.2.6 Cultivo de centeio e pousio

Deste ponto em diante, o arranjo de culturas e manejo do sistema de produção II voltaria a se reproduzir, ou poderia incorporar algum elemento do sistema de produção I, de modo que não se fizeram novas coletas de amostras, nem se procederam outras avaliações e determinações daqui para frente. O centeio foi introduzido apenas para demonstrar que há várias possibilidades de arranjos de plantas de cobertura de inverno.

6.3 Aspectos econômicos dos sistemas de produção I e II

A seguir constam o custo de produção, a receita bruta e a margem líquida de cada cultivo. Nos quadros, aparecem combinações dos cultivos com fertilizações, tipos de manejo das plantas de cobertura do solo e daninhas, bem como o uso de caldas ecológicas.

6.3.1 Sistema de produção I

6.3.1.1 Milho

Todos os tratamentos apresentados apresentaram renda líquida negativa, sendo de forma mais acentuada nas subparcelas não capinadas (Quadro 1). Isto revela que o controle de plantas invasoras é realmente um dos principais pontos de estrangulamento do manejo ecológico da cultura do milho, ao contrário da batata. As produtividades obtidas também foram muito baixas, devido à estiagem. Esses dois fatores, em resumo, concorreram para que a cultura do milho apresentasse resultados econômicos ruins no sistema de produção I. O “melhor” resultado foi obtido na subparcela onde a planta de cobertura inicial foi o nabo, com os manejos rolado e capinado, em que a margem líquida foi de R\$ - 93,55 ha⁻¹.

I – CUSTO DE PRODUÇÃO (R\$)															
Elementos de Despesas				Cobertura do Solo de Nabo				Cobertura do Solo de Ervilhaca							
				Forrageiro				ROLADO		NÃO ROLADO		ROLADO		NÃO ROLADO	
				Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina
Componentes	Unidade	Qtidade	Custo Uni.												
Serviços															
Preparo solo	hora-máquina	1,5	22,40	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60			
Semeadura aduba. verde	hora-máquina	0,5	23,00	11,50	1,00	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50			
Incorporação insumos	hora-máquina	1,5	22,40	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60			
Rolagem	hora-máquina	1,0	22,40	22,40	22,40	0,00	0,00	22,40	22,40	0,00	0,00	0,00			
Distribuição Ad. Orgâni.	hora-máquina	2,0	23,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00			
Semeadura de milho	hora-máquina	1,0	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40			
Capina manual	dias/homem	5,0	20,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	105,00	0,00	100,00	100,00			
Colheita manual	dias/homem	variável	20,00	60,00	80,00	60,00	80,00	60,00	80,00	60,00	80,00	80,00			
Trilha	hora-máquina	2,0	24,00	36,00	48,00	36,00	48,00	36,00	48,00	36,00	48,00	48,00			
Sub total R\$				267,50	389,00	245,10	377,10	267,50	404,50	245,10	377,10	377,10			
Insumos															
Semente nabo for.	kg	8,0	1,15	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20			
Semente ervilhaca	kg	40,00	1,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00			
Semente milho	kg	15,00	0,75	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25			
Adubo orgânico	ton	10,00	50,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00			
Sub total R\$				560,45	560,45	560,45	560,45	560,45	560,45	560,45	560,45	560,45			
Total R\$				827,95	949,45	805,55	937,55	827,95	964,95	805,55	937,55	937,55			
II - RECEITAS															
Venda de milho	sc de 60 kg	variável	18,00	232,50	855,90	245,40	676,90	297,30	739,50	345,60	677,10	677,10			
III – MARGEM LÍQUIDA															
				- 595,45	- 93,55	- 560,15	- 264,65	- 530,65	- 225,45	- 459,95	- 260,45	- 260,45			

Quadro 1 - Sistema de produção I – Análise econômica do cultivo do milho sobre diferentes plantas de cobertura, safra 2002/03.

6.3.1.2 Batata safrinha

Componentes	COM CALDAS ECOLÓGICAS						SEM CALDAS ECOLÓGICAS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Serviços													
Raçada manual	-	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	
Gradagens (2)	-	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	
Escarificação	-	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	
Abertura de sulcos	-	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	
Distr. Fertilizantes	-	50,00	45,50	50,00	45,00	20,00	-	50,00	45,00	50,00	45,00	20,00	
Distr. Mudras	-	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	
Fechamento sulcos	-	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	
Amontoa	-	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	
Pulverizações	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-	-	-	-	-	-	
Colheita	231,00	286,00	398,00	427,00	642,00	451,00	231,00	286,00	398,00	427,00	642,00	451,00	
Transporte	101,00	124,00	172,00	185,00	209,00	195,00	101,00	124,00	172,00	185,00	209,00	195,00	
Sub total	432,00	982,80	1.137,80	1.184,80	1.418,80	1.188,80	754,80	882,80	1.037,80	1.084,80	1.318,80	1.088,80	
Insumos													
Batata semente	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	
Cama de suínos	-	400,00	200,00	-	-	-	-	400,00	200,00	-	-	-	
Cama de aves	-	-	-	700,00	350,00	-	-	-	-	700,00	350,00	-	
Adubo 7-11-9	-	-	500,00	-	500,00	1.000,00	-	-	500,00	-	500,00	1.000,00	
Calda bordaleza	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	-	-	-	-	-	-	
Calda sulfocálcica	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	-	-	-	-	-	-	
Biofertilizante	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	-	-	-	-	-	-	
Composto "A"	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	
Sacaria nova	159,88	192,73	258,76	284,65	316,52	302,19	151,67	192,17	272,86	284,58	322,36	285,94	
Sub total	1.635,88	2.068,73	2.434,76	2.460,65	2.642,52	2.778,19	1.586,57	2.027,17	2.407,86	2.419,58	2.607,36	2.720,94	
Total R\$	2.067,88	3.051,53	3.572,56	3.645,45	4.061,32	3.966,99	2.341,37	2.909,97	3.445,66	3.504,38	3.926,16	3.809,74	
II – RECEITAS (R\$)													
Batata >40mm	3.357,48	4.047,33	6.210,24	6.831,60	8.071,26	7.705,84	3.182,97	4.035,57	6.548,64	6.829,92	8.220,18	6.862,56	
Descartadas	719,46	867,28	776,28	853,95	712,17	679,93	682,06	864,76	818,58	853,74	725,31	857,82	
Total	4.076,94	4.914,61	6.986,52	7.685,55	8.793,43	8.385,67	3.865,03	4.900,33	7.367,22	7.683,66	8.945,49	7.720,38	
III – MARGEM LÍQUIDA (R\$)													
				2.009,06	1.863,08	3.413,96	4.040,10	4.722,21	4.418,78	1.523,66	1.990,36	3.921,56	4.179,28
				5.019,33	5.019,33	5.019,33	5.019,33	5.019,33	5.019,33	5.019,33	5.019,33	5.019,33	

Quadro 2 - Sistema de produção I – Análise econômica do cultivo da batata, safrinha 2003.

No quadro 2, observa-se que todos os tratamentos apresentaram resultados positivos de renda líquida, seja com ou sem o uso de caldas ecológicas. O fato de praticamente não ter havido incidência de doenças foi, até certo ponto, surpreendente, já que o controle de doenças é sempre apontado como o principal entrave técnico da produção da batata orgânica (DAROLT, 2003). Na realidade, o maior problema fitossanitário foi a forte incidência de pragas de solo, principalmente a larva alfinete (*Diabrotica speciosa*) e a centopéia ou piolho de cobra (*Yporangiella stygius*), as quais afetaram todos os tratamentos, de modo que as perdas comerciais seriam de grande monta caso o produto fosse destinado ao mercado convencional. Sendo assim, considerando só o tamanho dos tubérculos e desprezando as perdas por danos de pragas, a maior margem líquida foi obtida com cama de frangos associada ao adubo mineral e onde não foram utilizadas caldas ecológicas para controlar doenças (R\$ 5.019,33 ha⁻¹); a menor margem líquida foi a testemunha deste mesmo bloco, sem caldas (1.523,66 ha⁻¹).

6.3.1.3 Soja após aveia preta

I – CUSTO DE PRODUÇÃO (R\$)							
Elementos de Despesas				Manejo da Cobertura do Solo			
				ROLADO		NÃO ROLADO	
Componentes	Unidade	Qtidade	Custo Uni.	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina
Serviços							
Preparo solo	hora-máquina	1,5	22,40	33,60	33,60	33,60	33,60
Semeadura aduba. verde	hora-máquina	0,5	23,00	11,50	11,50	11,50	11,50
Rolagem	hora-máquina	1,0	22,40	22,40	22,40	0,00	0,00
Distribuição Ad. Orgâni.	hora-máquina	1,0	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Semeadura da soja	hora-máquina	1,0	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40
Capina manual	dias/homem	4,0	20,00	0,00	80,00	0,00	80,00
Colheita manual	dias/homem	variável	20,00	60,00	80,00	60,00	80,00
Trilha	hora-máquina	variável	24,00	30,00	36,00	30,00	36,00
Sub total R\$				204,90	310,90	182,50	288,50
Insumos							
Semente aveia preta	kg	40,00	0,60	24,00	24,00	24,00	24,00
Semente soja	kg	80,00	0,75	60,00	60,00	60,00	60,00
Adubo orgânico	ton	4,00	70,00	280,00	280,00	280,00	280,00
Inoculante	grama	200,00	0,00	0,80	0,80	0,80	0,80
<i>Trichogramma</i>	grama	200,0	0,04	8,00	8,00	8,00	8,00
Inseticida orgânico	L	1,0	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Sub total R\$				412,80	412,80	412,80	412,80
Total R\$				617,70	723,70	595,30	701,30
II - RECEITAS							
Venda da soja	sc de 60 kg		38,00	529,47	972,80	319,20	842,96
III – MARGEM LÍQUIDA							
				- 88,23	249,10	- 276,10	171,66

Quadro 3 - Sistema de produção I – Análise econômica do cultivo da soja safra 2003/04.

Conforme se observa no quadro 3, também na soja os resultados econômicos foram ruins em função da baixa produtividade em geral, especialmente onde as plantas daninhas não foram controladas (capinadas). O melhor resultado ficou com o tratamento rolado e capinado, com uma margem líquida de R\$ 249,10 ha⁻¹.

6.3.1.4 Feijão após aveia

Na cultura do feijão (Quadro 4), os resultados financeiros também foram muito fracos por causa da baixa produtividade alcançada, pelas razões já discutidas. A única subparcela que deu margem líquida positiva foi onde a palhada de aveia foi rolada e as plantas daninhas foram controladas com herbicida biorgânico (R\$ 121,80 ha⁻¹).

I – CUSTO DE PRODUÇÃO (R\$)							
Elementos de Despesas				Manejo da Cobertura do Solo			
				ROLADO		NÃO ROLADO	
Componentes	Unidade	Qtidade	Custo Uni.	Com herbicida	Sem herbicida	Com herbicida	Sem herbicida
Serviços							
Preparo solo	hora-máquina	1,5	22,40	33,60	33,60	33,60	33,60
Semeadura aduba. verde	hora-máquina	0,5	23,00	11,50	11,50	11,50	11,50
Rolagem	hora-máquina	1,0	22,40	22,40	22,40	0,00	0,00
Distribuição Ad. Orgâni.	hora-máquina	1,0	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Semeadura feijão	hora-máquina	1,0	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40
Pulverizações	dias/homem	variável	20,00	50,00	80,00	50,00	80,00
Colheita manual	dias/homem	variável	20,00	60,00	80,00	60,00	80,00
Trilha	hora-máquina	variável	24,00	30,00	36,00	30,00	36,00
Sub total R\$				254,90	310,90	232,50	288,50
Insumos							
Semente aveia preta	kg	40,00	0,60	24,00	24,00	24,00	24,00
Semente soja	kg	50,00	0,75	37,50	37,50	37,50	37,50
Adubo orgânico	ton	5,00	70,00	350,00	350,00	350,00	350,00
<i>Trichograma</i>	grama	200,0	0,04	8,00	8,00	8,00	8,00
Calda sulfocálcica	L	2,5	10,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Biofertilizante	L	5,0	3,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Sub total R\$				459,50	459,50	459,50	459,50
Total R\$				714,40	770,40	692,00	748,00
II - RECEITAS							
Venda do feijão	sc de 60 kg		74,00	836,20	409,96	639,36	368,52
III – MARGEM LÍQUIDA							
				121,80	- 360,44	-52,64	- 379,48

Quadro 4 - Sistema de produção I – Análise econômica do cultivo do feijão sobre cobertura de aveia, safra 2003/04.

O emprego do herbicida biorgânico em pós-emergência deu resposta positiva porque diminuiu a alta infestação de plantas daninhas, mas a fitotoxicidade apresentada pelo produto revela que há necessidade de desenvolver melhor a tecnologia de sua aplicação.

6.3.2 Sistema de produção II

6.3.2.1 Soja após aveia preta e azevém

O quadro 5 mostra resultado negativo em quase todos os tratamentos da cultura da soja neste sistema de produção II. A parcela de soja capinada, plantada sobre palhada rolada de azevém, foi a que apresentou a maior margem líquida (apenas R\$ 33,72 ha⁻¹).

I – CUSTO DE PRODUÇÃO (R\$)											
Elementos de Despesas				Manejo da Cobertura do Solo							
				AZEVÉM				AVEIA PRETA			
				ROLADO		NÃO ROLADO		ROLADO		NÃO ROLADO	
Componentes	Unidade	Qtidade	Valor Unitário	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina	Sem capina	Com capina
Serviços											
Preparo solo	hora-máquina	1,5	22,40	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60
Semeadura adubo verde	hora-máquina	0,5	23,00	11,50	1,00	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50
Incorporação insumos	hora-máquina	1,5	22,40	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60
Rolagem	hora-máquina	1,0	22,40	22,40	22,40	0,00	0,00	22,40	22,40	0,00	0,00
Distribuição Ad. Orgâni.	hora-máquina	1,0	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Semeadura da soja	hora-máquina	1,0	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40
Capina manual	dias/homem	4,0	20,00	0,00	80,00	0,00	80,00	0,00	105,00	0,00	80,00
Colheita manual	dias/homem	variável	20,00	60,00	80,00	60,00	80,00	60,00	80,00	60,00	80,00
Trilha	hora-máquina	1,50	24,00	30,00	36,00	30,00	36,00	30,00	36,00	30,00	36,00
Sub total R\$				238,50	334,00	216,10	322,10	238,50	369,50	216,10	322,10
Insumos											
Semente azevém	kg	8,0	0,75	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Semente aveia preta	kg	40,00	0,60	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Semente soja	kg	15,00	0,75	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25
Adubo orgânico	ton	10,00	50,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Inoculante	grama	200,00	0,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fungicida orgânico	grama	200,0	0,15	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Inseticida orgânico	L	1,0	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Sub total R\$				612,05	612,05	612,05	612,05	612,05	612,05	612,05	612,05
Total R\$				850,55	946,05	828,15	934,15	850,55	981,55	828,15	934,15
II - RECEITAS											
Venda da soja	sc de 60 kg		38,00	540,87	979,77	440,80	857,53	335,03	1.152,0	405,97	948,10
III – MARGEM LÍQUIDA											
				- 309,68	33,72	- 387,35	- 76,62	- 515,52	170,48	- 422,18	13,95

Quadro 5 - Sistema de produção II – Análise econômica do cultivo da soja, safra 2002/03.

6.3.2.2 Batata-safra

Conforme se observa no quadro 6 adiante, a maior margem líquida foi obtida no tratamento com cama de frangos (T₄) e na subparcela com ou o uso de caldas ecológicas, correspondendo a R\$ 2.918,40 ha⁻¹. Sem o uso de caldas, o resultado foi um pouco inferior, ou seja, R\$ 2.540,96 ha⁻¹. Comparando com a produção de batata no sistema de produção I, este tipo de adubação também deu bom resultado (ver quadro 2), mas a maior margem líquida foi obtida com o tratamento de cama de frangos associada à adubação mineral.

Componentes	COM CALDAS ECOLÓGICAS						SEM CALDAS ECOLÓGICAS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Serviços												
Roçada manual	100,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Gradagens (2)	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20
Escarificação	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00
Abertura de sulcos	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20	67,20
Distr. Fertilizantes	-	100,00	60,00	50,00	45,00	20,00	-	50,00	45,00	50,00	45,00	20,00
Distr. Mudas	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Fechamento sulcos	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40
Amontoa	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Pulverizações	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-	-	-	-	-	-
Colheita	111,00	250,00	283,00	340,00	257,00	361,00	111,00	250,00	283,00	340,00	257,00	361,00
Transporte	48,00	108,00	123,00	147,00	11,00	156,00	48,00	108,00	123,00	147,00	11,00	156,00
Sub total	706,80	980,80	988,80	1.059,80	835,80	1.059,80	581,80	830,80	873,80	959,80	735,80	959,80
Insumos												
Batata semente	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00
Cama de suínos	-	800,00	400,00	-	-	-	-	800,00	400,00	-	-	-
Cama de aves	-	-	-	700,00	350,00	-	-	-	-	700,00	350,00	-
Adubo 7-11-9	-	-	500,00	-	500,00	1.000,00	-	-	500,00	-	500,00	1.000,00
Calda bordaleza	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	-	-	-	-	-	-
Calda sulfocálcica	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	-	-	-	-	-	-
Biofertilizante	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	-	-	-	-	-	-
Composto "A"	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Sacaria nova	65,51	175,33	185,05	236,70	167,78	204,39	82,64	146,69	192,78	216,76	174,70	276,54
Sub total	1.541,51	2.451,33	2.561,05	2.412,70	2.493,78	2.680,39	1.517,64	2.381,69	2.527,78	2.351,76	2.459,70	2.711,54
Total R\$	2.248,31	3.432,13	3.549,85	3.472,50	3.329,58	3.740,19	2.099,44	3.212,49	3.401,58	3.311,56	3.195,50	3.671,34
II – RECEITAS (R\$)												
Batata >40mm	982,56	3.681,93	3.886,05	5.680,80	3.523,38	4.905,36	1.239,60	3.080,49	4.048,38	5.202,24	3.668,70	4.148,10
Descartadas	491,33	788,99	832,73	710,10	755,01	613,17	619,80	660,11	867,51	650,28	786,15	2.074,05
Total	1.473,98	4.470,92	4.718,78	6.390,90	4.278,39	5.518,53	1.859,40	3.740,60	4.915,89	5.852,52	4.454,82	6.222,15
III – MARGEM LÍQUIDA (R\$)												
	- 774,34	1.038,79	1.168,93	2.918,40	948,81	1.778,34	- 240,04	528,11	1.514,31	2.540,96	1.259,35	2.550,81

T1 – Testemunha; T2 – cama de suínos (20 t/ha); T3 – ½ cama de suínos + ad. Mineral; T4 cama de aves (10 t/ha); T5 – ½ cama de aves + ad. mineral; T6 – 7-11-9 (2 t/ha).

Quadro 6 - Sistema de produção II – Análise econômica da batata safra 2003.

6.4 Efeitos na qualidade do solo

6.4.1 Propriedades químicas

Foram realizadas análises do solo da área do experimento principal no início, em maio de 2002, e quase ao final das avaliações de campo, em maio de 2004 (Quadros 2 e 3).

Arg. g kg ⁻¹	pH água	SMP	P	K	Mat	Al	Ca	Mg	CTC	CTC	Sat.	Sat.
			-- mg L ⁻¹ --	g kg ⁻¹	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	%	-----		
460	4,8	5,7	29,6	43,0	26	0,8	4,4	0,9	11,1	7,2	11,1	57,8

Quadro 7 – Análise do solo (situação inicial) da área experimental da FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS, maio 2002.

Fert.*	Arg. g kg ⁻¹	pH água	SMP	P	K	Mat Org g kg ⁻¹	Al	Ca	Mg	CTC pH7	CTC efet.	Sat. Al	Sat. Bases
				mg L ⁻¹	mg L ⁻¹		cmol _c L ⁻¹	%					
Test.	320	5,3	6,1	69,5	118,0	24	0,0	5,6	2,2	11,4	8,1	-	71,0
CS	328	5,4	6,1	66,7	148,0	24	0,0	5,5	2,2	11,3	8,1	0,5	70,8
CS+M	328	5,4	6,1	66,7	148,0	24	0,0	5,5	2,2	11,3	8,1	0,5	70,8
CS	326	5,3	6,1	67,6	138,0	24	0,0	5,5	2,2	11,4	8,1	0,3	70,9
CS+M	327	5,3	6,1	67,0	144,7	24	0,0	5,5	2,2	11,3	8,1	0,4	70,9
M	327	5,3	6,1	67,1	143,6	24	0,0	5,5	2,2	11,3	8,1	0,4	70,9

* Tratamentos de adubação usados na batata-safra 2003 :Test – Testemunha; CS– cama sobreposta de suínos (20 t ha⁻¹); CS+M – cama sobreposta de suínos (10 t ha⁻¹) + 1 t ha⁻¹ da fórmula 7-11-9; CA – cama de frangos (10 t ha⁻¹) ; CA+M – cama de frangos (5 t ha⁻¹) + 1 t/ha fórmula 7-11-9 ; M – Fertilizante mineral (2 t ha⁻¹ da fórmula 07-11-09).

Quadro 8 – Análise do solo da área experimental da FEPAGRO, Júlio de Castilhos, RS, maio 2004.

Como se observa no Quadro 3, os resultados não mostraram diferenças na comparação dos tratamentos entre si, tendo como referência o tipo de fertilização empregada no cultivo de batata-safra (2003). Porém, eles apontam que houve melhorias em praticamente todos os parâmetros químicos, especialmente nos níveis de P, K, saturação de bases e de Al. Numa avaliação preliminar, isso resultou possivelmente das adições freqüentes de fitomassa via plantas de cobertura do solo, dos benefícios da rotação de culturas e das fertilizações aplicadas, especialmente as orgânicas com cama de suínos e/ou de frangos. O fato da parcela testemunha se equivaler às demais permite inferir que: (1) é muito importante para os sistemas de produção o uso de plantas de cobertura e a prática da rotação de culturas; (2) isoladamente, o uso de esterco pode não trazer resultados muito significativos ou eles não se expressariam a tão curto prazo; ou ainda, (3) que os dejetos aplicados aos demais cultivos (milho, soja) foram suficientes para que estas melhorias ocorressem na parcela testemunha.

6.4.2 Propriedades físicas

Observou-se que praticamente não houve diferença nos resultados de densidade ou de porosidade total do solo entre as fertilizações empregadas na batata-safra (Tabela 28), o que se deveu principalmente ao pouco tempo decorrente entre a aplicação e a análise.

Tabela 24 - Efeito dos tratamentos de fertilização nos atributos físicos do solo. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2004.

Fertilização utilizada	Densidade do solo mg m⁻³	Porosidade total m³ m⁻³
----- 0 - 5 cm -----		
Testemunha	1,04	0,51
Cama suínos	1,16	0,53
Cama de frangos	1,13	0,55
Adubo mineral	1,15	0,54
----- 5 - 10 cm -----		
Testemunha	1,62	0,39
Cama suínos	1,49	0,42
Cama de frangos	1,55	0,41
Adubo mineral	1,53	0,42

Dosagens: cama de suínos (20 t ha⁻¹); cama de frangos (10t ha⁻¹); adubo mineral 7-11-9 (2 t ha⁻¹)

Além do que, podem-se acrescentar outras duas explicações às poucas diferenças de resultado: (1) a quantidade de dejetos adicionada pode ser considerada baixa (máximo de 28 t ha⁻¹ de cama de suínos) em relação ao volume total de solo na camada avaliada (1.000 m³); e (2) o elevado número de operações de mobilização do solo na cultura da batata, afeta negativamente o processo de construção dos atributos físicos do solo que se pretendeu via adubação orgânica, rotação de culturas e plantas de cobertura. Observa-se, na camada de 5 a 10 cm da testemunha, uma tendência ao aumento da densidade do solo e à diminuição da porosidade total, justamente nesta parcela que recebeu as menores adições de fertilizantes orgânicos e onde se produziu menos fitomassa no sistema de produção.

Por fim, os resultados de estabilidade de agregados em água não mostraram diferença alguma entre os tratamentos e camadas avaliados, havendo inclusive pouca coerência entre algumas repetições.

6.4.3 Propriedades biológicas

Os resultados não mostraram consistência para serem publicados, devido a problemas na metodologia e ao curto espaço de tempo decorrente entre os tratamentos principais e o momento da coleta das amostras, tempo esse - como visto anteriormente - necessário para haver alterações mais significativas nas propriedades biológicas.

7 CONCLUSÕES

Nos sistemas de produção de batata estudados, a pesquisa demonstrou que o processo de transição agroecológica foi viável, obtendo-se avanços técnicos, econômicos e ambientais importantes e que conferem maior sustentabilidade à cultura no âmbito da agricultura familiar.

Nos dois sistemas a produtividade, o acúmulo de matéria seca e a ciclagem de nutrientes pela cultura da batata e pelas demais plantas cultivadas, foram afetadas principalmente pela fertilização utilizada na batata. No sistema de produção I, a cama de frangos foi o fertilizante orgânico que apresentou maior produtividade. No sistema de produção II, a cama de suínos apresentou resultado equivalente devido à duplicação de sua dose. Em ambos, o desempenho da adubação mineral foi sempre similar aos melhores tratamentos com fertilizantes orgânicos.

A espécie de planta de cobertura de solo cultivada anteriormente à batata não afetou sua produtividade, mas a produção de matéria seca e o acúmulo de nitrogênio foram muito maiores com o nabo forrageiro, o que sinaliza efeitos positivos a médio ou longo prazo. Já em sucessão à batata, o cultivo de plantas de coberturas (no caso, a aveia preta) se mostrou bastante efetivo, na medida que promoveu maior ciclagem dos nutrientes adicionados em grande quantidade àquela cultura e manteve-os nos sistemas de produção à disposição das culturas subseqüentes. Por outro lado, os cultivos de cobertura do solo promoveram a diminuição na ocorrência de plantas invasoras, independente da forma de manejo da sua palhada, i. é, rolada ou não rolada; entretanto, maior grau de eficiência somente foi obtido com o emprego de práticas complementares, como a capina e o herbicida biorgânico.

Em relação a pragas e doenças da batata, não foi possível avaliar o efeito do uso ou não de caldas ecológicas na batata sobre as principais doenças, já que não se registrou nenhuma incidência em ambas safras. Quanto às pragas de solo, os dados e conclusões apresentam-se a nos capítulos 10 e 11.

A avaliação econômica indicou arranjos de cultivos, manejos de plantas e fertilizações com os melhores resultados para cada sistema de produção:

- a) no *sistema de produção I*, as maiores margens líquidas foram obtidas com a seqüência: 1- milho sobre nabo rolado e capinado; 2- batata safrinha adubada com cama de frangos + adubo mineral e sem caldas ecológicas; 3- feijão preto sobre aveia rolada com uso de

herbicida biorgânico ou soja sobre aveia rolada e capinada , dando um resultado global de R\$ 5.234,68 ha⁻¹ (com feijão no final) ou R\$ 5.361,98 ha⁻¹ (com soja no final). Em tese, esta última seria a recomendação ao produtor para que ele obtivesse os melhores resultados econômicos no período considerado;

- b) no *sistema de produção II*, a melhor seqüência foi: 1- soja plantada sobre aveia preta rolada e capinada e 2- batata-safra adubada com cama de frango e tratada com caldas ecológicas, resultando numa margem líquida global de R\$ 3.088,88 R\$ ha⁻¹.

A qualidade do solo também não sofreu alterações significativas um ano após as fertilizações aplicadas à batata, principalmente nas características físicas e biológicas, devido à grande mobilização do solo e ao pequeno intervalo de tempo para que os impactos esperados se consolidassem.

Finalmente, pode –se concluir que o enfoque sistêmico e o processo de participação dos agricultores mostrou-se bastante promissor como possível caminho para a busca de níveis de sustentabilidade crescentes, especialmente em uma cadeia produtiva extremamente frágil, como é a da bataticultura no âmbito da agricultura familiar gaúcha.

8 GLOSSÁRIO ¹¹

Adubos verdes. Plantas utilizadas para melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, além de contribuir para diminuir a infestação de invasoras. Para promover estes benefícios são manejadas (cortadas, acamadas ou enterradas) antes, durante ou logo após o período de floração.

Agricultura alternativa. Termo surgido na década de 1970 por oposição à agricultura convencional e que engloba os modelos agrícolas denominados *orgânicos*, *biológicos*, *biodinâmicos*, *permacultura*, *ecológico* e *agricultura natural*. Todos preconizam a diversificação, a flexibilização, minimização da dependência de energias não renováveis e integração dos sistemas de produção agrícola, florestal e animal, dentro das condicionantes locais. Excluem qualquer forma de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados, ou radiações ionizantes, em qualquer fase dos processos de produção, armazenamento e de consumo.

Agricultura convencional. Tipo de agricultura baseado em uma série de atuações técnicas que fomentam o uso de agrotóxicos, a mecanização intensiva, a adubação química, a prática dos monocultivos, o uso de variedades de plantas e animais selecionados e modificados geneticamente com o fim de conseguir um crescimento contínuo e rápido da produtividade.

Agricultura familiar. Uma forma de produção onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família.

Agricultura sustentável. Sistema de produção que persegue a conservação dos recursos, a melhoria da qualidade de vida dos agricultores e a viabilidade econômica das unidades de produção, mediante um aporte de agroquímicos de forma racionalizada, manejo integrado para o controle de pragas, doenças e invasoras, práticas conservacionistas de solo e fomentos de tecnologias de baixo custo.

Agroecologia. Ciência que define, classifica e estuda os sistemas agrícolas sob uma perspectiva agrônoma, ecológica e socioeconômica. Seu objetivo é proporcionar a base ecológica para o manejo dos recursos mediante a promoção de tecnologias de produção estáveis e de alta adaptabilidade ambiental e social.

¹¹ com base em DAROLT (2003)

Agroecossistemas. São entidades definidas regionalmente, manejadas com o propósito de produzir alimentos, fibras e outros produtos agrícolas, incluindo plantas e animais domésticos, elementos bióticos e abióticos dos solos que os sustentam, redes de drenagem e áreas adjacentes que dão sustento à vegetação natural e à fauna silvestre. Os agroecossistemas incluem explicitamente as pessoas, tanto produtores como consumidores, entre os elementos essenciais, e por conseguinte têm dimensões socioeconômicas e de saúde pública, assim como dimensões ambientais.

Agrotóxicos. Produtos químicos utilizados na agricultura convencional, tais como fungicidas, inseticidas, herbicidas, acaricidas, enfim, biocidas.

Alelopatia. Do grego *alleton* (mútuo) e *phatos* (prejuízo). Refere-se a interferências entre seres vivos provocados por substâncias químicas por eles elaboradas. Abrange, portanto, efeitos benéficos e prejudiciais provocados por um organismo sobre outro. Em nosso caso, de uma planta sobre outra.

Certificação. Processo de controle e fiscalização que permite que uma unidade de produção receba um “selo de qualidade” que possibilita a comercialização da produção como orgânica.

Compostagem. Técnica baseada na fermentação aeróbica de uma mescla de materiais orgânicos empilhados, em condições específicas de aeração, temperatura, umidade e nutrientes, e sobre a ação de numerosos macros e microrganismos.

Composto A. Inseticida natural obtido de extrato de plantas, biodegradável e de ação geral.

Consortiamento. Também chamado de cultivo múltiplo ou policultivo. É uma referência feita a sistemas nos quais duas ou mais espécies são plantadas com suficiente proximidade espacial para que uma complemente a outra.

Conversão. Ato ou efeito de passar de um estado para outro. Neste estudo, a conversão é o processo de mudança do manejo convencional para o orgânico.

Custos fixos. São aqueles que devem ser pagos independentemente da quantidade produzida (administração, manutenção, depreciação, aluguéis, imposto territorial, seguros, mensalidades de sindicatos, associações etc.).

Custos variáveis. São os que dependem do esforço de produção (insumos, gastos com transportes, etc.); ou montante de todas as despesas que recaem sobre as culturas.

Dados. Representam a informação não processada em relação a uma variável. As estatísticas apresentam dados de uma maneira organizada e processada.

Depreciação econômica. O montante da diminuição do valor de mercado (em termos reais) dos bens de ativo fixo da empresa, devido aos fatores de utilização, obsolescência e desgaste durante o ano.

Desenvolvimento sustentável. Conjunto de ações baseadas no manejo e conservação da base dos recursos naturais, na orientação das mudanças tecnológicas e na adoção de políticas sociais e econômicas mais solidárias e integradoras, de tal maneira que se assegure a satisfação das necessidades das gerações presentes e futuras.

Dimensão. Uma dimensão é formada por um conjunto de variáveis e indicadores necessários ao entendimento de uma parte do sistema. O conjunto das dimensões e suas inter-relações explicam o objeto de estudo.

Ecossistema. É a unidade funcional básica na ecologia, pois inclui todos os organismos vivos que funcionam em conjunto (comunidade biótica) interagindo com o ambiente abiótico; cada um destes fatores influencia as propriedades do outro e cada um é necessário para manutenção da vida, como a conhecemos, na Terra.

Equilíbrio. Estado de harmonia entre as dimensões de um sistema, que tende a ser invariável com o tempo.

Feromônios. Substâncias emitidas por insetos fêmeas como atrativo sexual dos machos da espécie. É utilizado para confundir os machos e evitar a proliferação dos insetos.

Indicadores. São instrumentos para apoiar a tomada de decisões. Contêm informações de uma variável, algumas variáveis ou um índice e podem servir para projetar situações futuras.

Índice. É a proporção entre os valores de uma variável em diferentes momentos. Um índice pode ser construído também a partir da razão entre diferentes valores. No caso deste estudo, o índice de qualidade de vida rural (IQVR) é um exemplo.

Interdisciplinaridade. A prática interdisciplinar constitui um método de trabalho que ajuda na construção de um objeto de estudo comum, analisado de forma integrada por diferentes domínios disciplinares. A *interdisciplinaridade* provoca trocas generalizadas de informações e de críticas, amplia a formação geral e questiona a acomodação dos pressupostos implícitos em cada área, fortalecendo o trabalho de equipe. Em vez de disciplinas fragmentadas, a *interdisciplinaridade* postula a construção de interconexões.

Média. Valor típico ou representativo de um conjunto de dados. É denominada medida de tendência central.

Monocultivo. Aproveitamento intensivo do solo com um só cultivo, geralmente em grandes extensões. É a forma de produção mais representativa do processo de simplificação da

diversidade agrícola, apresentando uma grande vulnerabilidade frente a fatores ambientais adversos e variações de mercado.

Óleo de nim (ou neem). Produto natural, biodegradável, originário da Índia, cujo princípio ativo é a azadiractina, substância extraída através da prensagem de sementes, a frio, de uma árvore chamada *Azadirachta indica*. Usada para o controle de insetos em geral e também para uso veterinário, sabões medicinais, cremes e pastas dentais.

Produção familiar. Relativa às unidades de produção agrícola onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família.

Reserva da biosfera. É um instrumento de proteção criado pela UNESCO que favorece a descoberta de soluções para problemas ambientais e privilegia o uso sustentável dos recursos naturais. A região da Quarta Colônia é considerada reserva de biosfera da Mata Atlântica desde 1996.

Revolução Verde. Mudanças produzidas na agricultura a partir de 1950 baseadas em uma série de atuações técnicas que fomentavam o uso de agrotóxicos, a especialização das propriedades, a prática dos monocultivos e a industrialização da agricultura, com o fim de conseguir um crescimento contínuo e rápido da produtividade.

Rotação de culturas. Sucessão de culturas dentro de uma mesma parcela durante um número determinado de anos. Como norma geral, alternam-se plantas de famílias diferentes que tenham tipos de vegetação, sistemas radiculares e necessidades nutritivas diferentes.

Sistema agrário. Pode-se definir um sistema agrário como uma combinação de variáveis essenciais, como: a) o meio cultivado (meio original e transformações historicamente adquiridas); b) os instrumentos de produção: ferramentas, máquinas e materiais biológicos (plantas cultivadas, animais domésticos), e a força de trabalho social (física e intelectual) que se faz necessária para a operacionalização; c) o modo de artificialização do meio que é resultado (reprodução e exploração do ecossistema cultivado); d) a divisão social do trabalho entre agricultura, artesanato e indústria que permite a reprodução dos instrumentos de trabalho; e) o excedente agrícola que, além das necessidades dos produtores, permite satisfazer as necessidades de outros grupos sociais; f) as relações de trocas entre estes ramos associados, relações de trabalho, dos bens de produção e de consumo e relações entre sistemas; g) enfim, o conjunto das idéias e instituições que permitem assegurar a reprodução social (MAZOYER, 1987). Aparece num nível hierárquico mais elevado (regional, por exemplo).

Sistema de produção. A combinação entre terra e força de trabalho com fins de produção vegetal e animal, comum a um conjunto de unidades de produção agrícolas, que integram o sistema agrário (DUFUMIER, 1996). A *unidade de produção* também pode ser considerada como um sistema caracterizado por: a) limites: jurídicos, físicos, históricos, econômicos, espaciais; b) um conjunto de elementos: força de trabalho, capital e recursos naturais; c) interações dinâmicas; d) processos de informações, materiais e energia: referenciais técnicos, utilizando energia animal, mecânica e humana, recursos de capital ou natural; e) relação dinâmica com o exterior: por meio do crédito, da extensão, da pesquisa e outros.

Supermagro. Substantivo próprio que designa um biofertilizante líquido, proveniente da mistura de micronutrientes fermentada em um meio orgânico. O resultado da fermentação é uma parte sólida e uma parte líquida. O sólido é utilizado como adubo no solo e o líquido é utilizado como adubo foliar. Desenvolvido pelo técnico Delvino Magro e difundido inicialmente pelo CAE (Centro de Agricultura Ecológica de Ipê - RS).

Trofobiose. Teoria segundo a qual plantas tratadas com agrotóxicos tornam-se desequilibradas, diminuindo a produção de proteínas ou aumentando a degradação dessas substâncias (CHABOUSSOU, 1999).

Unidade de produção agrícola (UPA). Mais do que simplesmente o espaço geográfico onde se realiza concretamente a combinação dos fatores de produção terra, trabalho e capital, a UPA é onde os agricultores exercem suas individualidades e traduzem suas estratégias na gestão da atividade agrícola.

9 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. **Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável.** In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável.** 2ª ed. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, p. 33-55, 1998.

ALMEIDA, S. G. e FERNANDES, G. B. **Monitoreo económico de la transición agroecológica: estudio de caso de una propiedad familiar del sur del Brasil.** LEISA - Revista de Agroecologia, p. 58-63. 2003.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.** Patrícia Vaz (tradução). Rio de Janeiro: PTA/FASE, 240 p.1989.

AMARAL, F. C. S. et al. **Zoneamento Pedoclimático do Rio Grande do Sul para a Cultura da Batata.** Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 4p. 2003.

ASSAD, M. L. L. e ALMEIDA, J. **Agricultura e sustentabilidade: contexto, desafios e cenários.** Ciência & Ambiente. Universidade Federal de Santa Maria. Vol. 29/julho-dezembro de 2004. p. 15-31. 2004.

BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas.** GENESIS, Porto Alegre – RS, 328p. 2004.

BOBBIO F. O., BOBBIO P. A. **Introdução à química de alimentos.** 2º edição; Livraria Varela, São Paulo, 469p. 1989.

CALEGARI, A. Espécies para cobertura do solo. In: DAROLT, M.R. (Org.) **Plantio Direto: pequena propriedade sustentável.** Londrina: IAPAR. (Circular n. 101), p. 65-93. 1998.

CANUTO, J. C. e COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: conquistando a soberania alimentar.** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 243-264. 2004.

CAPORAL, F. R. **A Extensão Rural no Rio Grande do Sul: da tradição "Made in USA" ao paradigma agroecológico.** Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/biblioteca/ptbr/html/basedados/digital/agroeco030701.pdf>> .Acessado em 05 de janeiro de 2004.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e sustentabilidade. Base conceitual para uma nova Extensão Rural.** Texto apresentado ao Congresso Mundial de Sociologia. Rio de Janeiro. Mimeo., 15p. 2000.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável.** Programa de Formação Técnico-Social da EMATER-RS. Texto. Porto Alegre-RS, 2002.

CASALINHO, H. D. **Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas**. Tese de doutorado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. UFPEL, Pelotas, 192p. 2003.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Tradução de Maria José Guazzelli. 2. ed. Porto Alegre: L&PM, 272 p.1999.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Em busca do desenvolvimento sustentável**. In: Nosso Futuro Comum. 2ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, p. 46-71. 1991.

CORDEIRO, A. et al. **Crise sócio-ambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formulação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola**. Mimeografado. Rio de Janeiro, 50 p. 1996.

COSTABEBER, J. A. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais. Agudo, RS**. Dissertação de mestrado. UFSM, 1989.

COSTABEBER, J. A. **Acción colectiva y procesos de transición agroecológica en Rio Grande do Sul, Brasil**. Tese de doutorado. Universidade de Córdoba, Espanha, 1998.

COSTABEBER, J. A. e CLARO, S. A. **Experimentação participativa e referenciais tecnológicos para a agricultura familiar**. Ciência & Ambiente. Universidade Federal de Santa Maria. Vol. 29/julho-dezembro de 2004. p. 31-48. 2004.

COSTA GOMES, J. C. e BORBA, M. **Limites e possibilidades da agroecologia como base para sociedades sustentáveis**. Ciência & Ambiente. Universidade Federal de Santa Maria. Vol. 29/julho-dezembro de 2004. p. 5-14. 2004.

COTRINA, J. A. e ROJAS, M. F. A. **Experiencia sobre reconversion de la fertilidad del subsistema solo**. Seminario de Manejo de la Fertilidad del Suelo en Cajamarca. IINCAP "Jorge Basadre", Cajamarca, Perú, p. 29-31. 1998

DAROLT, M. R. et al. **Análise comparativa entre o sistema orgânico e convencional de batata comum**. Revista Planeta Orgânico. 10 p. Novembro de 2003.

DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura orgânica na Região Metropolitana de Curitiba, PR**. Tese de Doutorado. UFPR, 2003.

DERPSCH, R. e CALEGARI, A. **Desenvolvimento e difusão do sistema de plantio direto em resíduos de adubos verdes em pequenas propriedades no Paraguai**. In: Encontro Latino Americano de Plantio Direto na Pequena Propriedade. IAPAR-PR, Londrina, p.56. 1993.

DESPSCH, R. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. IAPAR, Londrina-PR, 96p. 1985.

DORAN, J. W.; PARKIN T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: Defining soil quality for a sustainable environment. DORAN, J. W. et al. Soil Sci. Soc. Am., USA, 35:13-21. 1994.

DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T. **Leguminosas herbáceas perenes como cobertura viva do solo e seu efeito no C, N e P da biomassa microbiana**. Scientia agricola. Piracicaba-SP. Vol. 60, n.1, p. 139-147. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>.

DUFUMIER, M. **Les projets de développement agricole: manuel d'expertise**. Paris/Wageningen: Ed. Karthala/CTA. 354 p. 1996.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. Livros da Terra, São Paulo, p. 95-131. 1996.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília. EMBRAPA-CNP de Solos. Rio de Janeiro – RJ, 412p. 1999.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B. **Acúmulo de nutrientes na parte aérea e nos tubérculos em cultivares de batata**. In: Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Batata. Uberlândia-MG, 2001. **Resumos Expandidos**. ABBA, p. 21-25. 2001.

FEPAGRO - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do RS. **Cadeia Produtiva da Batata**. Porto Alegre, 40p.1998.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**. Viçosa-MG. Editora UFV, 402p. 2000.

FIOREZE, C. Aspectos sócio-econômicos da bataticultura no RS. In: **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. EMBRAPA - Clima Temperado, Brasília, 567p. 2003.

FONTES, R. R. Preparo e adubação do solo. In: LOPES, C. A. e BUSO, J.A. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**:EMBRAPA-CNP, Instruções Técnicas no. 8. p. 10-12.1997.

FRACARI, P. R. et al. **Produtividade e qualidade de tubérculos de batata com o uso de fontes e manejo da adubação**. RBCS, Florianópolis-SC, 2004.

FREIRE, Claudio J. da S. **Correção e adubação do Solo**. In: O cultivo da batata na região sul do Brasil. EMBRAPA - Clima Temperado, Brasília, 567p. 2003.

GIACOMINI, S. J. et al. **Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto**. PAB - Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 38, p. 1097-1104. 2003.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos sustentáveis em agricultura sustentável**. UFRGS, Porto Alegre, 653p. 2001.

GRAZIANO DA SILVA, J. **Estrutura fundiária e relações de produção no campo brasileiro**. Ensaios FEE - Fundação de Economia e Estatística do RS, Ano I, nº 2, Porto Alegre, 1981.

KEMPER, W. D. **Aggregate stability**. In: BLACK, C. A. Methods of soil analysis. ASA. Madison, Wisconsin, USA. p. 511-519. 1965

LOVATO, T. **Dinâmica do carbono e nitrogênio do solo afetada por preparos do solo, sistemas de cultura e adubo nitrogenado**. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo. UFRGS, Porto Alegre, 134p. 2001.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola, nutrição mineral de plantas e fertilidade do solo**. Editora Ceres, São Paulo, 528p. 1976.

MAGALHÃES, J. R. **Nutrição e adubação da batata**. Editora Nobel, São Paulo, 51p. 1985.

MAZOYER, M. **Dynamique des systèmes agraires**: Rapport de synthèse du colloque sur la dynamique des systèmes agraires. Min. de la Recherche et de la Technologie, Paris, 25 p. 1987.

MENEGHETTI, G. A. **Desenvolvimento, sustentabilidade e agricultura familiar**. Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/biblioteca/ptbr/html/basedados/digital/art18.pdf>>. Acessado em 10 de outubro de 2004.

MENEZES, R. S. C. e SILVA, T. O. da. **Nutrientes do solo e produtividade da batata após a incorporação de esterco e/ou crotalária**. Laboratório de Fertilidade do Solo, Depto. de Energia Nuclear, UFPE. Recife-PE. 2003.

MOITA MACEDO, M. C.; GALLO, J. R. & HAAG, H. P. **Absorção de nutrientes por cultivares nacionais de batatinha**. Fundação Cargill, Campinas-SP. 1981.

OLIVEIRA FILHO, A. A. et al. **Matéria orgânica do solo**. Informativo Agropecuário, Belo Horizonte-MG, Vol. 13, p. 22-24. 1987.

OSORIO, L. G. **Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de los suelos**. Red de Acción en Alternativas al uso de los Agroquímicos (RAAA). Seminario Manejo de la Fertilidade del Suelo. Baños del Inca-Cajamarca. Peru. p. 15-19. 1998.

PANDOLFO, C. M. **Aspectos técnico, econômico e ambiental do uso de fontes orgânicas de nutrientes associadas a sistemas de manejo do solo**. Tese de doutorado. PPGCS, Departamento de Solos, UFSM. 2004.

PAULUS, G. e PINHEIRO MACHADO, D. **A extensão rural e a transição agroecológica no Estado do Rio Grande do Sul – Resultados do ano de 2003**. Anais do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. Porto Alegre-RS. 2004.

PEREIRA, A. P. & DANIELS, J. (org.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. EMBRAPA/Clima Temperado. Brasília-DF, 567p. 2003.

PIMENTEL, D. **Economics and energetics of organic and conventional farming**. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 6:53-60. 1993.

POINTING, Clive. **Uma história verde do mundo**. Ed. Civilização Brasileira, Rio de Janeiro-RJ. 648p. 1995.

REICHERT, J. M. et al. **Manejo, qualidade do solo e sustentabilidade: condições físicas do solo agrícola**. XXIX CBCS, Ribeirão Preto-SP. 17p. 2003.

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. **Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio**. Revista Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n. 3, p. 360-364. 2001.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o Século XXI**. In: Para pensar o desenvolvimento sustentável. Brasília: Editora Brasiliense, p.29-54, 1991.

SALGADO, J. A. A. et al. **Balço de nutrientes em cultivos de hortaliças sob manejo orgânico**. Comunicado Técnico nº 21. EMBRAPA / Agrobiologia. Seropédica-RJ. 9 p. 1998.

SANCHEZ, P.A. **Suelos del trópico: características y manejo**. San José: IICA, p.491-542. 1981.

SEVERINO, F. J e CHRISTOFFOLETI, P. J. **Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes**. Bragantia, Campinas, 60(3), p.201-204, 2001.

SANGOI, L. & KRUSE, N. D. **Doses crescentes de N, P e K e características agronômicas da batata em dois níveis de pH**. PAB - Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 29, p. 1333-1343, 1994.

SILVA, E. C.; SILVA FILHO, A. V. da; ALVARENGA. M. A. R. **Efeito residual da adubação da batata sobre a produção de matéria seca e a exportação de nutrientes do milho-verde**. Ciências Agrotécnicas, Lavras-MG, v. 24, n.2, p. 509-515,abr./jun. 2000.

SOUZA, J. L. et al. **Avaliação de genótipos de batata em cultivo orgânico**. EMCAPA / EEMF, Venda Nova do Imigrante-ES. 4p.1995.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. UFRGS, Porto Alegre-RS, mimeo., 1995.

TEIXEIRA, L.; GILIOLI, F.; PENA, A. A. S.; TEIXEIRA, N. T. **Adubação orgânica e mineral na produtividade da cultura da batata, cv. "Mondial"**. Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal-SP, 2000.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata, cv. "Atlantic"**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ / USP, Piracicaba-SP. 66 p. 2003.

10 APÊNDICES

Entre as maiores preocupações desde o início do projeto de pesquisa, sempre esteve presente a questão da participação dos agricultores, que é um dos pilares da proposta agroecológica. A demanda de pesquisa apresentada ao Programa RS Rural foi discutida com integrantes da ASBAT, além dos técnicos da EMATER/RS, UFSM e FEPAGRO. Procurou-se sempre que os resultados experimentais fossem socializados da melhor forma possível com os próprios produtores, em especial com os associados da ASBAT. Neste sentido, além das informações e debates nas assembleias gerais da associação, foi realizado dia de campo em dezembro de 2004 na FEPAGRO, onde foram demonstrados alguns resultados obtidos.

Além disso, de posse dos tratamentos de fertilização com maior potencial, procurou-se a sua validação em lavouras dos associados, verificando a aplicabilidade ou viabilidade destas práticas selecionadas em condições reais. Para tanto, no período do estudo, foram implantadas duas unidades demonstrativas, ambas em Júlio de Castilhos: uma junto à lavoura de produtor e outra ao lado da própria lavoura de sementes da ASBAT (Apêndice A).

Em outras unidades experimentais, conhecidas também no jargão extensionista como unidades de observação, procurou-se agregar conhecimentos que poderiam ser importantes para o desenvolvimento de sistema de produção de batata de base ecológica. Entre eles, pesquisou-se a viabilidade de algumas alternativas para o controle de pragas de solo, considerado um dos pontos frágeis na produção orgânica de batata, ainda mais que a produção convencional usa pesticidas muito tóxicos e em quantidade abusiva para este propósito. Assim, decidiu-se implantar dois experimentos com o uso de *extratos de plantas* repelentes às pragas, no município de Ivorá (Apêndice B).

Outra experiência importante foi a avaliação do impacto das fertilizações orgânicas e/ou minerais na qualidade de processamento da batata, visando verificar possíveis efeitos no uso industrial dos tubérculos, já que se vislumbra neste segmento uma das saídas para a crise do setor (Apêndice C).

APÊNDICE A – Validação da adubação orgânica na batata

Unidade demonstrativa em lavoura de produtor de batata

Em fevereiro de 2004, foi implantada uma Unidade Demonstrativa (UD) em Val de Serra (município de Júlio de Castilhos), junto à lavoura de Carlos Zottele. A análise do solo apresentou: argila 380 g kg⁻¹; matéria orgânica 42 g kg⁻¹; pH 4,5; índice SMP 5,5; P 4,8 mg L⁻¹; K 200 mg L⁻¹; Al, Ca e Mg 1,4, 2,8 e 1,6 cmol_cL⁻¹ respectivamente; CTC a pH 7,0 e efetiva de 6,3 e 10,5, respectivamente; e saturação com Al e de bases de 22 e 47%, respectivamente. Ou seja, uma condição de solo muito comum na região, onde a correção da acidez não é feita por serem áreas arrendadas. Neste local, foram testados os tratamentos mais “promissores” de adubação orgânica e organo-mineral obtidos no experimento principal na FEPAGRO, comparando-se com a adubação tradicional e também agora com a recomendação (CQFS-NRS, 2004) para aquele tipo de solo. Os tratamentos empregados foram: *testemunha*; *cama de frangos (10 t ha⁻¹)*; *cama de frangos (10 t ha⁻¹) + superfosfato triplo 540 kg ha⁻¹*; *adubo tradicional (2.000 kg ha⁻¹ da fórmula 7-11-9)*; e *adubação recomendada pela CQFS via análise de solo (1.400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-10)*. Sabendo da importância do P na produtividade da batata, de que ele está pouco disponível na maioria dos solos e com baixa concentração nos adubos orgânicos, implantou-se um tratamento com aporte suplementar de P através do uso de superfosfato triplo. Os resultados obtidos foram os seguintes (Tabela 26):

Tabela 25 – Produtividade de batata na unidade de validação do produtor Carlos Zottele, sob diferentes fertilizações. Val de Serra, Júlio de Castilhos-RS. 2004.

Fertilização utilizada	Produtividade kg ha ⁻¹
Testemunha	3.109 c
Cama de frangos isolada - 10 t ha ⁻¹	17.933 ab
C. frangos - 10 t ha ⁻¹ + superfosfato triplo - 540 kg ha ⁻¹	21.757 a
Adubação recomendada pela análise - 1.400 kg ha ⁻¹	19.059 a
Adubação tradicional 7-11-9 – 2.000 kg ha ⁻¹	13.322 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os melhores resultados foram obtidos com a combinação cama de frangos + superfosfato triplo, seguida da adubação recomendada pela análise e pela cama de frangos isolada, com resultados bem superiores do que a adubação mineral tradicional e a testemunha.

Essa vantagem em relação à adubação tradicional se reproduziu também na análise financeira dos resultados. Considerando apenas a produção bruta de tubérculos, obtiveram-se acréscimos bem significativos de margem líquida, com destaque ao tratamento cama de frangos + superfosfato triplo, onde a margem de 6.467,00 R\$ ha⁻¹, seguido da adubação recomendada pela CQFS, com 5.318,00 R\$ ha⁻¹, e da cama de frangos isolada, com 4.955,00 R\$ ha⁻¹. Todos estes três modos de fertilização ficaram bem acima da margem líquida alcançada com a adubação tradicional (2.250,00 R\$ ha⁻¹) e testemunha (-1.656,00 R\$ ha⁻¹).

Unidade demonstrativa na lavoura de sementes da ASBAT

Na safra 2004, foi dado prosseguimento ao processo de validação, acrescentando-se à avaliação outras fontes de adubação orgânica sugeridas por técnicos da EMATER da região. Esta UD foi implantada junto à área de propagação de sementes da ASBAT, na própria FEPAGRO. Os tratamentos testados foram: *testemunha*; 10 t ha⁻¹ cama de frangos; 1,6 t ha⁻¹ de esterco de peru granulado; 0,8 t ha⁻¹ de esterco de peru granulado; 10 t ha⁻¹ de húmus; 2 t ha⁻¹ de adubo organo-mineral; 2 t ha⁻¹ 7-11-9 + uréia 100 kg ha⁻¹.

A colheita realizada em 14/12/2004, mas não se observou diferença nos resultados obtidos (Tabela 27).

Tabela 26 – Produtividade de batata sob diferentes fontes e doses de fertilizantes. FEPAGRO, Júlio de Castillos-RS. 2004.

Fertilizantes e doses aplicados	Produtividade de batata kg ha⁻¹
EPG (esterco de peru granulado) - 1,6 t ha ⁻¹	11.655 a
Húmus - 10 t ha ⁻¹	10.232 a
Adubo mineral - 2 t/ha 7-11-9 + uréia 100 kg ha ⁻¹	9.776 a
Orgamin (adubo organo-mineral) - 2 t ha ⁻¹	9.734 a
½ EPG ou 0,8 t ha ⁻¹ de esterco de peru granulado	9.216 a
Testemunha	9.165 a
Cama - 10 t ha ⁻¹ cama de frangos	8.878 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE B - Uso de extratos vegetais repelentes a pragas da batata

Dois experimentos foram instalados no município de Ivorá-RS, na região da Quarta Colônia, um na safra 2003 e outro na safrinha 2004, com o objetivo de testar e avaliar extratos de plantas repelentes a pragas de solo da batata. A Universidade Federal de Santa Maria, através do Setor de Entomologia do Departamento de Defesa Fitossanitária e Departamento de Solos, auxiliou na definição dos extratos, nas aplicações a campo, nas avaliações dos danos e também nas análises estatísticas.

Para avaliar os danos por insetos-praga, contaram-se os furos em amostras de tubérculos, condição importante para projetar a aceitação comercial do produto junto ao mercado consumidor.

Experimento I (Ivorá-RS, 2003)

Neste ensaio, foram testados extratos de cinamomo, capim cidró, aveloz e cipreste no sulco, aplicados no sulco de plantio da batata, comparados com inseticida *clorpirifós*. O ensaio foi conduzido na propriedade rural do Sr. Irineu Londero, instalado em 14/03/2003. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições e parcelas de 4m x 2,25m. Distribuiu-se 20t/ha de cama de suínos nos sulcos de todos os tratamentos e a seguir plantou-se a batata e pulverizou-se os tubérculos nos sulcos com os extratos de plantas. Para controle de insetos e doenças na parte aérea foi utilizado óleo de nim a 0,5% e caldas ecológicas. Para avaliar os danos dos insetos-praga foram retiradas cinco (5) plantas por parcela antes da colheita e o material foi levado para o Laboratório de Entomologia da UFSM.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- 1 - Testemunha
- 2 - Padrão (inseticida *clorpirifós*)
- 3 - Aveloz (*Euphorbia tirucalli*)
- 4 - Cipreste (*Cupressus funebris*)
- 5 - Cinamomo (*Melia azedarach*)
- 6 - Capim cidró (*Cymbopogon citratus*)

Os resultados obtidos constam na Tabela 27:

Tabela 27 – Altura e emergência de plantas, número de furos por tubérculo e rendimento de batata em função dos tratamentos utilizados no sulco e parte aérea. Ivorá-RS. 2003

Tratamento	Emergência (n^o de plantas)	Altura de plantas (cm)	Furos nos tubérculos (n^o)	Produtividade (kg ha⁻¹)
Testemunha	12,25a	8,78b	34a	3.205c
Padrão	14,25a	12,16a	0c	12.800a
Aveloz	13,00a	13,62a	36a	4.687bc
Cipreste	12,75a	12,60a	27ab	5.817b
Cinamomo	12,75a	12,80a	35a	4.935bc
Capim cidró	12,25a	13,75a	25ab	6.292b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Como se observa, não houve desempenho satisfatório de nenhum os extratos vegetais testados em relação ao padrão utilizado (clorpirifós), principalmente nos dois aspectos que mais interessam ao produtor de batata: produtividade total e presença de furos nos tubérculos (diretamente relacionado à produtividade comercial). Isso demonstra que a questão do controle das pragas de solo ainda é um dos maiores problemas para a transição agroecológica na produção de batata, não sendo possível lançar mão destes extratos vegetais, somente, para um controle minimamente aceitável. Nos itens emergência e altura de plantas também não houve efeito dos extratos vegetais.

Experimento II (Ivorá –RS, 2004)

O ensaio de batata safrinha para testar extratos de plantas como repelentes a insetos-pragas de solo foi repetido em fevereiro de 2004, também em Ivorá. O delineamento foi o de blocos ao acaso com quatro (4) repetições e teve os seguintes tratamentos:

- 1 - Óleo de nim (*Azadirachta indica*)
- 2 - Extrato de cinamomo (*Melia azedarach*)
- 3 - Destilado de ariticum (*Rollinia salicifolia*)
- 4 - Folhas de cinamomo (*Melia azedarach*)
- 5 - Folhas de eucalipto (*Eucalyptus sp.*)

6 – Padrão (inseticida *clorpirifós*)

7 - Testemunha (sem tratamento para pragas de solo).

Cada parcela tinha 3,75 m x 4 m e na sua fertilização foi utilizada a cama de frangos na quantidade de 10 t ha⁻¹, sendo que no tratamento padrão foi adubado com 2.000 kg ha⁻¹ da fórmula 7-11-09. Os adubos foram distribuídos no sulco no mesmo dia do plantio da batata, juntamente com os extratos, folhas e o inseticida clorpirifós. O plantio ocorreu no dia 11/02/04 e a cultivar utilizada foi a Macaca.

No decorrer do ensaio, logo após as aplicações dos extratos, foi feita avaliação visual da incidência de vaquinha (*Diabrotica speciosa*) na parte aérea, e na colheita foram avaliados a produção e o número de furos causados pelas pragas nos tubérculos.

Tabela 28 - Danos causados por pragas de solo e produtividade de tubérculos de batata. Ivorá-RS. 2004.

Tratamento	Produtividade kg ha ⁻¹	Furos nos tubérculos (n°)
Óleo de nim	6.494 a	2,7 ab
Extrato de cinamomo	5.911 a	3,1 ab
Destilado de ariticum	6.072 a	3,5 ab
Folha de cinamomo	6.661 a	2,5 ab
Folha de eucalipto	6.839 a	1,5 b
Clorpirifós	9.119 a	0,2 c
Testemunha	7.639 a	4,5 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação ao número de furos nos tubérculos, o melhor tratamento foi o padrão com o inseticida convencional *clorpirifós*, mas houve uma resposta positiva no tratamento com folha de eucalipto, o qual teve desempenho melhor que os demais derivados vegetais utilizados. A produtividade dos tubérculos, todavia, não teve diferenças entre os tratamentos.

APÊNDICE C - Qualidade de processamento dos tubérculos de batata

Este apêndice foi escrito com base no artigo escrito por FRACARI et al. (2004) e apresentado na Reunião Brasileira de Ciência do Solo (2004), onde são apresentados dados da qualidade tecnológica ou de processamento dos tubérculos produzidos nas condições de alguns dos experimentos que fazem parte da dissertação.

Na produção de batata deve-se ter especial atenção com alguns atributos relacionados com a qualidade tecnológica ou de processamento dos tubérculos por causa da estreita relação com a aceitação comercial e com o valor industrial do produto. Isto se tornou importante nos últimos tempos quando se verifica uma tendência de crescimento do mercado industrial e também para uma especialização do consumo. Os industriais e segmentos mais esclarecidos dos consumidores querem batatas com determinadas finalidades, como por exemplo, os tipos palito (*french fries*), palha, purê, saladas, entre outras.

A qualidade aparente das batatas processadas está relacionada principalmente com os teores de amido e açúcares contidos no tubérculo. Os açúcares solúveis, em especial os redutores, quando em níveis altos, causam escurecimento nos produtos processados, diminuindo sua aceitabilidade e seu valor econômico.

Este escurecimento deve-se principalmente à reação de Maillard, que culmina na formação de *melanoidinas*, uns compostos escuros de alto peso molecular contendo nitrogênio, que por sua vez formam também compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico. Esta reação é não enzimática e sua velocidade é influenciada por: temperatura, pH, atividade de água, natureza dos carboidratos e presença ou não de catalisadores. O amido tem importância devido à sua hidrólise química ou enzimática, parcial ou total, até formar a glicose (BOBBIO & BOBBIO, 2001). Um dos nutrientes que exerce forte influência na qualidade é o potássio, apesar de haver em geral uma baixa probabilidade de resposta à adubação com K, devido à gênese e composição na maioria dos solos do Brasil e especificamente da região central do RS.

Os resultados referem-se a dois experimentos conduzidos na safrinha de 2004:

Experimento I

Foi conduzido na Estação Experimental da FEPAGRO, em Júlio de Castilhos-RS, visando avaliar as novas recomendações da adubação potássica à cultura da batata da CQFS-NRS (2004). Desse experimento se apresentam os dados relativos às aplicações de 50, 100 e

150% do total de K_2O recomendado, sendo que o N e o P_2O_5 foram constantes em todos os tratamentos (100%).

Experimento II

Foi implantado em área do produtor Carlos Zottele, em Val de Serra, Júlio de Castilhos-RS, onde foram avaliados os seguintes tratamentos: testemunha (sem adubação); cama de frangos ($10 t ha^{-1}$); cama de frangos + superfosfato triplo ($10 t ha^{-1} + 545 kg ha^{-1}$); recomendação da CQFS (2004), ou seja, $1.400 kg ha^{-1}$ da fórmula 5-25-10; e a adubação tradicional dos bataticultores da região ($2000 kg ha^{-1}$ da fórmula 7-11-9).

Em ambos os experimentos, os tubérculos depois de colhidos foram lavados, fatiados, triturados e então submetidos à análise de açúcares pelo método Lane & Enyon (ITAL, 1985), onde se utilizaram 10 gramas de amostra devidamente homogeneizadas. Determinou-se amido pelo mesmo método, utilizando-se 5 g de amostra seca à temperatura de $65^{\circ}C$ em estufa de ventilação.

Quanto aos resultados (tabela 29), no *Experimento I* não houve resposta ao potássio em produtividade de tubérculos, o que se esperava devido ao alto teor de potássio no solo onde se instalou o experimento (ver dados no Apêndice B).

Tabela 29 – Teor de açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR), teor e acúmulo de potássio nos tubérculos. FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS. 2004.

Manejo da adubação potássica (K_2O)	AR em glicose %	ANR sacarose %	Potássio		Produtividade $kg ha^{-1}$
			%	$kg ha^{-1}$	
50% da recomendação*	1,75	4,68	1,52	80,50	26.250 a
100% da recomendação	2,56	3,75	1,67	99,70	26.876 a
150% da recomendação	1,25	4,06	1,55	89,50	26.555 a

* Refere-se às quantidades recomendadas de K_2O à cultura da batata para o RS e SC (CQFS, 2004)

No *Experimento II* (Tabela 30) houve expressiva resposta à adubação. Quando foi utilizada a adubação recomendada, a produtividade de tubérculo aumentou em $5.737 kg ha^{-1}$ em relação à adubação tradicional com 7-11-9. Quando se utilizou cama de frangos + superfosfato, a diferença subiu para $8.435 kg ha^{-1}$.

Tabela 30 – Teor e acúmulo de potássio em tubérculos de batata, cultivar Asterix, Val de Serra, Júlio de Castilhos-RS.2004.

Formas de adubação à cultura da batata	Produtividade média kg ha ⁻¹	Potássio		Açúcares redutores* %	Amido %
		%	kg ha ⁻¹		
Testemunha	3.109	1,68	9,25	14,90	0,25
Cama de frangos	17.933	1,92	56,83	14,50	1,19
C.frangos+SFT	21.757	1,96	69,83	15,76	1,00
Adubação recomendada	19.059	2,14	66,83	16,03	n.d.
Adubação tradicional	13.322	2,01	46,08	15,26	2,06

LEGENDA: testemunha; cama de frangos (10 t ha⁻¹); cama de frangos (10 t ha⁻¹) + superfosfato triplo (545 kg ha⁻¹); adubo tradicional (2.000 kg ha⁻¹ da fórmula 7-11-9) e adubação recomendada pela CQFS/2004 (1.400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-10). Açúcares redutores em glicose foram obtidos de tubérculos in natura e o amido da matéria seca. n.d.= não determinado.

Já em relação aos açúcares redutores, para estes mesmo experimentos anteriores, a figura 7 demonstra com mais clareza que o aumento do teor de potássio nos tubérculos provocou também um acréscimo na quantidade de açúcares redutores nos mesmos.

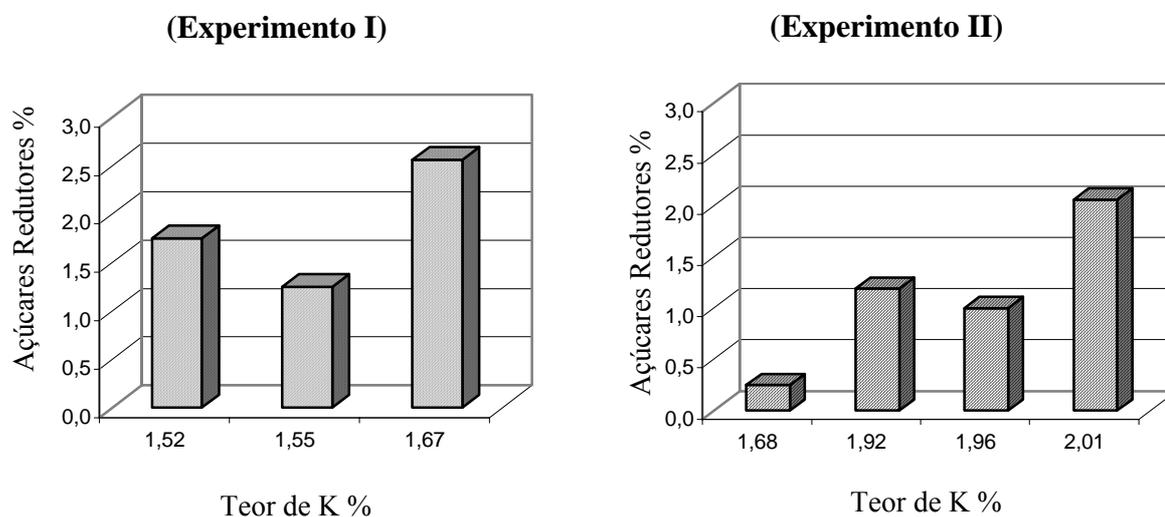


Figura 7 – Teores de potássio e de açúcares redutores em glicose em tubérculos de batata de em função da dose de adubação potássica pela CQFS (*Experimento I*) e fontes orgânica e/ou mineral de nutrientes às plantas de batata (*Experimento II*).

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As unidades experimentais demonstrativas e de observação foram bastante úteis aos propósitos da pesquisa em relação à participação de agricultores e técnicos.

Em relação à fertilização, a primeira UD comprovou que a adubação feita de acordo com as recomendações da análise do solo (CFQS, 2004), seja usando fontes orgânicas, minerais ou a associação de ambas, se mostrou bastante eficiente comparado à adubação tradicional usada pelos bataticultores da região (7-11-9). No aspecto financeiro, destacou-se o tratamento cama de frangos + superfosfato (margem líquida de R\$ 6.467,00 ha⁻¹), seguido da adubação recomendada pela análise (R\$ 5.318,00 ha⁻¹) e cama de frangos isolada (R\$ 4.955,00 ha⁻¹); todos estes três modos de fertilização foram superiores à adubação tradicional (R\$ 2.250,00 ha⁻¹) e à testemunha (R\$ -1.656,00 ha⁻¹). A segunda UD mostrou que o uso empírico de várias formulações orgânicas ou organo-minerais pode não trazer resultado, não passando às vezes de modismo tecnicamente inconsistente.

Quanto ao controle de pragas de solo, nenhum dos tratamentos com subprodutos vegetais (extratos de plantas, folhas ou óleo) apresentou um nível de controle aceitável, revelando que o controle destas pragas é hoje, provavelmente, o maior entrave a uma transição agroecológica mais efetiva em sistemas de produção de batata.

Em relação à qualidade de processamento, constatou-se que o aumento do teor de potássio nos tubérculos elevou o teor de açúcares redutores, depreciando o valor industrial e culinário da batata. Em função disso, o manejo da adubação com K deve ser mais cuidadoso, por ser o elemento mais extraído pela batateira e porque os solos onde se cultiva o tubérculo na região normalmente apresentam níveis médios a altos de K.

Por fim, ressalte-se a dificuldade em encontrar referências na pesquisa oficial para ter suporte às tecnologias de base ecológica, o que limita efetivamente ações de técnicos e agricultores rumo a uma agricultura sustentável, “que ajude a percorrer o longo caminho de proporcionar segurança alimentar, geração de renda e empregos e conservação dos recursos naturais para as futuras gerações” (CASALINHO, 2003). Acreditamos que esses limites devem ser enfrentados com determinação por seus sujeitos, mas sem abrir mão de políticas públicas de transição, tanto em centros universitários, de pesquisa e órgãos de extensão rural, como em todos os programas de apoio, formação e crédito à agricultura familiar.