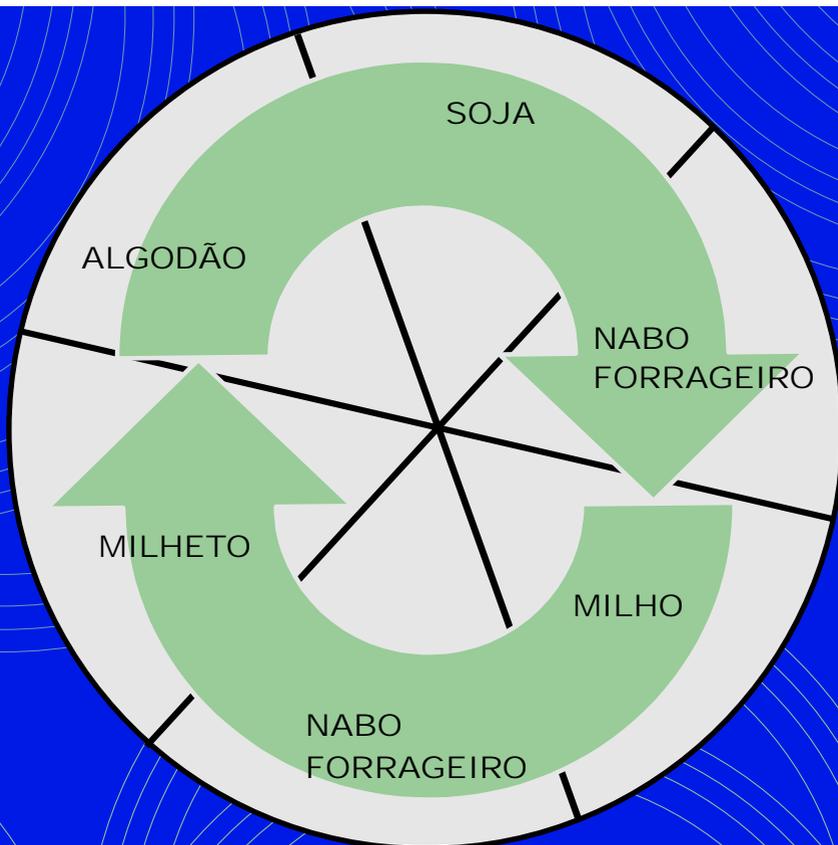


**Sistema Santanna:
Sistema Integrado de Produção de
Grãos e Fibra (Algodão-Soja-Milho)
na Fazenda Planalto, Costa Rica, MS -
Estudo de Caso**



ISSN 1679-0456

Dezembro, 2009

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 53

Sistema Santanna: Sistema Integrado de Produção de Grãos e Fibras (Algodão-Soja-Milho) na Fazenda Planalto, Costa Rica, MS - Estudo de Caso

Luís Carlos Hernani
Mário Amaral de Camargo Penteado
Aurélio Pavinato
Nilvo Altmann
Alceu Richetti

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6 -
Trecho Dourados-Caarapó
Caixa Postal 661
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
www.cpa0.embrapa.br
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Guilherme Lafourcade Asmus*
Secretária-Executiva: *Karina Neoob de Carvalho Castro*
Membros: *Claudio Lazzarotto, Gessi Ceccon, Harley Nonato de Oliveira, Josiléia Acordi Zanatta, Milton Parron Padovan, Oscar Fontão de Lima Filho e Silvia Mara Belloni.*
Membros suplentes: *Alceu Richetti e Carlos Ricardo Fietz.*

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*
Ilustração da capa: *Luís Carlos Hernani*
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*

1ª edição
(2009): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Embrapa Agropecuária Oeste.

Sistema Santanna: sistema integrado de produção de grãos e fibra (algodão-soja-milho) na Fazenda Planalto, Costa Rica, MS – estudo de caso / Luis Carlos Hernani ... [et al.]. — Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009.

66 p. : il. color. ; 21 cm. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 53).

1. Sistema de produção - Grão - Fibra - Brasil - Mato Grosso do Sul. 2. Produção agrícola - Sistema integrado - Brasil - Mato Grosso do Sul. I. Hernani, Luis Carlos. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Série.

CDD (21. ed.) 333.76098171

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
1. Introdução	8
2. Meio Físico	9
3. Estrutura da Fazenda Planalto	13
4. Caracterização do Sistema de Produção	15
5. Fase de Implantação	20
6. Fase de Condução	22
7. Resultados (1998-2005)	43
8. Sugestões e Recomendações	62
9. Extrapolação e Uso deste Sistema de Produção para Condições de Solo e Clima Semelhantes	63
10. Referências	65

Sistema Santanna: Sistema Integrado de Produção de Grãos e Fibra (Algodão-Soja-Milho) na Fazenda Planalto, Costa Rica, MS - Estudo de Caso

Luís Carlos Hernani¹
Mário Amaral de Camargo Penteado²
Aurélio Pavinato³
Nilvo Altmann⁴
Alceu Richetti⁵

Resumo

Os sistemas integrados de produção agrícola requerem abordagem específica em relação à sua descrição, devido à complexidade do processo de planejamento e de execução das atividades na unidade de produção. Os modelos de produção a serem conduzidos dependem de condições de clima, solo, mercado e socioculturais. A experiência acumulada por certas unidades de produção pode ser usada por outras propriedades que apresentam condições semelhantes, desde que estas estejam dispostas a iniciar um novo processo de melhoria contínua da qualidade de sua atividade econômica. Tal conhecimento pode servir de base para o planejamento e a execução racional das atividades rotineiras, acelerando a adaptação dos recursos internos, melhorando a qualidade ambiental e minimizando impactos de mudanças induzidas pelo mercado e de frustrações de safras devido a intempéries. Este trabalho descreve o modelo integrado de produção em Sistema Plantio Direto, cuja sequência de culturas é algodão, soja, nabo

⁽¹⁾ Eng. Agrôn.; Dr.; Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: hernani@cpao.embrapa.br

⁽²⁾ Eng. Agrôn.; SLC Agrícola Ltda.; E-mail: mario.penteado@slcagricola.com.br

⁽³⁾ Eng. Agrôn.; SLC Agrícola Ltda.; E-mail: aurelio.pavinato@slcagricola.com.br

⁽⁴⁾ Eng. Agrôn.; Consultor, Sigma AC; nilvo@sigmaac.com.br

⁽⁵⁾ Adm., M.Sc.; Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: richetti@cpao.embrapa.br

forrageiro, milho, nabo forrageiro e milheto - o Sistema Santanna. Os dados são provenientes de monitoramento, durante sete anos (1998-2005), de gleba experimental e de áreas de produção (unidade São João B, 389 ha) da Fazenda Planalto, Costa Rica, MS. São descritas ações e operações que caracterizam os sistemas integrados e os seus efeitos sobre o solo e as espécies vegetais que o compõem. A avaliação econômica para cada subsistema e para todo o Sistema Santanna foi realizada atualizando valores para a safra 2004/2005.

Termos para indexação: Latossolo Vermelho, Sistema Plantio Direto, rotação de culturas, nabo forrageiro, milheto.

Santanna System: Grains and Fiber Agricultural Integrated System at Planalto Farm in Costa Rica, Mato Grosso do Sul State – a Case Study

Agricultural sustainable integrated systems require special treatment because the planning and the execution process at farm are complex and simultaneous. On the No Till System the production models depend of climate, soil, market and social and cultural conditions. The experience accumulated by certain farms can be used by others production units that are under similar conditions and are prompt to a new and continuous quality improvement of its economic activity. That knowledge can serve to planning and rational execution routine activities, accelerating the internal resources adaptation, improving environmental quality and minimizing impacts of changes of market induced, and productivity frustrations by climate conditions. This work describes the integrated production agricultural of cotton, soybean, turnip, corn, turnip and millet, cotton rotation - The Santanna System. The data are incoming of continuous monitoring for seven years (1998-2005) of experimental and of 389 ha production area (São João B farm) at Planalto Farm, Costa Rica, Mato Grosso do Sul State, Brazil. Actions and operations of the integrated system are described and the effects in soil and plants are discussed. Economical evaluation for the subsystems and the wide integrated system carried out and the results were up-to-date to 2004-2005 season.

Index terms: Red Latosol, No-Till System, crop rotation, turnip, millet.

1. Introdução

Os sistemas integrados de produção agrícola sustentáveis requerem abordagem específica em relação a sua descrição, por causa da complexidade do processo de planejamento e das atividades de execução no âmbito da unidade de produção.

Os sistemas de produção a serem conduzidos em uma dada propriedade dependem de condições de clima, solo, mercado e socioculturais regionais. A experiência acumulada por certas unidades de produção pode ser usada por outras que estejam inseridas sob as mesmas condições de mercado, clima e solo e cujos gestores se disponham a iniciar e manter um processo de melhoria contínua da produção rural em busca da sustentabilidade. Tal conhecimento pode servir de base para o planejamento e a execução racional das atividades rotineiras, acelerar a adaptação dos recursos internos, melhorar a qualidade ambiental e minimizar impactos de variabilidades induzidas pelo mercado e de frustração de safra devido a intempéries.

Para obtenção dessas informações sob critérios científicos minimamente aceitáveis, a técnica do Estudo de Caso pode ser utilizada. Conforme Yin (2001), essa abordagem auxilia a investigação de macroprocessos no seu contexto real, quando as fronteiras entre fenômeno e contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência. No caso de sistemas integrados de produção agrícola (envolvendo rotação de culturas), como o aqui abordado, algumas questões devem ser, a princípio, respondidas: como foi conduzido e monitorado e quais os resultados ou impactos agrônômicos gerados pelo macroprocesso ao longo de um período de tempo.

Este trabalho descreve o sistema integrado de produção de algodão, soja, nabo forrageiro, milho, nabo forrageiro e milheto (Sistema Santanna) realizado na Fazenda Planalto, de propriedade da SLC Agrícola, localizada em Costa Rica, MS. Os dados discutidos são provenientes de monitoramento, por sete anos (1998-2005), de glebas experimentais e de uma área de produção em larga escala (gleba São João B, de 389 ha) de grãos e fibra, em Sistema Plantio Direto.

2. Meio Físico

A Fazenda Planalto é de propriedade da empresa SLC Agrícola e localiza-se nas coordenadas 18°12'5" S e 53°12'45" W, no Município de Costa Rica, MS (Figura 1). A área total é de 19.167 ha, dos quais 15 mil ha são cultivados. Parte dessa área é explorada com base em contratos de arrendamento.



Figura 1. Vista geral da área da Fazenda Planalto, vendo-se à esquerda parte do “canion” do Engano e, à direita, parte da área do Parque Nacional das Emas, mais escurificada em razão de incêndio acidental não controlado.

Fonte: Google Earth.

A Fazenda Planalto ocupa as chapadas localizadas a 850 m de altitude, nas proximidades dos divisores de águas dos rios Jauru (afluente do Rio Taquari - Bacia do Rio Paraguai) e Sucuriú (afluente do Rio Paraná). Nesta região ou nas suas proximidades estão as principais nascentes que formam cursos d’água e compõem as grandes bacias dos rios Paraguai, Paraná e Araguaia.

As terras da Fazenda Planalto apresentam relevo plano a suave ondulado e margeiam o “cânion” do Engano (Figura 2), depressão geológica associada à Bacia do Alto Rio Taquari. A área está inserida no sudoeste dos Cerrados,

bioma de ocorrência típica nos chapadões do Brasil Central, com altitudes que oscilam entre 500 e 1.600 metros acima do nível do mar.



Figura 2. O “canion” do Engano que margeia as terras da Fazenda Planalto.

Fonte: Google Earth.

A sede da Fazenda Planalto está a 15 km da borda do Parque Nacional das Emas, área em que são preservadas vegetação e paisagens típicas do bioma Cerrado, como o *cerrado strictu sensu* (caracterizada por estrato arbóreo/arbustivo - árvores esparsas e retorcidas de altura média variando entre sete e dez metros - e por extrato herbáceo/gramíneo) e os *campos cerrados* (extrato herbáceo/gramíneo associado a eventuais arbustos esparsos com cerca de um a dois metros de altura).

A cobertura vegetal original da Fazenda Planalto inclui, também, ocorrências de *cerradão* (cuja composição da flora assemelha-se à do *cerrado strictu sensu*, sendo mais adensada e de maior porte, com árvores atingindo mais de dez metros de altura), *cerrado strictu sensu*, *campos cerrados* e *matas de galerias*, que margeiam os cursos d'água e têm diversificada composição e altura de dossel.

Na Figura 3 tem-se uma vista mais detalhada da sede da Fazenda Planalto, tendo-se ao fundo as áreas de produção; no centro, os prédios de escritório, barracões e a algodoeira, cercados por uma aleia de eucaliptos (*Eucaliptus* sp.). Mais à frente da foto vê-se parte da área experimental, onde são comparadas, principalmente, técnicas em manejo e fertilidade do solo e avaliadas cultivares de diferentes espécies de plantas. Esses trabalhos têm sido desenvolvidos com a participação e ou supervisão de instituições de pesquisa e de ensino, de vários Estados do Brasil, citando-se, entre elas, a Embrapa, a UFRGS e a Fundação MT.

Foto: arquivo da SLC Agrícola.



Figura 3. Sede e áreas de produção e experimental da Fazenda Planalto.

O clima na região é o Aw (Köppen), com médias pluviométricas anuais de 1.600 a 1.900 mm, temperaturas médias anuais máximas de 28 °C e mínimas de 17 °C, com duas estações: a chuvosa e a seca, podendo esta última durar de dois a quatro meses (ocorrência típica do Cerrado).

Na Fazenda Planalto predomina o Latossolo Vermelho Distrófico textura muito argilosa (67% de argila). Esses solos são altamente intemperizados, caoliníticos, profundos, contendo baixos teores de fósforo e altos teores de alumínio. Sua exploração com atividades agrícolas iniciou-se na década de 1950 e foi intensificada a partir de 1970.

Os resultados de análise de atributos químicos de amostras da camada 0-20 cm deste solo, que estão na Tabela 1, são provenientes da gleba experimental que será usada como base deste estudo e representam a situação imediatamente anterior ao início dos experimentos. Amostras compostas do solo foram coletadas com trado tipo calador e enviadas para laboratório, sendo submetidas à determinação de pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), e boro (B). Também foram determinados a saturação por bases (V%) e o teor de argila.

Apesar de as áreas estarem sendo intensamente cultivadas há 15 anos, tais dados sugerem que, de modo geral, a fertilidade do solo ainda estava aquém do que é tecnicamente recomendado para essa condição ambiental.

Considerando a cultura mais exigente do sistema, o algodoeiro, verifica-se que o S encontrava-se classificado como baixo a muito baixo; o Ca estava na condição de teor médio; a relação cálcio:magnésio (Ca:Mg) estava em torno de 3:1; K estava classificado como baixo e todos os micronutrientes estavam com teores relativamente baixos. No entanto, os teores de P estavam muito altos e os de Mg, altos.

As decisões tomadas a partir de então, com base em recomendações oficiais e em observações experimentais locais realizadas por iniciativa da própria Fazenda Planalto, foram: elevar a V% para cerca de 60% por meio de calagem; aplicar gesso agrícola visando repor, principalmente, o S; proporcionar condições para aprofundar o Ca no perfil do solo e fazer adubação corretiva com potássio.

Tabela 1. Médias de atributos químicos obtidos em amostra da camadas 0 cm-20 cm do Latossolo Vermelho Distrófico argiloso da gleba (“PQ11”) da Fazenda Planalto, Costa Rica, MS, em 1998.

Atributos ⁽¹⁾	Valores
pH H ₂ O	5,5
Ca, cmol _c dm ⁻³	2,8
Mg, cmol _c dm ⁻³	0,9
V, %	43,5
P, mg dm ⁻³	13,0
K, mg dm ⁻³	50,8
S, mg dm ⁻³	4,2
Mn, mg dm ⁻³	7,1
Zn, mg dm ⁻³	5,0
B, mg dm ⁻³	0,3
Cu, mg dm ⁻³	0,8
Argila %	67,0

⁽¹⁾O pH foi determinado por potenciometria; P, K, Cu, Mn e Zn foram extraídos com solução Mehlich I; o S com Ca(H₂PO₄).H₂O 0,01 M; Ca, Mg e Al com KCl (1:10) e o B foi extraído com água quente. P e B foram determinados por colorimetria, K por fotometria de chama, S por turbidimetria, Al por titulometria e, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica. A saturação por bases (V%) foi calculada e a argila (%) foi determinada por densitometria.

3. Estrutura da Fazenda Planalto

Para a execução das atividades referentes à condução do sistema de produção integrado envolvendo as culturas algodão-(pousio)-soja-(nabo)-milho-(nabo/milheto) na gleba São João B, de 389 ha, a Fazenda Planalto necessitaria de:

a) Máquinas e equipamentos

- um trator 110 CV;
- uma semeadora de 12 linhas, com elementos para semear algodão, soja, milho, nabo forrageiro e milheto (modelo JD 916 ou similar);
- um pulverizador de 21 m de barra (modelo Uniport 2000 ou similar) com elementos para aplicação em jato dirigido;
- uma colheitadora de algodão de seis linhas (tipo: JD 9976);
- um Bass Boy (reboque especial tipo basculante, com chassi dotado de rodagem dupla e cesto confeccionado em tela e chapa metálica. Recebe da colheitadora em torno de 200 @ de algodão, transporta e abastece a prensa compactadora, tracionado por trator de 80 CV);
- uma prensa compactadora (caixão metálico reforçado, sem fundo, montado sobre pneus; associado a pistão com macieira, para compactar a massa de algodão. Acionado hidráulicamente através da tomada de força do trator (80 CV), gera o chamado “fardão” com peso médio de 10 t e densidade de até 200 kg/m³);
- uma colheitadora para soja, milho, nabo e milheto (modelo JD STS 9750 ou similar)
- uma plataforma para colheita de milho para 45 cm entre linhas;
- um caminhão distribuidor a lanço de sementes ou outros insumos (corretivos e fertilizantes) que seria terceirizado;
- um distribuidor de insumos modelo 'Amazone' ou similar; e
- um utilitário (caminhonete) para transporte interno de insumos;

b) Recursos humanos

- um tratorista;
- um motorista;
- um auxiliar (mão de obra);
- um auxiliar ou mão de obra sazonal (conforme a necessidade, exemplo: colheita de algodão).

No entanto, a Fazenda Planalto cultiva um total de 15 mil ha, aproximadamente, e, com isto, tem uma estrutura física bem maior do que a relacionada para as necessidades da Gleba S. João B.

Possui cinco semeadoras de 24 linhas e nove de 12 linhas; sete pulverizadores, sendo quatro de 21 m de barra (modelo: Uniport 2000), um de 24 m de barra (modelo: Uniport 3000) e dois de 27 m de barra (modelo: JD 4710); oito colheitadoras de algodão, sendo duas do modelo JD 9986 e seis do modelo JD 9976; nove colheitadoras para soja, milho e outras culturas, sendo cinco do modelo JD STS 9750, duas do modelo JD STS 9650 e duas do modelo JD 1, e quatro plataformas para colheita de milho no espaçamento de 45 cm entre linhas.

Para transporte interno de insumos (adubos, sementes, etc.) a Fazenda Planalto tem duas caminhonetes, sendo que para cargas mais pesadas terceiriza mais dois caminhões. Para distribuição de insumos a lanço há quatro adubadoras marca Jan, Modelo Lancer Semea 5.000. São terceirizados dois caminhões distribuidores de calcário.

A aplicação de insumos, por via aérea, é feita por terceiros e, para isto, a Fazenda Planalto disponibiliza seu campo de pouso. O armazenamento de insumos é realizado em barracões próximos à Sede. Em dois deles, de 1.200 m²/barracão, estão a misturadora de adubos com cinco compartimentos de 760 m²/compartimento e, também, são armazenados os fertilizantes; em um de 1.125 m² ficam os defensivos químicos e o tratamento e armazenamento de sementes. Lonas para algodão e diversos outros materiais estão em barracão de 1.000 m². Há um escritório central e um escritório técnico e de apoio, uma oficina para máquinas e equipamentos, um restaurante, uma beneficiadora de algodão, um galpão para máquinas e equipamentos, estruturas para pesagem e controle, casas para funcionários e alojamento para visitantes.

Entre os funcionários fixos há 2 agrônomos (o Gerente Geral e o Coordenador de Produção), 5 técnicos agrícolas (4 Coordenadores de Lavoura e 1 Coordenador de Pesquisa), 1 engenheiro agrícola (Coordenador de Manutenção de Máquinas), 3 motoristas (caminhão e caminhonete), 14 tratoristas, 2 operários de campo, 5 auxiliares de escritório, 5 funcionários que trabalham na algodoeira e 30 outros que auxiliam em operações diversas, como pulverização, jato dirigido no algodão e adubações a lanço. Além disso, a Fazenda Planalto contrata operários temporários conhecidos por “safristas”.

Todos os funcionários, operários e auxiliares eventuais, antes de iniciarem ou exercerem qualquer atividade, recebem treinamento interno sobre os valores da empresa, por meio dos coordenadores administrativos, e sobre as técnicas que deverão usar, mediante os coordenadores de lavoura e de mecanização.

4. Caracterização do Sistema de Produção

Na Fazenda Planalto, atualmente, são cultivados 15 mil ha em plantio direto, adotando-se vários sistemas de produção de grãos e de fibra. A pastagem ocupa cerca de 10 ha, onde 30 bovinos de corte são criados para consumo próprio.

Neste trabalho descreve-se o sistema integrado envolvendo algodão - soja/nabo - milho/nabo/milheto - algodão, aplicado desde 1998, em gleba experimental de cinco ha, localizada em área adjacente à Sede, de onde dados específicos de solo e de planta foram sistematicamente registrados.

Em escala de produção, este sistema tem sido conduzido em diferentes glebas da Fazenda Planalto, mas, para efeito deste trabalho, foram considerados os dados da Fazenda S. João B, de 389 ha. Nessa área, localizada a 20 km da Sede, é conduzido o mesmo sistema de produção da área experimental, sob as mesmas condições de solo e clima, desde 2002. Escolheu-se essa gleba pelo fato de que sua extensão aproxima-se de 400 ha, área considerada por alguns autores como sendo o tamanho economicamente sustentável para desenvolvimento de agricultura intensiva, nas condições da região Central do Brasil.

O sistema de produção aqui denominado de “Sistema Santanna” caracteriza-se pelo cultivo, numa mesma época do ano (primavera-verão), de três culturas comerciais, as quais são seguidas por culturas que visam cobrir o solo com plantas vivas e com resíduos culturais e plantas mortas (palha), controlar plantas espontâneas e, devido à reciclagem, promover outros efeitos benéficos às culturas principais.

4.1. Culturas de primavera-verão

No período de primavera-verão foram cultivados o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), a soja (*Glycine max* (L.) Merr.) e o milho (*Zea mays* L.). As condições locais de solo e de clima são favoráveis ao desenvolvimento dessas culturas e a produção gerada pode ser vendida e/ou consumida na região. Os procedimentos técnicos utilizados foram baseados em recomendações oficiais descritas para cada uma dessas culturas e para a região do Brasil Central (ALGODÃO..., 2001; MILHO..., 1997; TECNOLOGIAS..., 2006).

As proporções entre as áreas das culturas de algodão, soja e milho podiam ser modificadas em função de aspectos de mercado, de clima ou de outro fator eventual. Em 2005, na Fazenda Planalto, essas culturas ocupavam áreas aproximadas de 45% para o algodão, 30% para a soja e 25% para o milho. Para efeito deste trabalho foram consideradas proporções semelhantes, ou seja, 33% para cada cultura, tendo em vista que foram utilizados dados da área experimental, onde as parcelas tinham a mesma área.

4.2. Culturas de entressafra

Entre as safras de primavera-verão foram cultivados o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.), no outono-inverno, e o milheto (*Pennisetum glaucum* L.), no início das chuvas (primavera).

Nabo forrageiro - Essa cultura tem crescimento inicial rápido, cobrindo a superfície do solo entre 50 e 60 dias após a semeadura, com elevado efeito supressor sobre plantas espontâneas, especialmente as de folhas largas. A fitomassa tem decomposição biológica bastante fácil e rápida devido à baixa

relação C:N (em torno de 12:1, conforme CALEGARI, 1989). Com isso promove imediata disponibilização de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) às culturas subsequentes, caracterizando-se como uma espécie de elevada capacidade de reciclagem. Os efeitos das raízes sobre as condições físicas do solo são altamente relevantes, especialmente sobre a descompactação, tornando o solo mais permeável e solto.

A semeadura da cultivar AL 1000 foi com semeadora específica para plantio direto, sem adubação, na fase final do período chuvoso (mês de março). Em uma das glebas o nabo foi semeado imediatamente após a soja e antes do cultivo do milho e, em outra gleba, foi semeado após o milho e antecedeu à sequência milheto-algodão. O cultivo do nabo cobria 66% da área total do sistema de produção.

Embora os grãos dessa cultivar pudessem ser comercializados para produção de óleo (biodiesel), na Fazenda Planalto, apenas uma pequena parte da área cultivada era submetida à colheita (entre agosto e setembro). Essa operação visava recompor o estoque de grãos que seria usado, internamente, como “sementes” nos cultivos subsequentes dessa cultura. A produtividade de grãos de nabo foi, em média, de 800 kg/ha.

A área cultivada e não submetida à colheita era deixada para adubação verde (a planta mantida em pleno desenvolvimento no campo) e cobertura do solo. A manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo promove, entre outros efeitos benéficos, a dissipação da energia de impacto das gotas de chuva, diminuindo as perdas de solo, água e de nutrientes por erosão hídrica, especialmente. As plantas remanescentes e os resíduos da colheita (palhada) cobriam e protegiam o solo por, ainda, mais ou menos 20 dias, quando, em uma das glebas, semeava-se o milho e, na outra gleba, o milheto.

A produção de biomassa da parte aérea do nabo, na Fazenda Planalto, variou em torno de 4 t/ha. Com base em dados obtidos em outras regiões por Calegari et al. (1992), estima-se que essa biomassa disponibilizaria, quase imediatamente, para a cultura subsequente, em kg/ha, 118,4 de N; 7,6 de P; 156,0 de K; 86,0 de Ca; 38,0 de Mg; 0,2 de Cu; 0,03 de Zn e 0,34 de Mn.

Devido à ocorrência de algumas plantas espontâneas que vegetam, normalmente, na fase final de maturação do nabo, apenas na gleba onde seria semeado o milho era feita uma dessecação em área total com herbicidas (operação detalhada posteriormente).

Milheto - Cultivado depois do nabo forrageiro, em cerca de 33% da área total do sistema de produção, o milheto foi semeado com as primeiras chuvas (em setembro), antecedendo ao cultivo do algodão. A cultivar BN-2 foi implantada com semeadora própria para plantio direto, sem adubação. Essa gramínea proporciona rápido desenvolvimento inicial e excelente capacidade de cobrir o terreno, pois aos 60 dias após a emergência a cobertura era de 70% da superfície do solo.

A semeadura a lanço, por avião ou por equipamentos distribuidores terrestres, também pode ser realizada mas, por não ser operação rotineira na Fazenda Planalto, não foi aqui considerada.

A produção de fitomassa do milheto na Fazenda Planalto foi, em média, cerca de 8 t/ha (aos 60 dias após a emergência). Com relação C:N próxima de 40:1, o milheto apresenta decomposição de resíduos (palhada) e disponibilização de nutrientes para as culturas subsequentes relativamente mais lenta do que o nabo forrageiro.

Com base nessa produção de fitomassa e em dados de Cazetta et al. (2005), obtidos na região de Jaboticabal, SP, estima-se que o milheto disponibilizaria, a cada safra, cerca de 21; 24; 114; 47; 28 e 13 kg/ha, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S. Por causa da rapidez de cobertura, o milheto promove boa proteção do solo contra a erosão hídrica e elevada supressão de plantas espontâneas. Com base em dados obtidos ao nível de Município (IBGE, 2006), o algodoeiro, cultivado em seguida ao manejo químico da cobertura de milheto, tem apresentado produtividade em torno de 280@/ha (em caroço).

4.3. Espacializando o sistema

Em seguida serão apresentadas a distribuição ou o posicionamento das culturas nas glebas e o processo de rotação (no espaço e no tempo) utilizado na Fazenda Planalto, entre 1998 e 2005 (Figura 4).

A cada safra de verão, cultivaram-se algodão, soja e milho, sendo que cada cultura ocupava 33% da área total. No outono-inverno, o nabo forrageiro era cultivado em 66% da área total (33% após a soja e 33% após o milho) e, na primavera, o milheto era cultivado em 33% da área total, antes do algodoeiro. Entre a colheita do algodoeiro e a subsequente semeadura de soja, por cerca

de 50 dias (entre os meses de setembro e outubro), não se fez nenhum cultivo, pois nesse período foi realizada a destruição físico-química da soqueira de algodão.

A área de produção foi subdividida em três glebas de tamanho semelhante (Figura 4). No Ano I, na gleba A (localizada no canto esquerdo superior da figura) foram cultivados o nabo (semeado em março/abril) seguido pelo milho (semeado em setembro) e pelo algodoeiro cultivado no verão. Na gleba B (situada na faixa diagonal central à área), antes da soja cultivou-se (apenas no primeiro ano do processo de implantação do sistema, pois nos anos seguintes, nesse período, dar-se-iam os tratos culturais, a colheita e o controle da rebrota do algodoeiro) o milho (semeado em março). Na gleba C (que na figura ocupa o canto inferior direito, ou a sudeste da área), no outono, cultivou-se o nabo e, no verão, o milho.

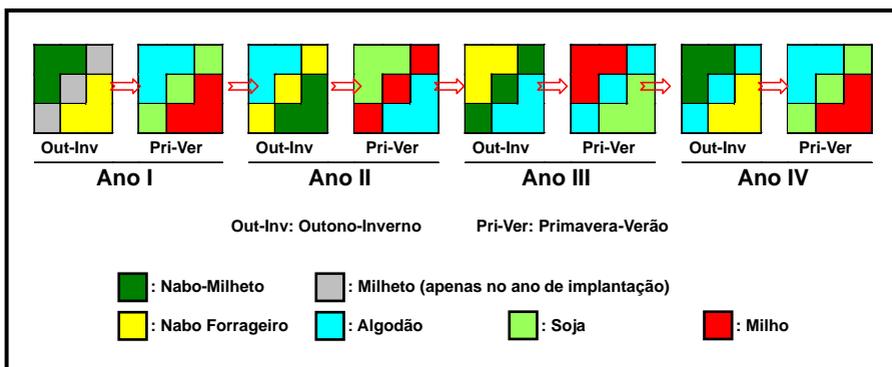


Figura 4. Distribuição das diferentes espécies no espaço (Glebas: A - canto esquerdo superior, B - faixa central e C - canto inferior direito) e no tempo (anos: I, II, III e IV). O milho foi cultivado na Gleba B, apenas no outono do primeiro ano.

No Ano II, as espécies foram submetidas à rotação. Na gleba A, no outono-inverno, o cultivo do algodoeiro ainda estava em andamento, sendo que após a colheita, feita no inverno, ocorreu o manejo da rebrota da soqueira e, posteriormente, a semeadura da soja. Na gleba B, após a colheita da soja foi cultivado o nabo (no outono), seguido pelo milho (semeado na primavera). Na gleba C, após o milho seguiram-se o nabo (outono), o milho (primavera) e, no verão subsequente, o algodoeiro.

No Ano III deu-se continuidade à rotação das culturas, completando-se o ciclo do sistema. Desta forma, no Ano IV iniciou-se novo ciclo de rotação e, em termos espaciais, deu-se a repetição do Ano I, ou seja, na gleba A, após a colheita do milho, foi cultivado o nabo (no outono) seguido pelo milheto (na primavera) e o algodoeiro (no verão). Na gleba B a cultura da soja sucedeu à do algodoeiro e, na gleba C, após a colheita da soja foi cultivada a sequência nabo-milho.

5. Fase de Implantação

Serão descritas as ações realizadas ao longo do processo de desenvolvimento de todo o sistema integrado a partir da implantação.

5.1. Correção da fertilidade do solo

Deve-se considerar que as terras onde este sistema de produção foi implantado já vinham sendo cultivadas há 19 anos, tendo, portanto, recebido correções e adubações químicas ao longo desse tempo.

Calagem - Amostras compostas da camada 0 cm-20 cm do solo foram obtidas e com base nos resultados de sua análise química determinou-se a quantidade de calcário. O método usado para calcular a quantidade de calcário foi o da elevação da saturação de bases do solo (camada 0-20 cm) a 60%, adotado em função de resultados de pesquisa obtidos na própria fazenda. A calagem inicial foi realizada em 5 de outubro de 1998 (Tabela 2).

O calcário foi o dolomítico, cuja análise apontou 30% de CaO + 10% de MgO, com PRNT de 85%. A quantidade de calcário aplicado foi de 2,5 t/ha. A distribuição do corretivo foi a lanço através de caminhão distribuidor (terceirizado), cujo rendimento de trabalho foi de 0,45 hm/ha. O transporte interno deste insumo foi com o mesmo caminhão e exigiu 0,084 hm/ha. A incorporação do corretivo foi com uma gradagem pesada (16 discos de 30 polegadas e a profundidade de trabalho foi de 15 cm a 20 cm) e uma gradagem média (24 discos de 26 polegadas, na profundidade de trabalho de a 15 cm). As grades foram tracionadas por um trator de 100 CV e o rendimento da incorporação do calcário foi de 0,60 hm/ha.

Calagens posteriores foram realizadas nos anos de 2000 e 2003, sempre entre os meses de setembro e outubro e antes do cultivo do algodoeiro, distribuindo-se, respectivamente, 0,8 t/ha e 0,7 t/ha de calcário dolomítico, cujas características físico-químicas estão na Tabela 2. Essas novas aplicações foram a lanço com o caminhão distribuidor e não houve incorporação.

Tabela 2. Composição, épocas e doses de calcário aplicadas nas parcelas, visando elevação da saturação de bases para 60%. Fazenda Planalto, Costa Rica, MS.

Época de Aplicação	Calcário			Dose
	PRNT	CaO	MgO	
	%			kg/ha
5/10/1998	84,8	30,7	9,6	2.500
6/9/2000	85,0	31,6	17,3	800
5/9/2003	85,0	31,6	17,3	700

Outras correções químicas do solo - A empresa adquiriu a fazenda em 1985. As glebas já vinham sendo cultivadas há 19 anos principalmente com a cultura da soja e milho, tendo recebido adubações anuais com macro e micronutrientes. A adubação normalmente utilizada na soja foi de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 80 kg ha⁻¹ de K₂O e, na cultura do milho foi de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 110 kg ha⁻¹ de K₂O, além de 90-110 kg/ha de N.

5.2. Correção das condições físicas do solo

As condições de estrutura e de infiltração do solo nas glebas foram verificadas, no campo, através da abertura de pequenas trincheiras, constatando-se adensamentos entre 10cm a 15 cm de profundidade. A correção desse adensamento foi realizada por meio da gradagem pesada (aradora) aplicada, entre 15 cm e 20 cm de profundidade, quando da incorporação do calcário.

5.3. Outras adequações

O terraceamento de base larga tipo Mangun é prática comum na Fazenda Planalto. A área experimental, porém, situa-se em terreno praticamente plano (0%-3% de declividade). Na implantação do sistema integrado de produção algodão-soja-milho reavaliaram-se e melhoram-se os carregadores que foram cobertos com vegetação de grama Batatais (*Paspalum notatum*).

Entre outras práticas conservacionistas, algumas das mais importantes são a sucessão (algodão, soja, milho, girassol, sorgo, milheto, nabo, várias espécies de leguminosas) e a rotação de culturas. Na Fazenda Planalto essas técnicas são utilizadas em grande parte da área cultivada, visando não apenas aspectos ambientais, como a cobertura do solo com plantas em desenvolvimento e a formação de palhada, mas, principalmente, para atingir produtividade e lucros satisfatórios.

As estradas internas têm sido frequentemente submetidas à manutenção e readequação visando à trafegabilidade e a conservação.

Na Fazenda Planalto, 20% da área é preservada como Reserva Legal, totalizando 3.498 ha com cerradão e campos cerrados e 534 ha de mata ciliar. Áreas de proteção ambiental são mantidas, citando-se as referentes às furnas do Córrego do Engano (Bacia do Rio Taquari), que têm algumas de suas nascentes em áreas a oeste da propriedade. Da mesma forma, nas áreas ao sul da Fazenda Planalto tem-se nascentes de córregos afluentes do Rio Sucuriú, onde a vegetação original também é preservada.

6. Fase de Condução

A área de cerca de 389 ha foi subdividida em três glebas (Figura 4). As operações, ações ou atividades realizadas ao longo do ano em cada uma das três glebas serão descritas a seguir. A descrição das fases do sistema foi tão minuciosa quanto possível, como aconteceram no tempo. Após as correções físico-químicas, a área experimental foi cultivada com soja e milho.

6.1. Manejo cultural entre a colheita da espécie de verão e a destruição da soqueira de algodoeiro subsequente

Entre a colheita da cultura de verão (milho) e a destruição da soqueira do algodão cultivado no período subsequente, ao longo de 12 meses, as atividades fundamentais foram: a) dessecação da cobertura vegetal do solo para a semeadura do nabo forrageiro; b) cultivo do nabo forrageiro; c) cultivo do milheto; d) dessecação da cobertura do solo para semeadura do algodoeiro; e) cultivo do algodoeiro - da semeadura à destruição da soqueira.

6.1.1. Dessecação da cobertura vegetal do solo para a semeadura de nabo forrageiro

Após a colheita da cultura de verão (milho), que ocorre normalmente no mês de março, fez-se a dessecação da cobertura vegetal (plantas espontâneas). Neste caso, aplicaram-se simultaneamente (a dose sempre será referida ao ingrediente ativo do produto fitossanitário): glifosato (960 g/ha) + flumioxazin (15 g/ha) + óleo mineral (0,4 L/ha). O pulverizador utilizado foi o JD 4710. O volume de aplicação foi de 100 L/ha, os bicos foram do tipo leque (comum XR 110-05) e a pressão foi de 300 Bar.

A velocidade de aplicação foi, em média, de 15 km/ha a 26 km/h; com rendimento médio de 6,42 ha/m de barra por dia trabalhado. O transporte interno dos insumos (herbicida + inseticida + óleo) teve rendimento médio de 0,084 hora máquina por hectare (hm/ha) e a aplicação apresentou rendimento médio de 0,04 hm/ha

6.1.2. Cultivo do nabo forrageiro

O nabo foi cultivado todos os anos, simultaneamente, nas glebas onde se acabou de colher o milho e na gleba onde se cultivou a soja. A descrição a seguir considera o cultivo realizado após o milho (Gleba A).

No mês de março, entre 10 e 15 dias após a dessecação da cobertura vegetal (descrita anteriormente), semeou-se o nabo, cultivar "AL 1000", cujas sementes apresentaram germinação que variou entre 60% a 80%. O espaçamento entre linhas foi de 45,5 cm e a densidade de semeadura foi de 51 sementes por metro de linha. Considerando que o peso de 1.000 sementes

(PMS) é cerca de 9 g, a quantidade de sementes foi em torno de 12 kg/ha. A semeadora foi a SLC JD 916, tracionada por trator de 110 CV. O transporte interno da semente foi com caminhonete e exigiu 0,084 hm/ha. A semeadura apresentou rendimento de 0,40 hm/ha. A mão de obra utilizada nessa operação foi de 0,05 dia homem por hectare (dh/ha).

Após a semeadura não se fez nenhuma ação de manejo, exceção feita à colheita. No entanto, na região, principalmente nos meses de julho e agosto, a umidade relativa do ar é bastante baixa (entre 10% e 20%) e a precipitação pluvial é praticamente nula. Com isso, para proteger as áreas cobertas com culturas vegetais vivas e ou mortas contra acidentes com fogo foram feitos os “aceiros”.

Aceiros são faixas de proteção contra o fogo, implantadas, em maio, no entorno das áreas onde o trânsito de pessoas, de veículos ou máquinas é mais frequente. Para isso, numa faixa de 5m a 6 m de largura, nas bordas dessas áreas, o solo foi revolvido e os resíduos incorporados a até 15 cm de profundidade, por meio de grade de discos (24 discos de 26 polegadas).

A colheita foi realizada apenas em área suficiente para a produção de grãos a serem usados como “sementes” na semeadura, no ano seguinte, pela própria Fazenda Planalto. Foi realizada, em agosto, com a colheitadora JD STS 9750 (a mesma utilizada para colheita de soja e de milho); sendo que a produtividade média de grãos foi de 800 kg/ha e a produção de palhada ficou em torno de 4 t/ha. Essa operação precisou de 0,047 dh/ha como mão de obra auxiliar e o rendimento foi de 0,53 hm/ha. Os grãos foram armazenados a granel e, no ano seguinte, utilizados como sementes.

6.1.3. Cultivo do milheto

Em setembro, onde se cultivou o nabo e, posteriormente, viria a ser cultivado o algodão, fez-se a semeadura do milheto. Não houve nenhum manejo cultural antes da semeadura do milheto, nesse caso. A cultivar usada foi a BN 2, o espaçamento foi de 45,5 cm entre linhas e a densidade foi de 10 milhões de plantas/ha. As sementes tinham, em geral, 80% de germinação e, considerando 8 g por mil sementes, a dose foi de 10 kg/ha de sementes.

A semeadura com a máquina SLC JD 916, tracionada por trator de 140 CV, foi realizada diretamente sobre as plantas de nabo ainda “em pé”. O rendimento

foi de 0,4 hm/ha. A mão de obra necessária foi de 0,05 dh/ha e o transporte interno da semente exigiu 0,084 hm/ha.

Para controle de plantas espontâneas de folhas largas aplicou-se o 2,4-D (em torno de 950 g/ha), quando o milheto estava com 15 cm a 20 cm de altura. Nenhuma outra atividade foi realizada durante o cultivo do milheto.

Aos 60 dias após a emergência do milheto a produção de fitomassa seca foi, em média, de aproximadamente 8 t/ha. A colheita foi feita em pequena área (300 ha), sendo os grãos produzidos usados como “sementes”, na semeadura seguinte. Para essa operação usou-se a mesma máquina usada para a soja (JD STS 9750) que, neste caso, apresentou rendimento de 0,50 hm/ha, sendo necessários 0,047 dh/ha para a mão-de-obra auxiliar. A produção média obtida de “sementes” foi de cerca de 800 kg/ha.

6.1.4. Dessecação da cobertura vegetal para a semeadura do algodoeiro

A dessecação da parte aérea do milheto e também de plantas espontâneas foi realizada em novembro (cerca de 15 a 20 dias antes da semeadura do algodoeiro) com os herbicidas glifosato (1.440 g/ha) + 2,4 D (806 g/ha) + clorpirifós (430 g/ha) + óleo mineral (0,4 L/ha). O inseticida clorpirifós foi aplicado quando ocorreu lagartas (curuquerê) e, especialmente, gafanhotos. Esses produtos foram pulverizados simultaneamente (pulverizador JD 4710), sendo que o rendimento dessa operação foi de 0,04 hm/ha. Para essa aplicação foi necessária mão de obra auxiliar correspondente a 0,035 dh/ha.

6.1.5. Cultivo do algodoeiro

Na gleba onde previamente se cultivou a sequência nabo - milheto foi conduzida a cultura do algodoeiro. As recomendações de insumos e técnicas de manejo utilizadas nesta cultura foram as preconizadas pelos órgãos oficiais tais como a Embrapa (ALGODÃO ..., 2001). Serão detalhadas as ações específicas realizadas nas condições de estudo.

Monitoramento e controle do bicudo (*Anthonomus grandis*)

O monitoramento e controle do bicudo foram realizados por meio de armadilhas (tubos Mata Bicudo) instaladas aos 60 dias antes do plantio do algodoeiro (imediatamente após a colheita do nabo). Os procedimentos de coleta ou monitoramento e controle dessa praga foram realizados ao longo do tempo, ininterruptamente, até que a destruição total dos restos culturais do algodoeiro e das plantas “guaxas” tivessem sido concluídos (normalmente final de agosto).

As armadilhas foram instaladas a cada 150 m de distância, na bordadura da lavoura, a 5 m do limite externo da gleba. Duas pessoas instalaram a extensão de 34 km/dia de armadilhas. Para isso, foram utilizados um veículo utilitário (o custo desse veículo nessa operação foi de R\$0,60/km rodado) e um GPS de navegação para definir a localização de cada armadilha.

Duas pastilhas foram colocadas em cada armadilha; uma de feromônio (“grandlure”) e outra de inseticida. A cada três dias fez-se a leitura e anotou-se o número de bicudos capturados; a cada duas semanas trocou-se a pastilha de feromônio e, a cada quatro semanas, ambas as pastilhas foram renovadas.

Semeadura

Após a dessecação da parte aérea do milho iniciou-se o manejo para o cultivo do algodoeiro. Esta cultura foi semeada, em geral, na segunda quinzena de dezembro. A cultivar foi a Delta Opal, no espaçamento de 91 cm entre linhas.

O tratamento das sementes constou de fungicidas e inseticidas aplicados numa mesma operação. Os fungicidas foram: tolifluanida (16,8 g/ha ou 300 g do produto comercial/100 kg de sementes) + pencicuirom (4,9 g/ha ou 150 g do produto comercial/100 kg de sementes) + triadimenol (3,9 g/ha ou 200 g do produto comercial/100 kg de sementes). Os inseticidas foram: tiametoxam (2,7 g/ha ou 300 g do produto comercial/100 kg de sementes) + dietolato (protetor contra fitotoxidez do herbicida clomazone) na dose de 108 g de pc (produto comercial)/ha. A aplicação desses agroquímicos às sementes foi realizada com equipamentos específicos para o tratamento de sementes e exigiu 0,009 dh/ha.

A quantidade de sementes foi de 11 kg/ha, a semeadora-adubadora usada foi a JD 916, de seis linhas, que necessitou de 0,40 hm/ha para essa operação. O estande (número de plantas por unidade de área) obtido foi de 110 mil plantas/ha. Para a semeadura, o transporte de adubo e de sementes, do armazém até o campo, foi feito com um caminhão e exigiu 0,084 hm/ha. A necessidade de mão de obra auxiliar para essa operação foi de 0,05 dh/ha.

A adubação foi na linha de semeadura (de base) e em cobertura.

A aplicação do adubo feita na linha de semeadura foi por meio de fórmulas e, na safra 2000/2001, continha, em kg/ha: 21,6 de N + 120,4 de P_2O_5 + 121,0 de K_2O + 26,8 de Ca + 61,8 de S + 2,2 de Zn + 3,4 de B + 1,8 de Cu + 3,7 de Mn. Na safra 2003/2004 foi aplicado na linha, em kg/ha: 22,0 de N + 127,8 de P_2O_5 + 122,7 de K_2O + 63,1 de S + 1,8 de Zn + 3,7 de B + 1,4 de Cu + 3,1 de Mn. No caso, 35% do potássio foi aplicado na linha e o restante em cobertura.

Adubação em cobertura

A adubação em cobertura constou de três aplicações a lanço, sem incorporação.

A primeira foi realizada entre dois dias antes da semeadura a até dois dias depois. Neste caso, aplicaram-se 200 kg/ha de cloreto de potássio (KCl), ou seja, 120 kg/ha de K_2O , usando-se o distribuidor modelo Amazone. Este equipamento espalhou o produto em faixa de 20m-30 m de largura e teve rendimento médio de 0,10 hm/ha. Para o transporte interno do adubo utilizou-se caminhonete com rendimento médio de 0,084 hm/ha. Como mão de obra auxiliar foi necessário 0,024 dh/ha.

A segunda adubação de cobertura foi realizada aos 20 dias após a emergência (DAE). Utilizando o referido distribuidor foram aplicados 220 kg/ha de sulfato de amônio (44 kg/ha de N e 52,8 kg/ha de S), sendo que o transporte interno do adubo e a necessidade de mão de obra auxiliar foram semelhantes aos da aplicação anterior.

A terceira aplicação de adubo a lanço foi aos 45 DAE. Constou da distribuição, com o equipamento já referido, de 180 kg/ha de ureia (81 kg/ha de N). O transporte interno do adubo e a necessidade de mão de obra auxiliar foram semelhantes aos da primeira aplicação a lanço.

A adubação em cobertura em cada safra apresentou pequenas variações em função da exportação (produtividade) das culturas, mas nas safras referidas as doses foram qualitativa e quantitativamente semelhantes.

Controle químico de plantas espontâneas

O controle de plantas espontâneas foi realizado nas fases de semeadura e em pós-emergência, ao longo do desenvolvimento da cultura.

Controle químico em pré-emergência

Imediatamente ou em até 24 horas após a semeadura do algodoeiro foram aplicados herbicidas pré-emergentes associados a dessecantes (pós-emergentes em relação às plantas a serem controladas), numa operação denominada, regionalmente, de "Plante e Aplique". Nesta fase foram aplicados clomazone (60 g/ha) + diuron (1.000 g/ha) + paraquat (240 g/ha). A aplicação simultânea foi realizada com uma máquina JD 4710, que apresentou rendimento de 0,15 hm/ha. Para essa operação foram necessários o transporte dos produtos e a mão de obra auxiliar, cujos rendimentos respectivos foram de 0,084 hm/ha e 0,035 dh/ha.

Aos 45 dias após a emergência do algodoeiro (DAE) foram aplicados simultaneamente os herbicidas carfentrazone (16 g/ha) + diuron (840 g/ha). Esses herbicidas visam o controle de plantas espontâneas em pré-emergência. Essa aplicação foi realizada nas entrelinhas do algodoeiro, numa faixa correspondente a 5,4 m de largura, por um equipamento pulverizador de jato dirigido de pingente ou de campânula, o qual é acoplado à barra de tração de um trator e tem rendimento de 0,15 hm/ha (a operacionalidade desse equipamento é de 407,63 ha/equipamento). Para essa operação fez-se necessário 0,084 hm/ha para o transporte interno (utilitário/caminhonete) e 0,022 dh/ha de mão de obra auxiliar.

Controle químico em pós-emergência

O controle de plantas espontâneas em pós-emergência iniciou-se aos dez dias após a emergência (DAE) do algodoeiro. Nesta época foram simultaneamente aplicados piritiobaque-sódico (35 g/ha) + trifloxyssulfurom sódico (22,5 g/ha) + nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol (40 g/ha) - espalhante adesivo. Para isso utilizou-se o equipamento de jato dirigido, tomando-se o

cuidado de retirar os bicos pulverizadores. A aplicação deu-se, neste caso, apenas sobre a linha do algodoeiro. O rendimento de aplicação foi de 0,04 hm/ha, o transporte interno dos herbicidas exigiu 0,084 hm/ha e a mão de obra auxiliar necessitou de 0,022 dh/ha.

Aos 25 DAE fez-se nova aplicação simultânea de trifloxysulfuron sódico (3 g/ha) + nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol (40 g/ha), utilizando o equipamento de jato dirigido, apenas nas entrelinhas do algodoeiro. Aos 30 DAE aplicaram-se haloxifope-p-metílico (60 g/ha) + óleo mineral, com o referido pulverizador e, também, nas entrelinhas da cultura. Em ambos os casos, o rendimento da aplicação foi de 0,04 hm/ha, o do transporte interno dos herbicidas foi de 0,084 hm/ha e a necessidade da mão de obra auxiliar foi de 0,035 dh/ha.

Controle químico de pragas

Para o controle fitossanitário (especialmente de pragas) do algodoeiro, o período de aplicação foi baseado em DAE, mas este período será entendido apenas como uma indicação, pois o DAE descrito pode variar de um a três dias. Da mesma forma, a definição dos produtos e das doses dependem do manejo integrado de pragas (MIP) adotado, da ocorrência e intensidade de infestação e das condições climáticas para a realização da aplicação.

Aos 10 DAE, em havendo incidência de mosca branca, aplicaram-se metamidofós (480 g/ha) + óleo de soja degomado (0,16 L/ha) + Solub'Oil (0,004 L/ha). Essa aplicação simultânea foi realizada apenas numa faixa de 36 m de largura ao longo da bordadura da lavoura. O rendimento dessa operação foi de 0,04 hm/ha, o do transporte interno de insumo teve rendimento de 0,084 hm/ha e, foi de 0,035 dh/ha a necessidade de mão de obra auxiliar.

Aos 15 DAE fez-se a primeira aplicação de paration metílico (600 g/ha), a qual foi repetida, a cada cinco dias, até a formação do primeiro botão floral do algodoeiro. Essa operação foi realizada na bordadura da lavoura, numa faixa de 40 m de largura, por meio de avião, terceirizado, em que os custos englobaram a aplicação, o transporte de insumos e a mão de obra. O rendimento dessa aplicação foi de 0,0028 hm/ha.

Nessa época (15 DAE) também foi realizada, em toda a extensão da área, a aplicação simultânea dos inseticidas endossulfam (525 g/ha) + carbossulfam (140 g/ha), utilizando o pulverizador JD 4710. Aos 30 DAE essa aplicação foi repetida com as mesmas doses, produtos e forma de aplicação. Aos 35 DAE o produto aplicado foi o endossulfam (700 g/ha). Aos 40 DAE aplicou-se novalurom (35 g/ha). Aos 45 DAE aplicou-se carbossulfam (140 g/ha). Aos 50 DAE aplicou-se profenofós (500 g/ha). Aos 55 DAE aplicou-se diafentiurom (250 g/ha).

Aos 60 DAE aplicaram-se novalurom (50 g/ha) + tiodicarbe (320 g/ha). Aos 70 DAE, metomil (258 g/ha) + lufenurom (17,5 g/ha) foram administrados. Aos 85 DAE fez-se nova aplicação de diafentiurom (250 g/ha). Aos 100 DAE aplicaram-se diafentiurom (250 g/ha) + zeta-cipermetrina (50 g/ha). Aos 110 DAE aplicou-se cloridrato de cartape (125 g/ha). Aos 130 DAE, beta-ciflutrina (12,5 g/ha) foi administrado. Aos 150 DAE aplicaram-se novamente endossulfam (525 g/ha) + carbossulfam (140 g/ha). Aos 160 DAE aplicou-se deltametrina (12 g/ha). Em cada uma dessas pulverizações (pulverizador JD 4710) o rendimento foi de 0,04 hm/ha, exigindo 0,084 hm/ha de transporte interno e teve necessidade de 0,035 dh/ha de mão de obra.

Para controle de formigas utilizou-se o formicida fipronil (0,0012 g/ha). Para essa operação um trator de pequeno porte tracionando uma carreta foi utilizados. O próprio tratorista fez a aplicação. O rendimento dessa aplicação foi de 0,053 hm/ha e a necessidade de mão de obra foi de 0,0067 dh/ha.

Controle químico de doenças

Aos 40 DAE foram aplicados, via pulverizador (JD 4710), os fungicidas azoxistrobina (50 g/ha) + óleo mineral - adjuvante (60,5 g/ha). Essa aplicação apresentou rendimento de 0,04 hm/ha, tendo necessidade de 0,084 hm/ha de transporte interno e de 0,035 dh/ha de mão de obra auxiliar. Aos 55 DAE aplicaram-se azoxistrobina (75 g/ha) + óleo mineral - adjuvante (60,5 g/ha). Aos 75 DAE aplicaram-se carbendazin (400 g/ha) + tebuconazol (100 g/ha) e aos 100 DAE aplicou-se apenas tebuconazol (100 g/ha). Em todas essas aplicações o rendimento da máquina foi de 0,04 hm/ha, tendo necessidade de transporte interno de 0,084 hm/ha e 0,035 dh/ha para mão de obra auxiliar.

Aplicação de reguladores de crescimento

Os reguladores de crescimento foram aplicados com o pulverizador JD 4710, a partir de 30 DAE, utilizando-se inicialmente o cloreto de mepiquate (17,5 g/ha). Aos 40 DAE houve nova aplicação desse mesmo produto e na mesma dose. Cloreto de cloromequate (25 g/ha) foi aplicado aos 55 DAE e, aos 70 DAE, nova aplicação desse produto foi realizada, desta feita na dose de 30 g/ha. Em cada uma dessas aplicações o rendimento foi de 0,04 hm/ha, a necessidade de transporte interno dos insumos foi de 0,084 hm/ha e precisou-se de 0,035 dh/ha como mão de obra auxiliar.

Aplicação de desfolhante e maturador

Aos 180 DAE, diuron (18 g/ha) + tidiazurom (36 g/há) + ciclamida (102 g/ha) + etefom (816 g/ha) foram aplicados por meio de avião, em operação terceirizada, que apresentou rendimento de 0,0028 hm/ha.

Colheita

A colheita mecanizada foi realizada por volta dos 200 DAE, quando 95% dos capulhos estavam abertos e apresentavam umidade em torno de 12%. Utilizaram-se para isto máquinas do tipo JD 9976, que apresentaram rendimento de 0,53 hm/ha (Figura 5). A cada seis descargas fez-se a limpeza dos cestos da colheitadora para aumentar a qualidade do produto colhido.

Foto: arquivo SLC Agrícola



Figura 5. A colheita mecanizada de algodão e detalhe da pluma.

Para cada duas colheitadoras em funcionamento tinha-se um equipamento auxiliar basculante denominado “Bass Boy” (ou seja, um “Bass Boy” para cada 600 ha).

O “Bass Boy” é composto por um chassi, dotado de uma rodagem dupla e cesto confeccionado em tela e chapa metálica, sendo tracionado por um trator de 80 CV. Após receber cerca de 200 @, o Bass Boy era trasladado até a prensa compactadora mais próxima, abastecendo-a mediante o próprio sistema hidráulico. O uso deste equipamento fez com que a colheitadora trabalhasse livre e continuamente, sem necessidade de sair da sua rota para esvaziar o cesto armazenador.

Na Fazenda Planalto trabalhava-se com duas prensas compactadoras para cada colheitadora. Essas prensas ficavam localizadas nas extremidades da gleba em colheita. A prensa era constituída por uma caixa metálica reforçada, montada sobre pneus. Uma estrutura deslocável longitudinalmente, pela ação de um pistão, acionado pela tomada de força do trator, pressionava o volume de algodão gerando um fardão (unidade de armazenamento no campo). A prensagem apresentou rendimento de 0,40 hm/ha, sendo que o custo (em 2006) foi de R\$84,74/ha. A necessidade de mão de obra auxiliar neste processo foi de 0,60 dh/ha.

A produtividade média de algodão em caroço, referente à safra 2000/2001, foi de 4.586 kg/ha ou 306,0 @/ha, e a da safra 2003/2004 foi de 4.973 kg/ha ou 332,0 @/ha.

O transporte interno do algodão em caroço para beneficiamento foi feito por caminhão, sendo necessário 0,50 hm/ha para essa operação. O beneficiamento foi efetuado na própria Fazenda Planalto e o seu custo foi de R\$1,35/@. O custo do transporte externo para comercialização do produto beneficiado foi contabilizado em R\$1,34/@.

A venda do produto beneficiado foi realizada na própria região para grandes empresas (“tradings”).

6.1.6. Destruição da soqueira do algodoeiro

A destruição da soqueira foi a físico-química.

Para a destruição física, a Fazenda Planalto aplicou o triturador mecânico imediatamente após a colheita (por volta de 200 DAE) do algodoeiro.

Para a destruição química devem ser consideradas as condições climáticas de cada região. Em condições secas, aplica-se o 2,4-D (1.209 g/ha) imediatamente ou, no máximo, 20 minutos após a destoca ou trituração mecânica.

Na Fazenda Planalto (situada em região relativamente mais úmida), após a destruição mecânica, esperava-se o início da rebrota para se aplicar simultaneamente: glifosato (960 g/ha) + 2,4 D (1209 g/ha) + óleo mineral (320 g/ha), utilizando-se o pulverizador JD 4710. Quando necessário essa aplicação era realizada novamente, por volta de 30 dias após. Em cada uma dessas aplicações o rendimento da máquina foi de 0,04 hm/ha, o do transporte interno foi de 0,084 hm/ha e foi de 0,035 dh/ha a necessidade de mão de obra auxiliar.

6.2. Manejo das plantas entre a destruição da soqueira do algodoeiro e a colheita de soja subsequente

Na Figura 4 verifica-se que no processo inicial (Ano I) de desenvolvimento deste sistema integrado, durante o outono e o inverno (até final de setembro) a gleba B estaria coberta com uma cultura de alta relação C:N e grande potencial de formação de biomassa, que, na região da Fazenda Planalto, normalmente, é o milheto. Neste caso, após a dessecação da cobertura vegetal (milheto) do solo fez-se a semeadura e o cultivo da soja.

Nos demais anos de condução deste sistema integrado (em que a soja é cultivada após o algodoeiro), entre o cultivo do algodoeiro e o da soja há um período em que, na Fazenda Planalto, são conduzidas as atividades que constituem a destruição da rebrota do algodoeiro.

6.2.1. Dessecação da cobertura vegetal para cultivo da soja subsequente

No final de outubro ou início de novembro, entre 10 e 15 dias antes da semeadura da soja, realizou-se a dessecação da cobertura vegetal do solo. Para isso foram aplicados, simultaneamente, glifosato (1.200 g/ha) + flumioxazina (17,5 g/ha) + óleo mineral (0,4 L/ha) + 2,4-D (403 g/ha). O 2,4-D compunha o conjunto de herbicidas apenas quando se detectava a ocorrência de plantas de folhas largas, tais como, trapoeraba, corda-de-viola, etc. Clorpirifós (432 g/ha) podia também ser agregado aos demais defensivos, se no levantamento prévio da área fosse observada a ocorrência de pragas de solo, como a lagarta elasm (*Elasmopalpus lignosellus*) ou outras pragas que podiam vir a infestar a cultura da soja. Entre a dessecação e o plantio observou-se um período de 15 a 20 dias de intervalo para que o funcionamento dos herbicidas e dos inseticidas ocorressem.

Para a dessecação utilizou-se o pulverizador JD 4710 que aplicava o volume de calda de 80 L/ha. O rendimento desta operação foi de 0,04 hm/ha. O transporte interno desses insumos foi realizado por um caminhão com rendimento de 0,084 hm/ha e, nesse processo, houve necessidade de 0,022 dh/ha de mão de obra.

6.2.2. Cultivo da soja

Semeadura

Imediatamente antes da semeadura (primeira quinzena de novembro), inoculantes e micronutrientes (Co e Mo) foram aplicados às sementes, que também receberam tratamento com os fungicidas carbendazim (15 g/ha) + thiram (36 g/ha). Para essas operações utilizou-se betoneira e a necessidade de mão de obra foi de 0,009 dh/ha.

A cultivar Pintado (tolerante ao nematóide do cisto anteriormente detectado na gleba São João B) foi a utilizada, no espaçamento de 45 cm entre linhas. A densidade de semeadura proporcionou aproximadamente 165 mil plantas germinadas por ha. O transporte interno das sementes foi realizado por meio de caminhão com rendimento de 0,084 hm/ha. A semeadora utilizada foi a de 24 linhas com rendimento de 0,40 hm/ha.

O adubo aplicado na base por meio da semeadora foi o formulado contendo, em kg/ha, 8,0 de N; 56,0 de P_2O_5 ; 56,0 de K_2O ; 13,4 de Ca; 8,0 de S; 1,0 de Zn; 0,4 de B; 1,0 de Cu; 1,8 de Mn e 0,10 de Mo (na safra de 2001/2002) e 6,0 de N; 56,0 de P_2O_5 ; 55,8 de K_2O ; 25,2 de Ca; 16,0 de S; 0,6 de Zn; 0,4 de B; 1,0 de Cu; 1,2 de Mn e 0,1 de Mo (na safra de 2004/2005). O transporte interno do adubo foi por meio de caminhão, que tem rendimento de 0,084 hm/ha, havendo necessidade de 0,084 dh/ha de mão de obra auxiliar.

Controle químico de plantas espontâneas

O controle químico de plantas espontâneas realizado ao longo do desenvolvimento da cultura da soja envolveu herbicidas específicos em pré e, principalmente, em pós-emergência das plantas espontâneas e da cultura. Essa prática depende, entre outros fatores, do tipo de espécie espontânea que ocorre numa determinada área. Nas glebas estudadas os tratamentos foram os que seguem.

Aos 15 DAE da cultura da soja, para o controle de plantas espontâneas de folhas largas aplicaram-se simultaneamente: clorimurom-etílico (11,6 g/ha) + lactofem (74,16 g/ha) + imazetapir (38,2 g/ha). Aos 30 DAE aplicaram-se os herbicidas para controle de plantas espontâneas de folhas estreitas: cletodim (64,8 g/ha) + adjuvante - aquíl éster etoxilado do ácido fosfórico (196 g/ha). Em ambos os casos os insumos foram transportados, internamente, da sede até o local de aplicação, por um utilitário ou caminhão, tendo rendimento de 0,084 hm/ha. Para aplicação houve necessidade de 0,035 dh/ha como mão de obra auxiliar e o equipamento JD 4710 trabalhou 0,15 hm/ha.

Controle químico de pragas

As pragas da parte aérea da soja foram controladas em função de sua ocorrência de acordo com levantamentos e níveis de controle preconizados pela pesquisa oficial. Nas glebas em estudo esse tipo de controle constou dos tratamentos que se seguem.

Aos 30 DAE, junto com os herbicidas pós-emergentes já relacionados, aplicou-se diflubenzurom (10 g/ha) para o controle de lagartas de primeiro e segundo ínstars. Aos 70 DAE foi pulverizado o monocrotofós (200 g/ha). Foram necessários 0,084 hm/ha de um caminhão e 0,035 dh/ha de mão de obra auxiliar; o pulverizador teve rendimento de 0,04 hm/ha.

Para o controle de formigas utilizaram-se fipronil (0,0012 g/ha) + deltametrina (0,1 g/ha). Esses produtos foram aplicados, em torno dos 120 DAE, manualmente, ao longo da área problema, sendo que para o transporte foi usado um trator e a aplicação foi feita pelo próprio tratorista. Houve necessidade de 0,053 hm/ha (trator), 0,0067 dh/ha (tratorista) e o transporte do insumo exigiu 0,084 hm/ha.

Controle químico de doenças

O controle de doenças iniciou-se aos 60 DAE, com a aplicação simultânea de epoxiconazol (25 g/ha) + piraclostrobina (66,5 g/ha) + óleo vegetal (148,8 g/ha). Aos 80 DAE aplicaram-se tebuconazol (80 g/ha) + óleo vegetal (148,8 g/ha). Em ambos os casos, o rendimento de aplicação do pulverizador (JD 4710) foi de 0,04 hm/ha, havendo necessidade de 0,084 hm/ha para o transporte dos insumos e de 0,035 dh/ha para a mão de obra auxiliar.

Colheita

O rendimento da operação de colheita (equipamento: JD STS 9750) foi de 0,53 hm/ha. O transporte interno do produto até os armazéns da própria Fazenda Planalto foi feito por caminhão (0,5 hm/ha). A mão de obra auxiliar para a colheita de soja foi de 0,6 dh/ha.

A produtividade média na safra 2001/2002 foi 3.655 kg/ha (60,9 sc/ha) e a referente à da safra 2004/2005 foi de 3.638 kg/ha (60,6 sc/ha).

Os grãos foram comercializados na região, tendo como compradoras grandes empresas multinacionais.

6.3. O manejo das culturas entre a colheita de soja e a colheita de milho subsequente

Após a colheita da soja realizou-se o manejo da cobertura do solo, seguido do cultivo da seqüência nabo forrageiro - milho. As ações referentes à dessecação da cobertura vegetal do solo e as subsequentes para cultivo do nabo forrageiro foram semelhantes às descritas, respectivamente, nos itens 6.1.1 e 6.1.2.

A seguir serão descritos as ações: a) dessecação da cobertura do solo para o cultivo do milho e b) cultivo do milho (incluindo a dessecação pós colheita).

6.3.1. Dessecação da cobertura do solo para o cultivo do milho

Na área cultivada (colhida ou mantida em desenvolvimento normal) com nabo, a cobertura vegetal foi dessecada para o posterior cultivo do milho.

Essa dessecação foi realizada aos 30 dias antes da semeadura do milho (mês de agosto) e envolveu aplicação simultânea de herbicidas e um inseticida. Os produtos e doses aplicados foram: glifosato (1440 g/ha) + 2,4-D (644,8 g/ha) + óleo mineral (320 g/ha) + o inseticida clorpirifós (432 g/ha).

O pulverizador utilizado foi o JD 4710, que requereu 0,084 hm/ha. Houve necessidade de 0,04 hm/ha de um caminhão para o transporte interno dos produtos e de 0,035 dh/ha para a mão de obra auxiliar.

6.3.2. Cultivo do milho

Controle químico de formigas

Por volta de 60 dias antes da semeadura do milho, realizada nos meses de outubro a novembro, fez-se o monitoramento e o controle da ocorrência de formigas. Na região, a principal espécie de formiga é a saúva cortadeira (*Atta capiguara*). O controle foi realizado manualmente, aplicando-se deltametrina (0,001 g/ha) + fipronil (0,0012 g/ha), transportados para o campo por um trator. A aplicação foi realizada pelo próprio tratorista, com rendimento de 0,053 hm/ha e a necessidade de mão de obra (o próprio tratorista) foi de 0,0067 dh/ha.

Semeadura

O tratamento das sementes de milho, realizado imediatamente antes da semeadura, foi com o fungicida tiabendazol (0,45 g/ha) e o inseticida tiocarbe (157,5 g/ha). Os produtos foram aplicados às sementes com o uso de betoneira, exigindo 0,009 dh/ha.

As sementes usadas foram as do híbrido P30K75, o espaçamento foi de 45,5 cm entre linhas e a densidade de semeadura variou em torno de 62 mil plantas/ha.

A adubação na linha de semeadura foi, em kg/ha: N (9,0), P₂O₅ (87,0), K₂O (88,5), S (34,6), B (0,5), Cu (0,9) e Mn (1,5). O adubo usado na base foi um formulado contendo todos os nutrientes.

Para a semeadura o transporte interno de sementes e adubos exigiu 0,084 hm/ha, a exigência de mão de obra auxiliar foi de 0,087 dh/ha e o rendimento da semeadora foi de 0,4 hm/ha.

Adubação em cobertura

Aos cerca de 30 DAE, ou seja, entre a emissão da quarta e a sexta folha definitiva do milho, fez-se adubação a lanço de 125 kg de N/ha, ou 280,0 kg/ha de uréia (fonte de N usada). O equipamento “Amazon”, que distribuiu o adubo em uma faixa de 20-30 m de largura, apresentou rendimento operacional de 0,10 hm/ha. O transporte interno dos fertilizantes foi com um caminhão e teve rendimento de 0,084 hm/ha sendo que 0,024 dh/ha foi a necessidade de mão de obra auxiliar para essa atividade.

Controle químico de plantas espontâneas

Para o controle químico de plantas espontâneas fez-se aplicação simultânea de atrazina (1500 g/ha) + nicossulfurom (20 g/ha), aos 20 DAE, havendo necessidade de 0,084 hm/ha para o transporte interno dos insumos, além de mão de obra auxiliar de 0,035 dh/ha, sendo que o rendimento dessa operação foi de 0,15 hm/ha.

Controle químico de pragas

Para o controle químico de pragas utilizou-se o pulverizador JD 4710. Na pulverização realizada no momento da semeadura aplicou-se monocrotófos (240 g/ha), operação que foi replicada aos 10 DAE. Aos 15 DAE foram pulverizados simultaneamente novalurom (15 g/ha) + óleo de soja degomado (1,5 L/ha) + óleo mineral (0,04 L/ha). Aos 40 DAE aplicaram-se metomil (129 g/ha) + clorfuazurom (12,5 g/ha) + óleo de soja degomado (1,5 L/ha) + óleo mineral (320 g/ha). O rendimento de cada uma dessas aplicações foi de

0,04 hm/ha, o do transporte interno foi de 0,084 hm/ha e a necessidade de mão de obra auxiliar foi de 0,035 dh/ha.

Colheita

A colheita foi realizada com a JD STS 9650 utilizando-se plataforma para colheita de milho com 45 cm de espaçamento entre linhas de cultivo. A produtividade de grãos em 1999/2000 foi de 8.964 kg/ha (149,4 sc/ha) e em 2003/2004 foi de 10.183 kg/ha (169,7 sc/ha).

O transporte interno realizado na colheita foi com caminhões tipo “toco”, terceirizados e pagos por tonelada transportada. A armazenagem foi feita na própria fazenda e a comercialização foi efetuada na região, tendo como compradoras grandes empresas multinacionais.

Dessecação pós colheita

Cerca de 30 dias após a colheita do milho, para dessecação da cobertura vegetal do solo aplicaram-se simultaneamente, com o pulverizador JD 4710, glifosato (960 g/ha) + 2,4 D (644,8 g/ha) + óleo mineral (320 g/ha) + o inseticida clorpirifós (432 g/ha). Essa aplicação teve rendimento de 0,04 hm/ha, exigindo transporte interno de 0,084 hm/ha e mão de obra auxiliar de 0,035 dh/ha.

6.4. Resumo das atividades distribuídas no tempo em cada gleba

Na Tabela 3 estão relacionadas todas as operações e atividades (linhas) realizadas mensalmente ao longo de cada ano, nas três glebas (colunas) onde o sistema integrado de produção foi conduzido. Pode-se verificar que as mesmas atividades realizadas numa dada gleba foram efetuadas em outra, no ano seguinte, em função da rotação das culturas no espaço e no tempo.

Tabela 3. Relação de atividades para cada gleba que compõem o sistema de produção integrado da Fazenda Planalto e em cada mês do ano.

Ano	Glebas		
	A	B ⁽¹⁾	C
Jan.	Acompanhamento da cultura (milho)	Monitoramento de armadilhas (algodão) 2ª adubação em cobertura (algodão) 3ª adubação em cobertura (algodão) 2º controle de ervas - PRÉ (algodão) 2º controle de ervas - PÓS (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão) Regulação de crescimento (algodão) ⁽²⁾	Controle de doenças (soja)
Fev.	Acompanhamento (milho)	Monitoramento de armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão) Regulação de crescimento (algodão)	Controle de doenças (soja)
Mar.	Colheita (milho) Dessecação da cobertura vegetal Semeadura (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Regulação de crescimento (algodão)	Controle de pragas (soja) Colheita (soja) Dessecação cobertura vegetal Semeadura (nabo)
Abr.	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão)	Acompanhamento (nabo)
Mai	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão)	Acompanhamento (nabo)
Jun.	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Aplicação maturador (algodão)	Acompanhamento (nabo)
Jul.	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Colheita (algodão) Destruição física soqueira (algodão)	Controle de formiga (nabo) Acompanhamento (nabo)
Ago.	Colheita (nabo)	Monitoramento armadilhas 1ª destruição química da soqueira	Colheita (nabo) Dessecação cobertura vegetal
Set.	Semeadura (milheto)	Monitoramento armadilhas 2ª destruição química da soqueira	Tratamento de sementes (milho) Semeadura (milho) Controle de pragas (milho)
Out.	Acompanhamento (milheto) Instalação armadilhas (Bicudo) Monitoramento de armadilhas	Dessecação da cobertura vegetal	Adubação em cobertura (milho) Controle de pragas (milho) Controle de ervas (milho)
Nov.	Colheita (milheto) Dessecação da cobertura vegetal Monitoramento armadilhas	Tratamento de sementes (soja) Semeadura (soja) Controle de ervas (soja)	Acompanhamento (milho)
Dez.	Monitoramento armadilhas Tratamento de sementes (algodão) Semeadura (algodão) 1ª adubação em cobertura (algodão) 1º controle de ervas - PRÉ (algodão) 1º controle de ervas - PÓS (algodão) Controle de pragas ⁽³⁾ - (algodão)	Controle de ervas (soja) Controle de pragas (soja)	Acompanhamento (milho)

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Ano II	Glebas		
	A	B	C
Jan.	Monitoramento de armadilhas (algodão) 2ª Adubação em cobertura (algodão) 3ª Adubação em cobertura (algodão) 2º Controle de ervas - PRÉ (algodão) 2º Controle de ervas - PÓS (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão) Regulação de crescimento (algodão) ⁽²⁾	Controle de doenças (soja)	Acompanhamento da cultura (milho)
Fev.	Monitoramento de armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão) Regulação de crescimento (algodão)	Controle de doenças (soja)	Acompanhamento (milho)
Mar.	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Regulação de crescimento (algodão)	Controle de pragas (soja) Colheita (soja) Dessecação cobertura vegetal Semeadura (nabo)	Colheita (milho) Dessecação da cobertura vegetal Semeadura (nabo)
Abr.	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão)	Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)
Mai	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão)	Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)
Jun.	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Aplicação maturador (algodão)	Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)
Jul.	Monitoramento armadilhas (algodão) Colheita (algodão) Destruição física soqueira (algodão)	Controle de formiga (nabo) Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)
Ago.	Monitoramento armadilhas 1ª destruição química da soqueira	Colheita (nabo) Dessecação cobertura vegetal	Colheita (nabo)
Set.	Monitoramento armadilhas 2ª destruição química da soqueira	Tratamento de sementes (milho) Semeadura (milho) Controle de pragas (milho)	Semeadura (milheto)
Out.	Dessecação da cobertura vegetal	Adubação em cobertura (milho) Controle de pragas (milho) Controle de ervas (milho)	Acompanhamento (milheto) Instalação armadilhas (Bicudo) Monitoramento de armadilhas
Nov.	Tratamento de sementes (soja) Semeadura (soja) Controle de ervas (soja)	Acompanhamento (milho)	Colheita (milheto) Dessecação da cobertura vegetal Monitoramento armadilhas
Dez.	Controle de ervas (soja) Controle de pragas (soja)	Acompanhamento (milho)	Monitoramento armadilhas Tratamento de sementes (algodão) Semeadura (algodão) 1ª adubação em cobertura (algodão) 1º controle de ervas - PRÉ (algodão) 1º controle ervas - PÓS (algodão) Controle de pragas ⁽³⁾ (algodão)

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Ano III	Glebas		
	A	B	C
Jan.	Controle de doenças (soja)	Acompanhamento da cultura (milho)	Monitoramento de armadilhas (algodão) 2ª adubação em cobertura (algodão) 3ª adubação em cobertura (algodão) 2º controle de ervas - PRÉ (algodão) 2º controle de ervas - PÓS (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão) Regulação de crescimento (algodão) ⁽²⁾
Fev.	Controle de doenças (soja)	Acompanhamento (milho)	Monitoramento de armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão) Regulação de crescimento (algodão)
Mar.	Controle de pragas (soja) Colheita (soja) Dessecação cobertura vegetal Semeadura (nabo)	Colheita (milho) Dessecação da cobertura vegetal Semeadura (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Regulação de crescimento (algodão)
Abr.	Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Controle de doenças (algodão)
Mai	Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão)
Jun.	Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Controle de pragas (algodão) Aplicação maturador (algodão)
Jul.	Controle de formiga (nabo) Acompanhamento (nabo)	Acompanhamento (nabo)	Monitoramento armadilhas (algodão) Colheita (algodão) Destruição física soqueira (algodão)
Ago.	Colheita (nabo) Dessecação cobertura vegetal	Colheita (nabo)	Monitoramento armadilhas 1ª destruição química da soqueira
Set.	Tratamento de sementes (milho) Semeadura (milho) Controle de pragas (milho)	Semeadura (milheto)	Monitoramento armadilhas 2ª destruição química da soqueira
Out.	Adubação em cobertura (milho) Controle de pragas (milho) Controle de ervas (milho)	Acompanhamento (milheto) Instalação armadilhas (Bicudo) Monitoramento de armadilhas	Dessecação da cobertura vegetal
Nov.	Acompanhamento (milho)	Colheita (milheto) Dessecação da cobertura vegetal Monitoramento armadilhas	Tratamento de sementes (soja) Semeadura (soja) Controle de ervas (soja)
Dez.	Acompanhamento (milho)	Monitoramento armadilhas Tratamento de sementes (algodão) Semeadura (algodão) 1ª adubação em cobertura (algodão) 1º controle de ervas - PRÉ (algodão) 1º controle ervas - PÓS (algodão) Controle de pragas ⁽³⁾ (algodão)	Controle de ervas (soja) Controle de pragas (soja)

⁽¹⁾Ano I = Ano IV. Neste caso, as atividades da Gleba B referem-se ao Ano IV, pois no Ano I (implantação) o milheto foi semeado em março/abril e dessecado em outubro para cultivo da soja. ⁽²⁾Aplicação de regulador de crescimento do algodoeiro. ⁽³⁾Os produtos são aplicados desde a sementeira do algodoeiro até o 160º dia após a sua emergência, totalizando 15 operações.

7. Resultados (1998-2005)

Em seguida serão descritos resultados obtidos entre 1998 e 2005, referentes à produtividade das culturas, fertilidade de solo e aspectos econômicos do sistema estudado.

7.1. Produtividade de algodão, soja e milho

A produtividade média das culturas de algodão, soja e milho, para o período analisado (1998-2005), foi de 294,9 @, 60,1 e 146,1 sacas/ha, respectivamente (Figura 6). Em termos gerais, esses valores são bastante satisfatórios, se comparados a dados do IBGE (2006) para o Município de Costa Rica, MS, referentes à safra de 2002/2003, que indicaram rendimento médio de 280 @/ha de algodão em caroço; 47 sc/ha de grãos de soja e 104 sc/ha de grãos de milho. O rendimento nessas glebas da Fazenda Planalto foram superiores em cerca de 5% para o algodão, 28% para a soja e 40% para o milho.

A cultura do algodoeiro apresentou crescimento contínuo na produtividade, de 3.872 kg/ha na safra 1998-1999 para 4.973 kg/ha na safra de 2003-2004, sendo que, nesta última, o incremento em relação a 1998-1999 atingiu 1.100 kg/ha (Figura 6). Na safra 2004-2005, no entanto, o rendimento do algodão caiu 1.484,0 kg/ha em relação ao de 2003-2004 (de 4.973 para 3.489 kg/ha) e cerca de 380 kg/ha comparado ao da safra 1998-1999. A queda na produtividade deu-se por problemas no manejo da cultura por ocasião da semeadura, quando o herbicida aplicado se acumulou nas linhas, o que associado às condições climática, gerou fitotoxidez no algodoeiro e baixo controle de plantas espontâneas.

Os rendimentos, ao longo do tempo, da cultura do milho foram maiores que os verificados na safra inicial, sendo que o incremento em 2004-2005 foi de 1.400 kg/ha e em 2002-2003 de 3.065 kg/ha. Esse crescimento no rendimento deveu-se aos procedimentos de manejo bastante adequados às condições locais de produção, tais como: o esquema de rotação de culturas, a busca da adubação equilibrada, o manejo de pragas eficiente e também o intervalo de três anos entre um e outro cultivo de milho na mesma gleba. Esse intervalo ótimo entre um cultivo e outro, no caso do milho, foi verificado na área experimental da própria Fazenda Planalto.

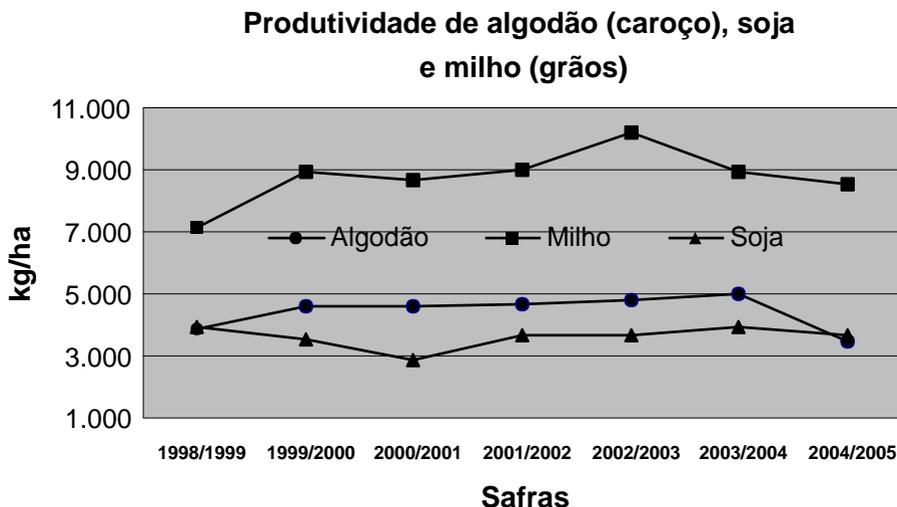


Figura 6. Produtividade de algodão, soja e milho (kg/ha) para o período 1998-2005, na gleba experimental PQ11, Fazenda Planalto, Costa Rica, MS.

Os rendimentos de grãos de soja foram, em média, de 3.600 kg/ha. A produtividade máxima foi atingida na primeira safra (1998-1999) e a menor foi observada em 2000-2001. Esses resultados refletem condições climáticas mais favoráveis na primeira safra, em relação às demais, especialmente em relação a de 2000-2001.

Se esses resultados forem comparados às médias regionais, pode-se inferir que o sistema conduzido na Fazenda Planalto proporcionou maior produtividade e melhores condições para estabilizar a produção de soja, principalmente nos últimos quatro anos de avaliação. O mesmo pode ser pensado em relação às culturas de algodoeiro e de milho.

7.2. Fertilidade do solo

Na Tabela 4 podem ser encontrados os valores médios para a saturação por bases (V), o pH em H₂O e os teores de macro e micronutrientes de amostras compostas da camada 0-20 cm do solo, obtidas antes de iniciar o monitoramento e em cinco épocas posteriores, entre 1998 e 2005.

Tabela 4. Índices de saturação por bases (V), pH e teores de macro e micronutrientes de amostras compostas da camada 0 cm-20 cm do Latossolo Vermelho, obtidas em seis épocas.

Atributo	Época de amostragem					
	Inicial	1998-1999	1999-2000	2001-2002	2002-2003	2004-2005
V (%)	43,50	65,00	63,40	67,90	58,20	59,00
PH (H ₂ O)	5,50	5,80	6,00	6,50	5,80	5,50
Ca (cmol _c dm ⁻³)	2,80	4,00	3,50	4,70	5,80	3,90
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,00	2,10	1,70	1,60	1,30	1,30
P (mg dm ⁻³)	13,00	8,00	4,00	20,00	7,00	9,00
K (cmol _c dm ⁻³)	0,13	0,20	0,16	0,24	0,13	0,27
S (mg dm ⁻³)	4,20	8,30	2,30	2,60	3,60	4,20
Mn (mg dm ⁻³)	7,10	5,30	5,20	9,20	4,00	3,00
Zn (mg dm ⁻³)	5,00	4,00	2,50	11,0	4,50	8,50
B (mg dm ⁻³)	0,30	0,30	0,40	0,20	0,30	0,30
Cu (mg dm ⁻³)	0,80	0,20	0,60	3,80	1,20	0,70

Os índices de saturação de bases (V%) foram elevados para aproximadamente 65%, nos primeiros anos, e permaneceram em torno de 60% nos três últimos, em consequência da calagem realizada em 1998 e das aplicações desse corretivo, em 2000 e em 2003, realizadas a lanço e sem incorporação. Esse nível de saturação de bases tem sido considerado como o mais adequado para o cultivo integrado de algodão, soja e milho.

O pH foi mantido em torno de 6,0 ao longo da maior parte do tempo, mas caiu para o valor original (5,5) na safra 2004-2005. Abaixo desse valor, o pH passa a ser considerado um fator limitante para a cultura mais exigente do sistema, o algodão, conforme Embrapa (ALGODÃO..., 2001). A relação Ca/Mg foi igual a 2:1 nos dois primeiros anos, subiu para 4:1 em 2002-2003 e caiu para 3:1 na última época de amostragem. O teor de Mg foi mantido sempre acima do valor limitante ($0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) para a camada 0-20 cm.

O teor de P na safra 1999-2000 ficou muito próximo do limite crítico das culturas deste sistema de produção, especialmente para o algodoeiro. Quedas drásticas no rendimento das culturas não foram observadas nessa safra, mas a soja apresentou declínio em seu rendimento na safra seguinte (Figura 6). Isso sugere que a adubação de fósforo realizada na base foi razoável e permitiu, em geral, resposta satisfatória das culturas.

O teor do K foi classificado como baixo na safra 2002-2003 e médio nas demais (Tabela 4). Naquela referida safra, além do teor de K do solo estar limitante, a relação $(\text{Ca}+\text{Mg})/\text{K}$ também estava acima de 35, o que dificultaria a absorção de K e poderia limitar, significativamente, a produção, o que na verdade efetivamente não ocorreu (Figura 6). Considera-se, então, que a adubação potássica de manutenção realizada nas três culturas principais, especialmente na do algodão, foi adequada e suficiente para não influenciar a produtividade, mas pode ter provocado “fome oculta”, como se verificou com a análise do teor foliar do algodoeiro (ver item 7.3).

Segundo Siqueira et al. (1987), $10,0 \text{ mg dm}^{-3}$ seria o limite crítico de S para as culturas mais exigentes neste nutriente na camada 0,0-20,0 cm do solo. Verifica-se na Tabela 4 que, em todas as épocas de avaliação, os teores de S ficaram aquém desse limite crítico. No entanto, a adubação de enxofre na linha de semeadura (base) parece ter suprido suficientemente, ao longo do tempo, as necessidades deste nutriente para as culturas do sistema. Ressalta-se que, em solos dessa mesma classe, este nutriente é percolado

ou lixiviado intensamente para camadas mais profundas, especialmente entre 20 cm-40 cm, aonde as raízes podem buscar seu suprimento adicional (REIN; SOUZA, 2002).

Em todas as épocas de avaliação do solo o teor de Mn ficou abaixo do teor crítico deste micronutriente (Tabela 4). Apenas na amostragem de 2001 o teor ficou acima do nível crítico proposto para este elemento por Alvarez V. et al. (1999), que é de $8,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para solos do Estado de Minas Gerais. Este elemento tem sido fornecido através da adubação de base para todas as culturas, em doses suficientes para a obtenção de produtividade satisfatória.

Considerando as classes de interpretação de resultados de análises de solo para Minas Gerais (ALVAREZ V. et al., 1999), pode-se verificar pela Tabela 4 que, em todas as épocas de avaliação, os valores de Zn ficaram acima de $2,2 \text{ mg dm}^{-3}$, muito acima do nível crítico deste micronutriente que é de $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$. Os teores observados, especialmente em 2001-2002 e em 2004-2005, ficaram acima das necessidades das culturas estudadas, em função de adubações contínuas deste elemento na linha de semeadura.

Por outro lado, os teores de B em todas as épocas de amostragem ficaram na classe de teor Baixo ($0,16-0,35 \text{ mg dm}^{-3}$), aquém do nível crítico de $0,60 \text{ mg dm}^{-3}$ proposto por Alvarez V. et al. (1999) para este micronutriente. As adubações de base (na linha de semeaduras) provavelmente suprimiram as necessidades imediatas das culturas algodão, soja e milho, mas não permitiram uma reposição gradativa do solo. A adequação da dose deste micronutriente a ser aplicada na linha de semeadura poderá refletir-se em maiores incrementos da produtividade em geral.

Os teores médios de Cu, com exceção das épocas 2001-2002 e 2002-2003, ficaram abaixo do nível crítico de $1,2 \text{ mg dm}^{-3}$ proposto por Alvarez V. et al. (1999). O teor de Cu obtido em 2001-2002 estava alto, e na amostragem realizada em 2003-2003 encontrava-se exatamente no limite mínimo ($1,2 \text{ mg dm}^{-3}$), conforme os autores citados (Tabela 4). As adubações aplicadas às culturas principais do sistema de produção suprimiram suficientemente as necessidades das plantas em relação a esse micronutriente.

Com exceção de Mn e de S, os atributos químicos avaliados na camada 0 cm-20 cm do solo apresentaram, ao longo do tempo, apenas discreta tendência de aumento de seus teores. No entanto, o nível de concentração de Mn diminuiu e

o de S cresceu linearmente com o tempo. Aplicações de doses mais elevadas do S nos cultivos de algodão (62 kg/ha em 2000-2001 e em 2003-2004) podem explicar parte deste comportamento do S. Além disso, nos procedimentos de adubação posteriores o Mn deve receber especial atenção.

7.3. Nutrição das plantas x produtividade

Na Tabela 5 são apresentados os teores de nutrientes nas folhas do algodoeiro em sete safras. Os teores de Ca e Mg ficaram sempre dentro dos limites considerados adequados para essa cultura, segundo Staut e Kurihara, citados em Algodão... (2001). Na terceira época de avaliação (2000/2001), o teor de P ficou acima dos limites considerados adequados por aqueles autores, mas nas demais épocas os teores desse elemento ficaram muito próximos ou pouco acima dos teores considerados bons.

O teor de K nas folhas do algodoeiro caiu muito abaixo dos limites adequados para o algodão, na amostragem realizada na safra 2002/2003 (Tabela 5). Isso pode ser devido à relação $(Ca+Mg)/K$, que nesta safra ficou acima de 35, o que pode ter limitado a absorção do K pelas raízes do algodoeiro. Na safra 1999/2000, S e Mn apresentaram teores abaixo dos adequados para essa cultura, sendo que nas demais safras esses nutrientes estiveram nos limites adequados. O teor de Zn ficou menor que os considerados adequados (ALGODÃO..., 2001), apenas nas safras 2002/2003 e 2004/2005. Enquanto o teor de Cu sempre esteve dentro dos limites adequados, o B na primeira safra foi absorvido em quantidade inadequada ao algodoeiro e, na safra de 2002/2003, sua absorção extrapolou os limites considerados adequados.

Adaptando proposições de outros autores, Maeda et al., citados em Milho... (1997), indicaram os limites adequados para os diferentes nutrientes nas folhas de milho. Segundo essa proposição, nas safras 1999/2000 e 2004/2005 o teor de Ca ficou acima do limite e, nas safras 2002/2003 e 2003/2004, abaixo dos valores considerados suficientes para esse nutriente e essa cultura (Tabela 6). Os nutrientes Mg, K, Zn e Cu ficaram dentro dos limites considerados adequados para o milho ao longo de todo o período estudado. O P ficou acima do limite adequado nas safras de 1999/2000, 2001/2002 e 2003/2004 e dentro dos valores limites de adequação para as demais épocas avaliadas. O teor de Mn nas folhas dessa gramínea ficou aquém do adequado nas quatro primeiras épocas e em níveis considerados

Tabela 5. Teor de nutrientes nas folhas de algodão, em sete épocas de amostragem, na gleba experimental da Fazenda Planalto.

Elemento	Época de amostragem						
	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
	g kg⁻¹						
Ca	28,5	22,9	19,4	21,2	32,6	25,6	25,3
Mg	4,7	4,8	5,1	5,4	6,0	6,4	6,9
P	4,0	4,2	5,3	4,5	3,9	3,8	3,4
K	22,6	26,3	17,5	20,0	3,9	16,3	17,3
S	4,4	3,2	4,7	5,1	3,9	6,1	4,8
	mg kg⁻¹						
Mn	32,0	23,0	28,5	110,0	95,0	26,0	36,0
Zn	40,0	29,0	45,5	54,0	23,0	35,0	19,0
Cu	7,0	6,0	10,0	10,0	8,0	9,0	8,0
B	16,3	34,9	39,0	50,1	68,0	22,9	48,0

Tabela 6. Teor de nutrientes nas folhas de milho, em sete épocas de amostragem, na gleba experimental da Fazenda Planalto.

Elemento	Época de amostragem						
	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
	mg kg⁻¹						
Ca	4,0	5,3	3,2	3,7	1,8	1,6	6,0
Mg	3,4	3,4	2,0	2,7	2,1	2,5	3,1
P	3,0	4,7	3,0	4,1	3,5	4,2	3,7
K	25,1	24,4	18,5	24,8	23,1	19,5	20,8
S	1,9	2,3	2,3	3,3	4,5	2,3	2,7
	mg kg⁻¹						
Mn	13,0	23,0	11,0	32,0	54,0	40,0	46,0
Zn	29,0	31,0	32,0	50,0	27,0	23,0	42,0
Cu	11,0	13,0	9,0	14,0	17,0	13,0	11,0
B	7,8	13,6	21,9	14,6	12,8	13,6	25,9

bons nas últimas safras. O B foi absorvido em menores quantidades que o recomendado para o milho em quase todas as épocas, exceto nas safras de 2000/2001, 2001/2002 e 2004/2005.

A cultura da soja, comparada ao algodão e ao milho, foi a que apresentou menores inadequações no que se refere aos teores foliares de nutrientes (Tabela 7). Conforme valores limites preconizados por Sfredo et al., citados em *Tecnologias...* (2006), os teores foliares de Ca, Mg, P, K e Cu foram adequados, em todas as épocas. O Mn ficou pouco abaixo do limite de adequação nas safras 1998/1999 e 2002/2003; o Zn ficou levemente acima do limite de adequação em quase todas as safras, exceto na de 2003/2004, cujo valor foliar ficou dentro dos considerados adequados para soja, e o B excedeu os valores limites para essa leguminosa, principalmente nas safras de 2000/2001, 2001/2002 e 2004/2005, apresentando, nas demais safras, teores adequados ou muito próximo disso.

Considerando-se o conjunto de culturas do sistema pode-se inferir que as adubações, especialmente as com micronutrientes realizadas a partir de 2003, estavam adequadamente equilibradas, e a produtividade correspondeu às ações implantadas. No entanto, pode-se imprimir melhorias quanto à época de aplicação, principalmente dos micronutrientes.

Ao se correlacionar a produtividade de soja, milho e algodão com os teores de nutrientes presentes nas folhas dessas plantas, verificou-se que Mg e B mostraram forte correlação positiva, enquanto os nutrientes Ca, P, K, S, Mn, Zn e B apresentaram fraca correlação positiva com a produtividade do algodão em caroço. S, Mn e Cu presentes nas folhas do milho apresentaram moderada correlação positiva com a produtividade desse cereal, enquanto para os demais nutrientes a correlação foi fraca e positiva.

Na cultura da soja, os dados analisados apresentaram fraca correlação positiva entre os teores de nutrientes presentes nas folhas e a produtividade de grãos dessas leguminosas.

Tabela 7. Teor de nutrientes nas folhas de soja, em sete épocas de amostragem, na gleba experimental da Fazenda Planalto.

Elemento	Época de amostragem						
	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
	g kg⁻¹						
Ca	14,4	11,9	8,5	10,2	12,4	9,0	13,2
Mg	3,9	4,5	3,2	4,4	4,1	4,1	5,3
P	2,5	2,8	3,9	3,1	3,6	4,6	3,8
K	20,3	23,5	21,9	23,6	24,3	23,4	25,0
S	2,2	2,4	2,8	2,1	4,3	2,2	3,8
	mg kg⁻¹						
Mn	18,0	25,0	27,0	40,0	18,0	36,0	53,0
Zn	52,0	51,0	52,0	55,0	54,0	40,0	54,0
Cu	9,0	13,0	10,0	10,0	11,0	13,0	8,0
B	50,0	48,2	67,8	80,2	56,5	58,5	64,4

7.4. Índices econômicos

Os indicadores econômicos foram avaliados com base em preços de mercado do ano de 2005 (safra 2004-2005). O resultado econômico foi medido pela margem líquida, que é a diferença entre receita e custo total (custo fixo + custo variável + custo de comercialização). Já a receita foi estimada com base no valor de mercado da produção média obtida em cada sistema. Também foram usados os indicadores relação benefício/custo, lucratividade e rentabilidade dos sistemas de produção.

Os custos fixos constituem os custos de recuperação do capital e de remuneração da terra (correspondente ao valor de arrendamento). Os custos variáveis são os referentes aos gastos com insumos (sementes, fertilizantes, herbicidas, inseticidas e outros), operações de máquinas agrícolas (combustíveis, lubrificantes e manutenção), mão de obra e outras despesas.

Os custos de comercialização são representados por impostos, taxas e transporte externo, entre outros fatores.

A Tabela 8 apresenta os custos das culturas de nabo, milho e algodão, aqui considerado como um subsistema do sistema integrado de produção algodão-soja-milho. Nesse caso, estão envolvidos todos os custos realizados no processo, que se inicia na dessecação da cobertura vegetal do solo para o cultivo do nabo, semeado sobre a resteva de milho (cultivo anterior), seguindo-se os do cultivo do milho e, subsequentemente, o do algodoeiro, e conclui-se após o final da destruição da soqueira do algodão (que se realiza na primavera do ano seguinte).

A estimativa de custo total (produção + comercialização) deste subsistema, por hectare, foi de R\$ 5.185,05 (para valores de 2005). As despesas com a produção (dentro da porteira ou da unidade de produção) corresponderam a 97,2%, enquanto os gastos de comercialização (fora da porteira) foram de 2,8%.

Em relação aos custos de produção, os custos fixos corresponderam a 3,9% e os variáveis a 96,1%. Dos custos variáveis o cultivo do algodão absorveu 86,8% das despesas de produção, o do nabo 2,7% e o do milho 0,8%; já o preparo da área (todas as operações anteriores às semeaduras) ficou com 5,8%. Entre os itens que compõem os custos variáveis, os que mais oneraram a produção foram as operações agrícolas - somatória dos itens com máquinas

e implementos - com 16,1%, seguidas por fertilizantes (14,7%), inseticidas (14,2%) e herbicidas (12,3%). No cultivo do algodoeiro os itens que exigiram mais recursos foram: tratos culturais (47,1%) e a colheita (11,6%).

Tabela 8. Custo de produção (variáveis + fixos) e total (de produção + de comercialização), por hectare, para o subsistema de produção de nabo-milheto-algodão, da Fazenda Planalto (valores atualizados para o ano de 2005).

Descrição	R\$/ha	%(¹)	
1 – CUSTOS VARIÁVEIS	4.844,80	96,12	93,45
1.1 – Preparo da área	290,95	5,77	5,61
Máquinas e implementos	124,86	2,48	2,41
Herbicidas	35,50	0,70	0,68
Espalhante adesivo	2,56	0,05	0,05
Corretivos	128,03	2,54	2,47
1.2 – Cultivo de nabo	134,61	2,68	2,60
Máquinas e implementos	120,78	2,40	2,33
Mão de obra	2,43	0,05	0,05
Semente	11,40	0,23	0,22
1.3 – Cultivo de milho	41,86	0,83	0,81
Máquinas e implementos	34,61	0,69	0,67
Mão de obra	1,25	0,02	0,02
Semente	6,00	0,12	0,12
1.4 – Cultivo de algodão	4.377,38	86,84	84,43
1.4.1 – Preparo da área	76,89	1,53	1,49
Máquinas e implementos	8,05	0,16	0,16
Herbicidas	43,80	0,87	0,84
Inseticidas	21,60	0,43	0,42
Espalhante adesivo	2,56	0,05	0,05
Mão de obra	0,88	0,02	0,02
1.4.2 – Plantio	477,80	9,48	9,22
Máquinas e implementos	38,65	0,77	0,75
Fungicidas tratamento sementes	5,72	0,11	0,11
Inseticidas tratamento sementes	31,52	0,63	0,61
Fertilizantes	306,00	6,07	5,90
Sementes	93,50	1,85	1,80
Mão de obra	2,41	0,05	0,05

Continua...

Tabela 8. Continuação.

Descrição	R\$/ha	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾
1.4.3 – Tratos culturais	2.373,42	47,09	45,77
Máquinas e implementos	311,84	6,19	6,01
Trabalho aéreo	1,20	0,02	0,02
Fertilizantes cobertura	435,46	8,64	8,40
Herbicidas	463,87	9,20	8,95
Inseticidas	660,80	13,11	12,74
Regulador de crescimento	74,14	1,47	1,43
Fungicidas	210,70	4,18	4,06
Formicidas	0,27	0,01	0,01
Desfolhante + maturador	174,08	3,45	3,36
Espalhante adesivo	8,35	0,17	0,16
Mão de Obra	32,71	0,65	0,63
1.4.4 – Colheita	584,04	11,59	11,26
Máquinas e implementos	140,04	2,78	2,70
Beneficiamento	405,00	8,03	7,81
Mão de obra	15,00	0,30	0,29
Transporte interno	24,00	0,48	0,46
1.4.5 – Destruição soqueira	115,20	2,28	2,23
Máquinas e implementos	32,49	0,64	0,63
Herbicidas	74,15	1,47	1,43
Espalhante adesivo	5,12	0,10	0,10
Mão de obra	3,44	0,07	0,07
1.4.6 – Outros custos	750,03	14,87	14,46
Assistência técnica	89,94	1,78	1,73
Administração	74,47	1,48	1,44
Juros de custeio	183,62	3,64	3,54
Transporte externo	402,00	7,97	7,75
2 – CUSTOS FIXOS	196,00	3,89	3,78
Aluguel ou juros da terra	196,00	3,89	3,78
3 – CUSTO DE PRODUÇÃO	5.040,80	100,01	7,29
4 – CUSTO DE COMERCIALIZAÇÃO	144,25		2,79
Impostos e contribuições	50,13		0,97
Despesas de comercialização	6,54		0,13
CESSR	87,58		1,69
5 – CUSTO TOTAL	5.185,05		100,02

⁽¹⁾Relação ao custo de produção. ⁽²⁾ Relação ao custo total.

Na Tabela 9 tem-se os custos do subsistema de produção da cultura da soja. Nesse subsistema estão envolvidas todas as operações realizadas no período compreendido entre o final do processo de destruição da soqueira do algodão e a colheita da soja subsequente.

Tabela 9. Custo de produção (variáveis + fixos) e total (custos de produção + de comercialização), por hectare, para o subsistema de produção de soja, da Fazenda Planalto (valores atualizados para o ano de 2005).

Descrição	R\$/ha	%(¹)	
1 - CUSTOS VARIÁVEIS	1.474,16	91,86	88,37
1.1 - Preparo da área	395,13	24,62	23,69
Máquinas e implementos	191,36	11,92	11,47
Herbicidas	49,85	3,11	2,99
Inseticidas	21,60	1,35	1,29
Espalhante adesivo	2,56	0,16	0,15
Corretivos	128,03	7,98	7,67
Mão de obra	1,73	0,11	0,10
1.2 - Plantio	314,78	19,61	18,87
Máquinas e implementos	38,65	2,41	2,32
Fungicidas tratamento sementes	3,27	0,20	0,20
Fertilizantes	176,40	10,99	10,57
Sementes	94,05	5,86	5,64
Mão de obra	2,41	0,15	0,14
1.3 - Tratos culturais	518,72	32,32	31,09
Máquinas e implementos	88,23	5,50	5,29
Fertilizantes cobertura	144,00	8,97	8,63
Herbicidas	89,03	5,55	5,34
Inseticidas	97,92	6,10	5,87
Fungicidas	85,04	5,30	5,10
Formicidas	1,12	0,07	0,07
Espalhante adesivo	7,33	0,46	0,44
Mão de obra	6,05	0,38	0,36
1.4 - Colheita	91,66	5,71	5,49
Máquinas e implementos	52,66	3,28	3,16
Mão de obra	15,00	0,93	0,90
Transporte interno	24,00	1,50	1,44

Continua...

Tabela 9. Continuação.

Descrição	R\$/ha	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾
1.5 - Outros custos	153,87	9,59	9,22
Assistência técnica	24,57	1,53	1,47
Administração	74,47	4,64	4,46
Juros de custeio	50,17	3,13	3,01
Transporte externo	4,66	0,29	0,28
2 - CUSTOS FIXOS	130,67	8,14	7,83
Aluguel ou juros da terra	130,67	8,14	7,83
3 - CUSTO DE PRODUÇÃO	1.604,83	100,00	96,20
4 - CUSTO DE COMERCIALIZAÇÃO	63,43		3,80
Impostos e contribuições	12,63		0,76
Despesas de comercialização	5,34		0,32
CESSR	45,46		2,72
5 - CUSTO TOTAL	1.668,26		100,00

⁽¹⁾Relação ao custo de produção. ⁽²⁾ Relação ao custo total.

A estimativa de custo total, por hectare, foi de R\$ 1.668,26 (safra 2004-2005). Desse montante, as despesas com a produção corresponderam a 96,2%, enquanto os gastos de comercialização, 3,8%. Dos custos de produção, os fixos corresponderam a 8,1% e os variáveis a 91,9%. Os itens que mais oneraram os custos variáveis de produção foram as operações agrícolas (23,1%), os fertilizantes (20%) e os herbicidas (8,7%).

Os custos de produção do subsistema nabo - milho estão na Tabela 10. Nesse caso, considera-se o processo que envolveu todas as operações realizadas, após a colheita da soja, desde a dessecação da cobertura do solo para cultivo do nabo, semeado sobre a resteva dessa leguminosa, até a colheita do milho (incluindo a dessecação de pós colheita do milho).

A estimativa de custo total, por hectare, foi de R\$ 1.987,37. As despesas com a produção corresponderam a 96,3%, enquanto os gastos com a comercialização perfizeram 3,7%. Observa-se que o milho absorveu 69,9% do custo total e 72,6% dos custos de produção, propriamente dito, do período. Já os gastos com a cultura do nabo são, respectivamente, 5,1% e 5,4%, e o preparo da área custa 14,6% do total e 15,2% dos custos de produção.

Tabela 10. Custo de produção (variáveis + fixos) e total (de produção + de comercialização), por hectare, para o subsistema de produção de nabo-milho, da Fazenda Planalto (valores atualizados para o ano de 2005).

Descrição	R\$/ha	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾
1 - CUSTOS VARIÁVEIS	1.782,78	93,20	89,70
1.1 - Preparo da área	290,95	15,21	14,64
Máquinas e implementos	124,86	6,53	6,28
Herbicidas	35,50	1,86	1,79
Espalhante adesivo	2,56	0,13	0,13
Corretivos	128,03	6,69	6,44
1.2 - Cultivo de nabo	102,16	5,35	5,13
Máquinas e implementos	88,33	4,62	4,44
Mão de obra	2,43	0,13	0,12
Semente	11,40	0,6	0,57
1.3 - Cultivo do milho	1.389,67	72,64	69,93
1.3.1 - Preparo da área	78,59	4,10	3,96
Máquinas e implementos	12,28	0,64	0,62
Herbicidas	41,10	2,15	2,07
Inseticidas	21,60	1,13	1,09
Espalhante adesivo	2,56	0,13	0,13
Mão de obra	1,05	0,05	0,05
1.3.2 - Plantio	391,81	20,48	19,71
Máquinas e implementos	38,65	2,02	1,94
Fungicida tratamento sementes	1,98	0,1	0,10
Inseticida tratamento sementes	31,77	1,66	1,60
Fertilizantes	286,20	14,96	14,40
Sementes	30,57	1,6	1,54
Mão de obra	2,64	0,14	0,13

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Descrição	R\$/ha	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾
1.3.3 - Tratos culturais	679,49	35,52	34,18
Máquinas e implementos	76,80	4,01	3,86
Fertilizantes cobertura	422,40	22,08	21,25
Herbicidas	91,00	4,76	4,58
Inseticidas	63,45	3,32	3,19
Formicidas	1,12	0,06	0,06
Espalhante adesivo	18,52	0,97	0,93
Mão de obra	6,20	0,32	0,31
1.3.4 - Colheita	74,68	3,91	3,76
Máquinas e implementos	49,68	2,6	2,50
Mão de obra	25,00	1,31	1,26
1.3.5 - Outros custos	165,10	8,63	8,32
Assistência técnica	25,96	1,36	1,31
Administração	74,47	3,89	3,75
Juros de custeio	53,01	2,77	2,67
Transporte externo	11,66	0,61	0,59
2 - CUSTOS FIXOS	130,67	6,80	6,58
Aluguel ou juros da terra	130,67	6,80	6,58
3 - CUSTO DE PRODUÇÃO (1+2)	1.913,45	100,00	96,28
4 - CUSTO DE COMERCIALIZAÇÃO	73,92		3,72
Impostos e contribuições	17,54		0,88
Despesas de comercialização	12,98		0,65
CESSR	43,40		2,18
5 – CUSTO TOTAL (3+4)	1.987,37		100,00

⁽¹⁾Relação ao custo de produção. ⁽²⁾ Relação ao custo total.

Dos custos de produção, os fixos corresponderam a 6,8% e os variáveis a 93,2%. Destes, os itens que mais oneraram a produção foram os fertilizantes (37,0%), máquinas e implementos (20,4%) e herbicidas (8,8%).

Do custo total, os itens da produção que exigiram mais recursos pertencem à cultura do milho: tratos culturais (34,2%) e plantio (19,7%).

Agregando-se os valores de custos e receitas para cada subsistema (algodão, soja e milho), obteve-se a análise econômica consolidada e integrada do Sistema de Produção de Grãos e Fibra da Fazenda Planalto, que é apresentada na Tabela 11.

Dentro de cada subsistema os valores de custos e receitas envolveram não apenas a cultura principal mas também as culturas antecedentes, conforme as Tabelas 10 (algodão), 11 (soja) e 12 (milho). A produtividade utilizada para o cálculo da receita foi a média dos anos estudados (1998-2005). Devido ao fato de a Fazenda Planalto ter unidade beneficiadora própria, considerou-se dois produtos finais para o algodão: a pluma (38% da produtividade) e o caroço.

O custo total/ha do sistema integrado de produção (custos fixos + variáveis + comercialização) foi de R\$ 8.840,68, sendo que 94,8% deste foi devido aos custos variáveis e, destes, 59,5% foram relativos ao subsistema algodão, enquanto 18,3% e 22,2% foram, respectivamente, devidos aos da soja e do milho (Tabela 11).

Com base na produtividade média, o custo total médio de cada subsistema foi de R\$ 46,27 (por arroba de pluma de algodão), de R\$ 27,74 (por saca de 60 kg de soja) e de R\$ 13,60 (por saca de 60 kg de milho). Ou seja, o custo do subsistema algodão foi cerca de 67% maior que o da soja e 3,4 vezes maior que o do subsistema milho.

As receitas foram, também, superiores para o subsistema algodão, em comparação com os demais subsistemas. Conseqüentemente, a renda líquida também foi maior para o algodão, demonstrando que os preços praticados no mercado compensam o custo de produção elevado deste subsistema. Salienta-se que a receita deste subsistema foi integrada pela venda da pluma mais a do caroço de algodão.

A renda líquida, por hectare, agregada do sistema de produção como um todo, foi de R\$ 1.416,59, sendo que a do subsistema algodão foi extremamente mais elevada (R\$ 1.196,63) que a do milho (R\$ 204,58) e da soja (R\$ 15,38).

Tabela 11. Sumário da análise econômica de todas as culturas do sistema de produção de grãos e fibra da Fazenda Planalto (base: 2005).

Componentes	Unidade	Algodão	Soja	Milho	Total
Custo fixo	R\$/ha	196,00	130,67	130,67	457,34
Custo variável	R\$/ha	4.989,05	1.537,59	1.856,70	8.383,34
Custo total	R\$/ha	5.185,05	1.668,26	1.987,37	8.840,68
Custo variável médio	R\$	44,53	25,57	12,71	
Custo total médio	R\$	46,27	27,74	13,60	
Receita	R\$	6.381,68	1.683,64	2.191,95	10.257,27
Margem bruta	R\$	1.392,63	146,05	335,25	1.873,93
Margem líquida	R\$	1.196,63	15,38	204,58	1.416,59
Produtividade esperada	@ ou sc	112,05	60,13	146,13	
Relação benefício/custo		1,23	1,01	1,10	
Lucratividade	%	18,75	0,91	9,33	
Rentabilidade	%	23,08	0,30	3,95	

A relação benefício/custo média do sistema integrado de produção foi de 1,16, indicando um retorno positivo de 16 centavos para cada Real invertido. Ressalta-se que, no ano de avaliação (2005), o benefício/custo do subsistema do algodão teve significativa influência na relação média, já que ficou 22 pontos acima do da soja e 13 pontos acima do mesmo índice do subsistema milho.

Os indicadores lucratividade e rentabilidade relativos ao sistema integrado como um todo foram, em média, respectivamente, 13,8% e 16% ratificando a eficiência econômica do sistema de rotação envolvido. Com relação a esses indicadores individualmente, o subsistema algodão também apresentou valores muito superiores aos demais subsistemas, indicando a importância econômica dessa cultura para este sistema integrado.

8. Sugestões e Recomendações

No sistema de produção integrado verificou-se haver elevado número de aplicações de diversos agroquímicos que visam, principalmente, a defesa sanitária da cultura do algodoeiro. Embora essas ações sejam fundamentais para a obtenção de rendimentos considerados satisfatórios nessa cultura, tais ações geram passivo ambiental ainda não adequadamente equacionado. A busca de alternativas que, sem perda da rentabilidade da atividade, permitam o controle fitossanitário com mínimo impacto ambiental possível (biorepelentes, por exemplo) deve ser tema preferencial de pesquisa científica.

Quanto ao manejo do sistema solo-planta descrito, sugere-se adequar-se a adubação de P, S e de micronutrientes (B, Cu, Mn) mediante testes em pequenas áreas da produção, visando corrigir doses, épocas e formas de aplicação de fertilizantes.

Sistemas conduzidos em Plantio Direto devem buscar sempre a estabilidade na produção e na geração de lucro, por meio do máximo aproveitamento de tempo (período chuvoso) e do uso da terra. Dessa forma, o sistema integrado de produção descrito, embora apresente características relevantes quanto ao uso da terra, ainda pode melhorar no que se refere ao aproveitamento das culturas para gerar renda.

Considerando que os grãos de nabo forrageiro contém cerca de 30% de óleo de boa qualidade para combustível, e que na região existe empresa compradora de produtos agrícolas para a produção de biodiesel, o rendimento dessa cultura deveria ser avaliado com essa finalidade. Nesse caso, na propriedade poderiam ser feitos testes visando identificar cultivares de nabo mais produtivas e com maior teor de óleo, avaliando-se, também, outras técnicas agrônômicas, como a densidade de semeadura e o espaçamento.

Além disso, outras espécies poderiam ser utilizadas como alternativas ao nabo, como o crambe (*Crambe abyssinica*) e a canola (*Brassica napus*). Neste sentido, com pequenas alterações nos esquemas de culturas outros sistemas de rotação poderiam ser utilizados, tais como:

algodão - soja - nabo (produção de óleo) - milho (safra normal) - crambe (produção de óleo) – milheto - algodão;

Por outro lado, visando incrementar a biodiversidade, o milheto poderia ser substituído, em alguns anos, por *Brachiaria ruziziensis*; com isso o esquema de rotação ficaria:

algodão- soja - nabo (produção de óleo) - milho (safra normal) - crambe (produção de óleo) – *Brachiaria ruziziensis* - algodão

A introdução de espécies no outono-inverno visando à comercialização de produtos gerados tornaria o sistema mais eficiente e rentável e incrementaria a biodiversidade, possibilitando a expectativa de menores custos com o controle fitossanitário ou de uso mais equilibrado de nutrientes nas culturas de primavera-verão.

9. Extrapolação e Uso deste Sistema de Produção para Condições de Solo e Clima Semelhantes

O Sistema Santanna - sistema integrado de produção de grãos e fibra descrito, com algumas adaptações, em função de características específicas de solo, de clima e de mercado, pode ser utilizado, na região Sudoeste do Brasil Central, por agricultores esclarecidos que queiram adotar modelo de

produção mais conservacionista, agronomicamente mais correto e ambientalmente mais saudável do que os sistemas atualmente predominantes nessa região.

Entende-se que esse sistema de produção consiste num avanço em termos qualitativos no sentido de uma agricultura mais responsável quando comparado ao cultivo contínuo de sequências simples (cultura de cobertura - cultura comercial) ou monoculturas, fato que se torna ainda mais evidente quando a cultura principal é o algodoeiro.

10. Referências

ALGODÃO: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 296 p.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

CALEGARI, A. Adubação verde. In: MANUAL técnico do sub-programa de manejo e conservação de solo. Curitiba: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, 1989. p. 178-85.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; COSTA, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p. 1-55.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milheto e crotalária. **Acta Scientiarum: agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: SIDRA: Banco de dados agregados: produção agrícola municipal. [Rio de Janeiro, 2006]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>>. Acesso em: 17 jul. 2006.

MILHO: informações técnicas. Dourados: Embrapa-CPAO, 1997. 222 p. (Embrapa-CPAO. Circular técnica, 5).

REIN, T. A.; SOUZA, D. M. G. de. Adubação com enxofre. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 227-244.

SIQUEIRA, O. J. F. de; SCHERER, E. E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J. F.; TEDESCO, M. J.; MILAN, P. A.; ERNANI, P. R. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 100 p.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 11).

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205p.



Agropecuária Oeste

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

