



# Agricultura de Baixo Carbono

Tecnologias e Estratégias de Implantação



Myriam Maia Nobre  
Ivênio Rubens de Oliveira  
Editores Técnicos

**Embrapa**

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

# **Agricultura de Baixo Carbono Tecnologias e Estratégias de Implantação**

*Myriam Maia Nobre  
Ivênio Rubens de Oliveira*

**Editores Técnicos**

*Embrapa  
Brasília, DF  
2018*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1207 / 3027-1100

www.embrapa.br/www.embrapa.br//fale-conosco/sac/

### **Unidade Responsável pelo conteúdo e pela edição**

Embrapa Milho e Sorgo

### **Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Sidney Netto Parentoni*

Secretária-Executiva: *Elena Charlotte Landau*

Membros: *Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de Castro*

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Editoração eletrônica: *Tânia Mara Assunção Barbosa*

Arte da capa: *Rafael Alves da Rocha*

Fotos da capa: Foto 1 (principal): Alexandre Abdão; Foto 2 (plântio direto): Álvaro Vilela

Foto 3 (gado): Gabriel Faria

### **1ª edição**

1ª impressão (2018): 200 exemplares

### **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 Milho e Sorgo

---

Nobre, Myriam Maia.

Agricultura de baixo carbono : tecnologias e estratégias de implantação / Myriam Maia Nobre, Ivênio Rubens de Oliveira, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

194 p. : il. color.; 21.0 x 29.7 cm.

ISBN 978-85-7035-855-4

1. Agricultura sustentável. 2. Impacto ambiental. 3. Sistema de cultivo. 4. Desenvolvimento sustentável. I. Oliveira, Ivênio Rubens de. II. Embrapa Milho e Sorgo.

CDD (21. ed.) 630

---

*Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)*

© Embrapa, 2018

# Agradecimento

A primeira edição desta publicação foi viabilizada com recursos do Termo de Execução Descentralizada nº 17/2016, firmado entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e a Embrapa Milho e Sorgo, por iniciativa do Grupo Gestor do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono em Minas Gerais (Plano ABC-MG), e com o apoio financeiro da Coordenação Geral de Mudança do Clima, Florestas Plantadas e Agropecuária Sustentável (CGMC), do Departamento de Produção Sustentável da Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação (SDI).

O livro aborda tecnologias e estratégias necessárias para a implantação de uma agricultura mais sustentável nos sistemas produtivos agropecuários. Além da publicação, a parceria possibilitou a oferta de um curso online com foco nas principais tecnologias do Plano ABC.



# **Autores**

## **Ademir Hugo Zimmer**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

## **Alexandre Martins Abdão dos Passos**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Álvaro Vilela de Resende**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Antônio Marcos Coelho**

Engenheiro-agrônomo, PhD em Fertilidade do Solo e Agricultura de Precisão, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Emerson Borghi**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Flávia Cristina dos Santos**

Engenheira-agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Ivênio Rubens de Oliveira**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Manoel Ricardo de Albuquerque Filho**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Manuel Cláudio Motta Macedo**

Engenheiro-agrônomo, PhD em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

**Maria Celuta Machado Viana**

Engenheira-agrônoma, doutora em Biologia Vegetal, pesquisadora da Epamig, Prudente de Morais, MG

**Miguel Marques Gontijo Neto**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Myriam Maia Nobre**

Médica veterinária, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Ramon Costa Alvarenga**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Roberto Giolo de Almeida**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

**Rosangela Maria Simeão**

Bióloga, doutora em Genética, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

**Rubens Augusto Miranda**

Economista, doutor em Administração, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

# Apresentação

O Brasil se tornou ao longo das últimas décadas uma potência mundial na produção agropecuária. A tendência ainda é de crescimento, e novas áreas são agregadas ao sistema de produção de grãos a cada ano. Mas chegamos a um ponto de continuar crescendo esta produção, sem ocupar áreas oriundas de desmatamentos e contornando as adversidades climáticas tão comuns nos nossos dias.

A paisagem no campo vem mudando, e onde antes se viam áreas destinadas à pecuária, hoje vemos plantio de grãos. Aliadas a isso, as tecnologias resultantes de pesquisas permitiram o aumento da produtividade em todos os tipos de exploração agropecuária. Assim, produzimos cada vez mais sem que haja o aumento de áreas para cultivo. Mas o grande desafio é manter esta produção de forma sustentável. Ao gerar conhecimentos e ativos tecnológicos para a sustentabilidade da agropecuária brasileira, a Embrapa vinculou sua atuação, direta ou indiretamente, aos objetivos da Agenda 2030, estabelecida em 2015 pelas Nações Unidas, que busca o desenvolvimento sustentável.

A Embrapa possui décadas de pesquisa científica em temas de grande impacto para o setor agropecuário nacional. Esta publicação aborda uma visão geral sobre os impactos do clima na agricultura, as ações governamentais e políticas públicas existentes para enfrentar esses desafios, tais como o Plano para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) e, por fim, tecnologias para que esta agricultura de baixa emissão de carbono de fato ocorra. São tecnologias como conservação de solos, sistema de plantio direto, recuperação de pastagens degradadas e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Conhecer mais sobre elas nos capacitará a atuar no campo da produção agropecuária com foco na sustentabilidade, o que coloca o Brasil na vanguarda do agronegócio mundial.

### ***Os Editores***

# Sumário

## **Capítulo 1**

Mudanças climáticas e a agricultura de baixa emissão de carbono..... 11

## **Capítulo 2**

Manejo do solo com foco em sistemas integrados de produção .....34

## **Capítulo 3**

Sistema de plantio direto.....62

## **Capítulo 4**

Recuperação de pastagens degradadas ..... 106

## **Capítulo 5**

Integração lavoura-pecuária-floresta - ILPF..... 140

## **Capítulo 6**

Gestão e avaliação de sistemas ILPF ..... 180

# Capítulo 1

---

## Mudanças climáticas e a agricultura de baixa emissão de carbono

*Ivênio Rubens de Oliveira*

*Miguel Marques Gontijo Neto*

*Myriam Maia Nobre*

### Impactos do clima na agricultura

Nos últimos 100 anos, a temperatura média global aumentou, o que traz consequências e impactos relacionados à mudança do clima e representa um dos maiores desafios ambientais a serem enfrentados pela humanidade.

No Brasil, maiores frequência e intensidade nos eventos extremos de curta duração, tais como secas, chuvas intensas, ondas de frio ou de calor, vendavais, furacões, inundações e ressacas, estão associados ao aquecimento global. A consequência disso é o aumento da vulnerabilidade dos impactos na população, nos setores econômicos e na biodiversidade, na medida em que a variabilidade climática e a ocorrência desses eventos se intensificarem.

As mudanças climáticas se manifestam de diversas formas. Entretanto há evidências científicas de que o aumento de concentração dos Gases de Efeito Estufa (GEEs) na atmosfera tem conduzido a temperaturas mais elevadas, a variações no

regime de chuvas, as perturbações nas correntes marítimas, a retração de geleiras e a elevação do nível dos oceanos.

## **O efeito estufa**

O efeito estufa é um fenômeno natural, que mantém a temperatura média da Terra e viabiliza a existência de vida. Sem ele, o planeta seria coberto de gelo e estaria sujeito a variações bruscas de temperatura. Ele atua como uma cobertura que retém parte da radiação solar absorvida pela Terra, redistribuindo-a pela circulação atmosférica e oceânica. De modo simples, podemos entender esse fenômeno como se fossem os painéis de vidro de uma estufa, onde as plantas crescem. O vapor d'água, o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e outros gases da atmosfera atuam como o vidro de uma estufa. O vidro é transparente à luz do Sol, portanto a luz passa e aquece as plantas e o interior da estufa. Entretanto, o vidro também isola a estufa, mantendo o calor que se gera quando a radiação infravermelha é reemitida. Da mesma maneira, a radiação infravermelha do Sol passa pela atmosfera da Terra; porém, o vapor d'água, o  $\text{CO}_2$  e outros gases tendem a isolar a Terra, segurando o calor. A Terra absorve certa quantidade de calor e perderia a mesma quantidade através da atmosfera caso não existisse esse efeito da retenção de calor promovido pelo vapor d'água e o  $\text{CO}_2$ .

Graças ao aumento progressivo de consumo de combustíveis fósseis, à intensificação do uso dos recursos naturais, aos processos produtivos e agrícolas não sustentáveis, ao mau gerenciamento de resíduos e às alterações no uso da terra (por exemplo, o desmatamento), observa-se o aumento desordenado da concentração dos GEEs na atmosfera. Na Tabela 1, estão os principais GEEs, sua fórmula química, concentração atmosférica

no período pré-industrial e em 2005, tempo de permanência na atmosfera (em anos), fontes de emissão e potencial de aquecimento global em relação ao CO<sub>2</sub>. As emissões e o aumento das concentrações atmosféricas de GEEs provocam um aumento do Potencial de Aquecimento Global da Atmosfera. Isso leva ao aumento da temperatura média do planeta e provoca as mudanças climáticas. Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change (Metz et al., 2007), a intensificação no aumento da concentração de GEEs se deve às atividades humanas, principalmente aquelas que provocam mudanças na relação reflexão/absorção da radiação solar ou na emissão/absorção da radiação terrestre, o que ocasiona variações climáticas.

**Tabela 1.** Principais gases de efeito estufa (GEEs).

GEE	Fórmula química	Concentração pré-industrial	Concentração em 2005	Permanência na atmosfera (ano)	Fontes antropogênicas	Potencial de aquecimento global
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	278000 ppbv	379000 ppbv	variável	combustíveis, uso do solo, produção de cimento	1
Metano	CH <sub>4</sub>	715 ppbv	1774 ppbv	12.2 +/-3	combustível, cultura de arroz, lixões, gado	21
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	270 ppbv	319 ppbv	120	fertilizantes, processos industriais	310
CFC-12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0	0,503 ppbv	102	líquidos refrigerantes, espumas	6200/7100
HCFC-12	CHClF <sub>2</sub>	0	0,105 ppbv	12,1	líquidos refrigerantes	1300/1400
Perfluometano	CF <sub>4</sub>	0	0,070 ppbv	50000	produção de alumínio	6500
Hexafluoreto de enxofre	SF <sub>6</sub>	0	0,032	3200	fluidos dielétricos	23900

Fonte: Metz et al. (2007).

A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é responsável por mais da metade do aquecimento global. O aumento desta concentração se deve à queima de combustíveis fósseis nas atividades

industriais e transportes, e às alterações no uso e na ocupação da terra, principalmente os desmatamentos. Além do  $\text{CO}_2$ , o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) também aumentou sua contribuição no total de emissões por fontes naturais e por aquelas derivadas de atividades humanas.

O aumento de sua concentração na atmosfera está relacionado ao uso de fertilizantes na agricultura e às atividades industriais. O  $\text{N}_2\text{O}$  é produzido naturalmente nos processos bacterianos para conversão de compostos em nutrientes em estuários e zonas costeiras, nas florestas tropicais e até mesmo por bactérias que vivem no solo.

O metano ( $\text{CH}_4$ ) ocorre naturalmente por meio da digestão anaeróbia da matéria orgânica. Apesar de ter uma concentração menor que a do  $\text{CO}_2$ , o metano é mais potente para reter calor. Há uma crescente concentração desse gás por causa das ações humanas como o aumento da disposição de resíduos, o tratamento anaeróbio de efluentes, a queima da biomassa, os processos agrícolas como a rizicultura, os processos digestivos de ruminantes e os processos de extração de combustíveis minerais.

A emissão de GEEs está relacionada a duas causas principais: uma é geração, transformação e utilização da energia em processos industriais e de transporte. A outra não é energética e relaciona-se às mudanças no uso de solo, resíduos e agricultura.

Temos reservatórios naturais e sumidouros (ecossistemas com a capacidade de absorver  $\text{CO}_2$ ) de GEEs que estão presentes em plantas, solos e oceanos. Esses sumidouros captam e utilizam gases presentes na atmosfera em seus processos fisiológicos.

Alguns são neutralizadores ou compensadores de emissões, como em processos de fotossíntese vegetais e fitoplânctons. No entanto, essa capacidade pode ser reduzida por meio de queimadas e desmatamentos ou pela contaminação de solos e oceanos.

Os efeitos das alterações climáticas na agricultura estão associados ao aumento da temperatura, às altas taxas de concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera e ao aumento na frequência de eventos climáticos extremos, que modificam os níveis de precipitação. Estudos do IPCC apontam uma queda de 30% na produtividade agrícola até 2080, afetando cerca de 50% das áreas aráveis, até 2050. Para o Brasil, aumentos na temperatura entre 1 °C e 5,8 °C representam riscos agroclimáticos com reduções consideráveis nas culturas de feijão, soja, algodão, arroz, milho e cana-de-açúcar.

As alterações climáticas também afetam questões ligadas à fitossanidade. Normalmente, pragas, doenças e plantas daninhas podem diminuir a produção de 31% a 42% de todas as culturas no mundo. Nesses cálculos, ainda não estão incluídas as perdas causadas por fatores ambientais. As mudanças no clima podem causar significativas alterações na ocorrência e na severidade de pragas, com graves consequências econômicas, sociais e ambientais.

A estimativa de perda na safra de grãos é de R\$ 7,4 bilhões para 2020, podendo atingir R\$ 14 bilhões em 2070. O aquecimento global afetaria a geografia da produção agrícola no Brasil e praticamente todas as culturas seriam impactadas quanto ao potencial agrícola de áreas para plantio (Tabela 2).

**Tabela 2.** Variação das áreas com potencial agrícola para plantio das principais culturas brasileiras.

Culturas	Área potencial atual (km <sup>2</sup> )	Cenário A2 – 2020		Cenário A2 – 2070	
		Área potencial estimada (km <sup>2</sup> )	Variação (%)	Área potencial estimada (km <sup>2</sup> )	Variação (%)
Algodão	4.029.507	3.583.461	-11,07	3.386.020	-16,12
Arroz	4.168.806	3.764.488	-09,70	3.577.169	-14,19
Café	395.976	358.446	-09,48	265.243	-33,01
Cana	619.422	1.608.994	159,76	1.351.441	118,18
Feijão	4.137.837	3.957.481	-04,36	3.587.559	-13,30
Girassol	4.440.650	3.811.838	-14,16	3.633.928	-18,17
Mandioca	5.169.601	5.006.777	-03,15	6.268.636	-21,26
Milho	4.381.791	3.856.839	-11,98	3.624.487	-17,28
Soja	2.790.265	2.132.001	-23,59	1.635.239	-41,39

Fonte: Deconto (2008).

## Mitigação das emissões de GEEs

A mitigação consiste na adoção de medidas para evitar ou reduzir as emissões de GEEs por meio de políticas e instrumentos que promovam desenvolvimento sustentável e mudanças nos processos produtivos e no setor energético, com a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes.

O “potencial de mitigação” avalia a escala das reduções nas emissões de GEEs e se relaciona com o preço do carbono (tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente evitada ou reduzida). Dividido em potencial de mercado e potencial econômico, o primeiro se baseia nos custos e nas taxas de desconto refletindo a perspectiva dos consumidores e das empresas. O segundo contabiliza as taxas de descontos, os custos e os benefícios sociais que refletem os pontos de vista da sociedade, por isso é maior que o potencial de mercado.

Existem diversas opções para a mitigação das emissões: Substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis ou renováveis, aumento na eficiência energética com adoção de tecnologias mais limpas, intensificação no uso de energias alternativas de fontes renováveis e sumidouros de carbono, processos industriais, soluções para transporte, construções comerciais e industriais, mudanças no uso de terras e florestas (redução da taxa de desflorestamento e florestamento), melhoria no manejo de florestas e áreas agricultáveis e gestão de resíduos em geral.

## **Adaptação às mudanças climáticas**

A adaptação aos impactos das mudanças climáticas pode ser a única resposta possível para enfrentar o problema. Se a concentração de GEEs na atmosférica se estabilizar, ainda assim o aumento da temperatura ocorrerá. Para que uma política global atenda à demanda de adaptação e seja eficaz, precisam estar envolvidos alguns fatores, entre eles: Fixação do preço do carbono mediante impostos, do comércio ou de regulamentos; Política de apoio à inovação e à utilização de tecnologias de baixo carbono; Ações de incentivo à adoção de fontes energéticas limpas/renováveis; Ações de sensibilização e comunicação com a sociedade sobre o que podem fazer para contribuir com ações de adaptação e/ou mitigação.

A transição do atual modelo de produção agrícola para um modelo de baixa emissão de carbono é um grande desafio, que representa, ao mesmo tempo, uma grande oportunidade para o setor. A vulnerabilidade dos sistemas agrícolas está diretamente ligada às estratégias de adaptação ou mitigação a ser implementadas em curto, médio e longo prazo. É essencial a

adoção de medidas para desenvolver a capacidade de adaptação nas regiões que serão afetadas pela mudança do clima, assim como para minimizar os impactos e os custos das estratégias a serem desenvolvidas.

## **Ações governamentais e políticas públicas**

A discussão mundial sobre mudanças climáticas teve seu marco legal na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, em 1992, também conhecida como Eco-92, quando foi elaborado o tratado internacional conhecido como Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC - do original em inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change*). Anualmente ocorrem reuniões do foro internacional denominadas Conferência das Partes da Convenção-Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP), que consistem em uma cúpula internacional, formada por representantes de mais de 190 países, que discutem as bases para o estabelecimento e o acompanhamento dos acordos internacionais.

Ainda na COP3, em 1997, no Japão (Protocolo de Quioto) mais de 170 países signatários propuseram um calendário no qual teriam a obrigação de reduzir a emissão GEEs em pelo menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990, no período de 2008 a 2012. Neste contexto, acredita-se que o Brasil seja capaz de responder a grandes desafios mundiais apresentados pela ONU, como o aumento da produção de alimentos, a adaptação de sistemas produtivos e a redução dos GEEs. A previsão é de que o setor agropecuário brasileiro alcance a redução de emissões de CO<sub>2</sub> em 0,9 gigatoneladas até 2030.

Os resultados ambientais do setor agropecuário nacional relacionam-se, principalmente, ao Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC (Brasil, 2012). Coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), este plano visa práticas sustentáveis que reduzam emissões e retenham carbono por meio da adoção de uma série de tecnologias.

### **Plano agricultura de baixa emissão de carbono (ABC)**

Tecnologias voltadas para a produção rural sustentável são desenvolvidas por órgãos de pesquisa e inovação em todos os países, e o Brasil tem sido um dos grandes investidores nessa área por meio da Embrapa, das escolas de Ciências Agrárias, dos organismos estaduais de pesquisa e pelo setor privado. Tais esforços visam reduzir a demanda por defensivos e fertilizantes, água e combustíveis, diminuindo a emissão de GEEs e conferindo ao agronegócio brasileiro uma posição de destaque no cenário global de sustentabilidade produtiva.

O Plano ABC preconiza práticas agropecuárias e florestais mais eficientes, com aumento de renda para o produtor, em seis áreas: recuperação de pastagens degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta e sistemas agroflorestais, plantio direto na palha, fixação biológica de nitrogênio, plantio de florestas comerciais e tratamento de dejetos animais.

Somadas, as ações do Plano ABC podem cumprir ou, até mesmo, superar a meta de redução em emissões de GEE de 133 milhões a 166 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq., previstas na lei da Política

Nacional sobre Mudança do Clima (Brasil, 2009). Tais metas foram ofertadas como compromisso internacional do Brasil à Convenção do Clima das Nações Unidas por meio do Acordo de Copenhague no qual propôs objetivos voluntários de redução de emissões para toda a economia e comprometeu-se a reduzir suas emissões de GEEs de 36,1% a 38,9% em relação ao que emitiria em 2020 se nada fosse feito. O governo brasileiro esperava inspirar as nações industrializadas a aumentar a ambição das próprias ações de corte de emissões. Para atingir o objetivo proposto, o País listou uma série de ações de mitigação (conhecidas como NAMAS, ou Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas) de CO<sub>2</sub> e outros gases, listadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Proposta brasileira de mitigação de emissões de GEEs

Ações de mitigação	2020 Tendencial	Amplitude da redução 2020 milhões T CO <sub>2</sub> EQ		Proporção de redução (%)	
<b>Uso da terra</b>	<b>1.084</b>	<b>669</b>	<b>669</b>	<b>24,7</b>	<b>24,7</b>
Desmatamento na amazônia (80%)		564	564	20,9	20,9
Desmatamento no cerrado (40%)		104	104	3,9	3,9
<b>Agropecuária</b>	<b>627</b>	<b>133</b>	<b>166</b>	<b>4,9</b>	<b>6,1</b>
Recuperação de pastos		83	104	3,1	3,8
ILP, ILPF, SAF		18	22	0,7	0,8
Plantio direto		16	20	0,6	0,7
Fixação biológica de nitrogênio		16	20	0,6	0,7
<b>Energia</b>	<b>901</b>	<b>166</b>	<b>207</b>	<b>6,1</b>	<b>7,7</b>
Eficiência energética		12	15	0,4	0,6
Uso de biocombustíveis		48	60	1,8	2,2
Expansão de energia por hidroelétrica		79	99	2,9	3,7
Fontes alternativas		26	33	1,0	1,2
<b>Siderurgia</b>	<b>92</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
<b>Total</b>	<b>2.704</b>	<b>976</b>	<b>1.052</b>	<b>36,1</b>	<b>38,9</b>

Fonte: Agricultura... (2013a, 2013b).

As metas de Copenhague ampliaram um esforço iniciado em 2008, quando o Brasil publicou seu Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que admitia adotar um compromisso de

mitigação reduzindo o desmatamento na Amazônia em 80%. As emissões da agropecuária brasileira, sem contar as provocadas pelo desmatamento, também eram significativas e chegavam a cerca de 30% do total nacional. Por isso, no fim de 2009, o País já tinha uma estratégia de ABC.

Em 2010, o governo federal disponibilizou uma linha de crédito para o Plano ABC, com foco em: (a) recuperação de pastagens degradadas; (b) sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); (c) sistema de plantio direto na palha (SPD); (d) substituição de fertilizantes nitrogenados pela fixação biológica do nitrogênio (FBN) na produção de leguminosas (como, por exemplo, a soja e o feijão), além de outras espécies; (e) plantio de florestas; e (f) uso de tecnologias para geração de energia e compostagem a partir do tratamento dos dejetos animais. Assim começou o Programa ABC, criado pelo Mapa como uma linha de crédito agrícola no BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), com juros mais atrativos do que os de mercado e que, em 2011, ganhou regras próprias de financiamento por meio de uma resolução do Banco Central. Ainda em 2011, o Plano ABC foi finalizado e oficialmente entregue à sociedade como política setorial de mitigação das mudanças climáticas.

O Plano ABC apresenta, além das proposições tecnológicas fundamentadas em estudos científicos, um componente de capacitação dos atores envolvidos, financiamento para pesquisas e, principalmente, a necessidade do monitoramento das atividades, tanto do ponto de vista financeiro, como do ponto de vista da eficiência na captura do carbono. Mas para ampliar a adoção das tecnologias do Plano ABC é fundamental que o país possa contar com técnicos capazes de levar a agricultura de baixa emissão de carbono até aos produtores rurais.

## **Tecnologias para agricultura de baixa emissão de carbono**

### **Recuperação de pastagens degradadas**

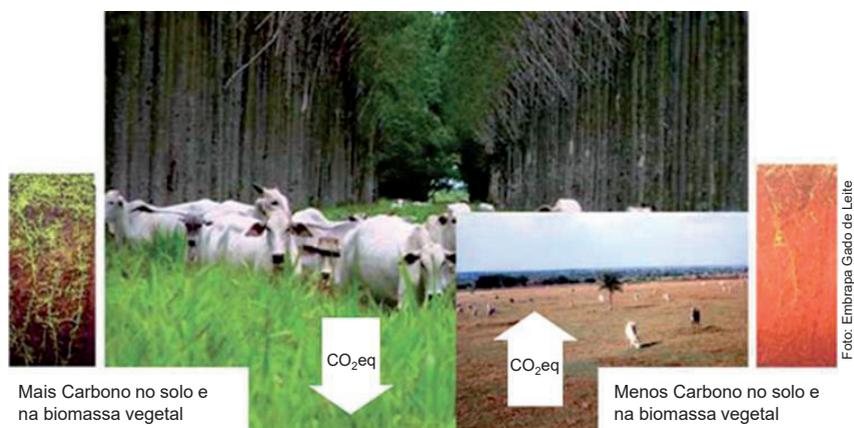
A degradação de pastagens é o processo de perda de vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, assim como para superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras. Com o avanço do processo de degradação, verifica-se a perda de cobertura vegetal e a redução no teor de matéria orgânica do solo, o que causa a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (Tabela 4). Com a recuperação das pastagens, via semeadura, adubação e manejo adequado, inverte-se o processo e o solo passa a acumular carbono reduzindo em pelo menos 60% a emissão de CO<sub>2</sub> no sistema de produção.

A quantidade de biomassa produzida cresce e, conseqüentemente, permite aumentar a quantidade de cabeças de gado por hectare (Figura 1). Hoje, no Brasil, a média da chamada capacidade de suporte de uma pastagem, em unidades animais (UA – medida-padrão, que corresponde a um animal de 450 kg), é 0,4 UA/ha. Num pasto recuperado, ela pode chegar a 1 UA/ha ou mais, o que aumenta a renda do produtor, diminui a pressão por mais terras para a pecuária e evita o desmatamento. Também diminuem a emissão de metano e o tempo até o abate.

**Tabela 4.** Emissões anuais de CO<sub>2</sub>eq. por ganho de peso vivo até abate em 4 cenários de manejo.

Sistema Pastagem	Emissão de CO <sub>2</sub> EQ/KG GPV				
	Ganho de peso (G/CAB/Dia)	Emissão de CH <sub>4</sub>	Emissão de N <sub>2</sub> O (G)	Emissão de CO <sub>2</sub>	Emissão total GEE (kg)
1. Degradada – <i>Brachiaria decumbens</i>	137	26.880	4.086	1.355	32,3
2. Bom manejo sem N – <i>B. decumbens</i>	191	13.714	2.675	847	17,2
3. Consórcio – <i>B. decumbens</i> e <i>Stylosanthes guianensis</i>	364	7.226	1.921	684	9,8
4. Com 150 kg de N – <i>Panicum maximum</i>	904	2.036	470	698	3,2

Fonte: Agricultura... (2013a, 2013b).

**Figura 1.** Esquema de visualização do aumento de biomassa e de unidades animais por hectare.

A meta original do Plano ABC era induzir a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas em todo o País até 2020. No Brasil, isso pode representar, no fim do período, uma redução de emissões de mais de 100 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq.) (Tabela 5) uma vez que existem em torno de 60 milhões de hectares de pastos degradados. Assim, o potencial de mitigação é quatro vezes maior do que o contemplado no Plano ABC.

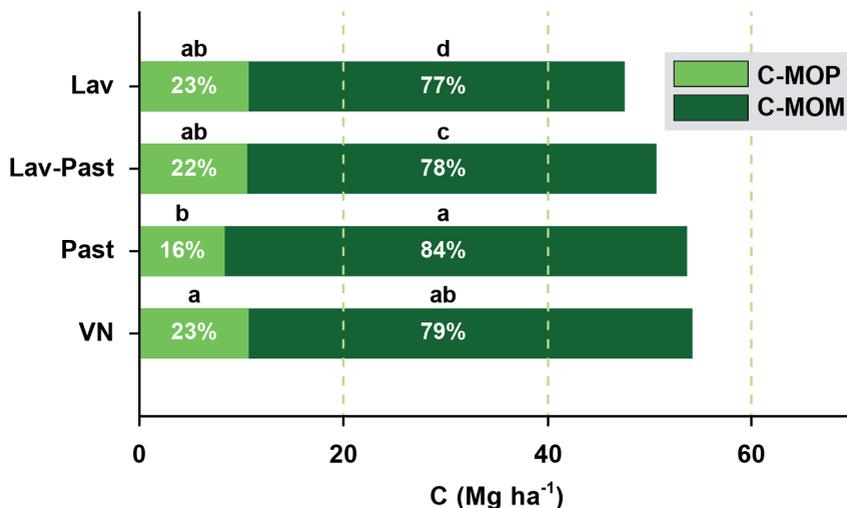
**Tabela 5.** Resumo das emissões em pastagens com e sem recuperação na proposta referente à Recuperação de Pastagens Degradadas.

Ano	Área implantada (milhões de ha)	Sem recuperação	Emissões	
			(milhares de T CO <sub>2</sub> eq. Ano <sup>-1</sup> )	Redução
1	1,5	104.479,10	72.314,40	10.169,10
2	3	104.479,10	62.145,30	20.338,20
3	4,5	104.479,10	51.976,20	30.507,30
4	6	104.479,10	41.807,10	40.676,40
5	7,5	104.479,10	31.638,00	50.845,50
6	9	104.479,10	21.468,90	61.014,60
7	10,5	104.479,10	11.299,80	71.183,70
8	12	104.479,10	1.130,70	81.352,80
9	13,5	104.479,10	-9.038,40	91.521,90
10	15	104.479,10	-19.207,50	101.691,00

## Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e sistemas agroflorestais (SAFs) são estratégias de produção sustentável que integram, na mesma área, atividades agrícolas, pecuárias e florestais, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionados contemplando Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração Pecuária-Floresta (IPF) e Integração Lavoura-Floresta (ILF).

O alto teor de matéria orgânica é um dos principais benefícios dos sistemas integrados, uma vez que melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo. Por outro lado, a adoção de um sistema de monocultura por alguns anos pode ocasionar a perda constante de matéria orgânica e comprometer a qualidade do solo (Figura 2). A adoção de sistemas ILPF promove fixação de carbono no solo pelo grande aporte de resíduos vegetais que produz.



**Figura 2.** Estoques de carbono, na camada 0 a 20 cm do solo, nas frações associada aos minerais do solo (C-MOM) e na matéria orgânica particulada (C-MOP) e a proporção entre as duas frações em sistemas de manejo de lavoura (Lav), lavoura-pastagem (Lav-Past), pastagem (Past) e vegetação nativa (VN) em experimentos de longa duração. Letras iguais sobre as barras da mesma variável indicam semelhança a DMS 5%.

Fonte: Salton et al., (2005).

A meta do Plano ABC é promover a adoção da ILPF em 4 milhões de hectares. Isso corresponde a uma redução de emissões de 18 milhões a 28 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. ou mais. Com a adoção da ILPF e da recuperação de pastagens, tem-se o adicional de 0,6 UA/ha x 19 milhões de ha, o que seria 11,4 milhões de novas UA no sistema, ou o equivalente a 15,2 milhões de cabeças de gado. Se for mantida a mesma capacidade de suporte nos pastos degradados, para atingir 11,4 milhões de novas UA, seria necessário desmatar mais 28,5 milhões de hectares.

## Sistema de Plantio Direto

A tecnologia do plantio direto consiste de um conjunto de práticas que visam conservar o solo e sua cobertura, evitando seu revolvimento excessivo, diferente do que ocorre no preparo tradicional do solo para o plantio que reduz os teores de matéria orgânica do solo, além de promover exposição e erosão. No sistema de plantio direto (SPD), o solo é revirado o mínimo possível. A cobertura de palha da safra anterior é mantida e o intervalo entre a colheita de uma safra e a semeadura da seguinte é reduzido ou eliminado, o que contribui para a conservação do solo e da água, aumento da eficiência da adubação, incremento do conteúdo de matéria orgânica do solo, redução do uso de agrotóxicos e do consumo de energia fóssil, já que a exigência de máquinas e implementos agrícolas é menor. Quando a meta do Plano ABC foi calculada, existiam no Brasil cerca de 25 milhões de hectares em plantio direto. O Plano propõe expandir o SPD atingindo uma área total de 33 milhões de hectares. Somente o incentivo para a adoção do SPD em 8 milhões de hectares adicionais (800 mil hectares/ano) representa mais 14,64 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. retiradas da atmosfera e retidas na matéria orgânica (Tabela 6).

Em 2011, segundo a FEBRAPDP (Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2012), no Brasil já havia 31 milhões de hectares em SPD. No entanto é preciso adotar um SPD de qualidade, baseado na rotação de culturas e na cobertura permanente do solo, visando aumentar a retenção de matéria orgânica para produzir um acúmulo de carbono no solo de 500 kg/ha/ano (valor adotado para calcular as emissões evitadas por esse sistema no Plano ABC). É preciso um monitoramento criterioso da matéria orgânica nos solos para verificar o cumprimento do objetivo de mitigação.

**Tabela 6.** Redução das emissões (em milhões de T de CO<sub>2</sub>eq. ano<sup>-1</sup>) referente à adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) em 8 milhões de hectares.

Ano	Área implantada (milhões de ha)	Emissões (milhares de T CO <sub>2</sub> eq. Ano <sup>-1</sup> ) Sem SPD	
		Emissões sem SPD	Redução
1	0,8	18.696,00	10.169,10
2	1,6	17.232,00	20.338,20
3	2,4	51.976,20	30.507,30
4	3,2	41.807,10	40.676,40
5	4	31.638,00	50.845,50
6	4,8	21.468,90	61.014,60
7	5,6	11.299,80	71.183,70
8	6,4	1.130,70	81.352,80
9	7,2	-9.038,40	91.521,90
10	8	-19.207,50	101.691,00

### Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é o processo pelo qual o N<sub>2</sub> atmosférico é capturado por bactérias e convertido em nutriente utilizável pelas plantas. O gás N<sub>2</sub> compõe 79% da atmosfera, mas é um tipo de N que não está diretamente disponível para as plantas. Bactérias do gênero *Rhizobium* ou *Azorhizobium*, que vivem em simbiose com a planta, habitando nódulos em suas raízes são capazes de capturar esse elemento.

A FBN pode suprir as necessidades de nitrogênio da planta, substituindo total ou parcialmente a adubação nitrogenada. O sucesso da soja no Brasil está relacionado ao processo de FBN que fornece todo o nitrogênio necessário à planta, mesmo para cultivares mais exigentes. Sua utilização resulta em uma economia anual com fertilizantes em torno de US\$ 7 bilhões. A inoculação de lavouras de feijão com bactérias também tem resultado em rendimentos duas vezes maior do que a média nacional, o que pode gerar uma economia anual de US\$ 500 milhões. A tecnologia também está desenvolvida para gramíneas

como o milho, o trigo e o arroz e está em fase de testes com a cana-de-açúcar e a braquiária, dentre outras.

A FBN é relevante na redução da emissão de GEEs relacionados à fabricação e ao uso de adubos químicos. Nas etapas de produção e transporte de adubos nitrogenados, as emissões de GEEs decorrentes do consumo de energia fóssil representam entre 40% e 50% das emissões totais pelo uso de fertilizantes nas lavouras. Em média, o uso de 1 kg de fertilizante nitrogenado emite o equivalente a 10 kg de CO<sub>2</sub>.

Entre as metas do Programa ABC, está a de incrementar a FBN na produção de 5,5 milhões de hectares e reduzir a emissão de 10 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente até 2020. Considerando que a área plantada de soja no Brasil é de 22,7 milhões de hectares e que a meta para a redução de GEEs seria de incorporar essa tecnologia em mais 5,5 milhões de hectares, a redução da adubação nitrogenada viria principalmente do aumento da área com soja e da expansão da FBN para cana-de-açúcar e milho. O presente compromisso corresponde à redução do uso de fertilizantes nitrogenados e, conseqüentemente, da emissão de N<sub>2</sub>O. A projeção para a expansão da área de soja no País até 2020 permite atingir a meta estabelecida (Tabela 7).

## **Florestas plantadas**

O compromisso de reflorestamento com espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil é de 3 milhões de hectares. Assim, ao final de dez anos, o setor contribuiria para reduzir entre 8 e 10 milhões de T de CO<sub>2</sub>eq. No Plano ABC, no primeiro momento, o que se pretende é reflorestar com *Pinus* e *Eucalyptus*. Em associação ao plano setorial de siderurgia, também previsto no

Decreto 7.390/2010, pretendem-se, até o ano de 2020, atingir 5 milhões de hectares em florestas plantadas, uma ampliação de 50% em relação à área plantada hoje.

**Tabela 7.** Parâmetros para o cálculo da redução das emissões (em milhões de T de CO<sub>2</sub>eq. ano<sup>-1</sup>) referente à fixação biológica de nitrogênio (FBN) em 5,5 milhões de hectares de soja.

Ano	Área implantada (milhões de ha)	Emissões (milhões de T CO <sub>2</sub> eq. Ano <sup>-1</sup> )	
		Emissões sem inoculação	Redução de emissões
1	Investimento em pesquisa	-	-
2	Investimento em pesquisa	-	-
3	Investimento em pesquisa	-	-
4	Investimento em pesquisa	-	-
5	Investimento em pesquisa	-	-
6	1,1	18,08	2,02
7	2,2	16,06	4,04
8	3,3	14,04	6,06
9	4,4	12,02	8,08
10	5,5	10,00	10,00

## Tratamento de dejetos animais

Os processos de biodigestão e compostagem já são conhecidos e proporcionam a redução de custos de produção, evitam o consumo de energia, insumos químicos e diminuem os riscos ambientais, reduzindo a emissão de GEEs e gerando energia por meio da produção de biogás.

O Plano ABC disponibilizou a agricultores, cooperativas e associações que trabalham na cadeia de suinocultura, bovinocultura e avicultura investimentos e infraestrutura adequados necessários para a adoção de tecnologias de tratamento de dejetos animais, viabilizando a redução da emissão de GEEs e gerando renda. A meta é o manejo de 4,39 milhões de m<sup>3</sup> de dejetos até 2020, reduzindo emissões de até 6,9 milhões de T de CO<sub>2</sub>eq.

**Tabela 8.** Parâmetros para o cálculo da redução das emissões (em milhões de T de CO<sub>2</sub>eq. ano<sup>-1</sup>) referente ao tratamento de 4,4 milhões de m<sup>3</sup> de dejetos de animais para geração de energia e produção de composto orgânico.

Ano	Número de esta- belecimentos	M <sup>3</sup> de dejetos ano <sup>-1</sup>	M <sup>3</sup> de biogás ano <sup>-1</sup>	M <sup>3</sup> de CH <sub>4</sub> ano <sup>-1</sup>	Redução em T CO <sub>2</sub> eq ano <sup>-1</sup>
1	2245	4.396.728	81.779.141	49.067.484	690.380
2	2245	8.793.456	163.558.282	98.134.969	1.380.759
3	2245	13.190.184	245.337.422	147.202.453	2.071.139
4	2245	17.586.912	327.116.563	196.269.938	2.761.518
5	2245	21.983.640	408.895.704	245.337.422	3.451.898
6	2245	26.380.368,00	490.674.845,00	294.404.907	4.142.277
7	2245	30.777.096,00	572.453.986,00	343.472.391	4.832.657
8	2245	35.173.824,00	654.233.126,00	392.539.876	5.523.036
9	2245	39.570.552,00	736.012.267,00	441.607.360	6.213.416
10	2245	43.967.280,00	817.791.408,00	490.674.845	6.903.795

## Referências

AGRICULTURA de baixa emissão de carbono: a evolução de um novo paradigma: relatório completo. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, [2013a]. 192 p. il. color. Projeto Observatório ABC. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138507/1/abc-novoparadigma-completo.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

AGRICULTURA de baixa emissão de carbono: quem cumpre as decisões?: sumário executivo. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, [2013b]. 30 p. Projeto Observatório ABC.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J. Impacts of global warnin in the Brazilian agroclimatic risk zoning. In: DIAS, P. L. da S.; RIBEIRO, W. C.; NUNES, L. H. **A contribution to**

**understanding the regional impacts of global change in South America.** São Paulo: University of São Paulo, 2007. p. 175-182.

BRASIL. Comitê Interministerial sobre Mudança no Clima. **Plano nacional sobre mudança do clima: PNMC:** Brasil. Brasília, DF, 2008. 129 p.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF, 29 dez. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm)>. Acesso em: 13 jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa.** Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite.** Brasília, DF, 2011. 65 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura:** Plano ABC (Agricultura de Baixa emissão de carbono). Brasília, DF, 2012. 172 p.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; CERRI, C. E. P.; BERNOUX, M.; FEIGL, B. J.; WRUCK, F. J.; CERRI, C. C. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 175-186, Sept. 2010.

DECONTO, J. G. (Coord.). **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. [Brasília, DF]: Embrapa; [Campinas]: Unicamp, 2008. 82 p.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T. Global overview of conservation agriculture adoption. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 4., 2009, New Delhi, India. **Proceedings...** New Delhi: Indian Council of Agricultural Research: ICAR, 2009. p. 429-438.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Evolução da área cultivada no sistema plantio direto na palha-1972/73 a 2011/2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

FORUM CLIMA. **O desafio da harmonização das políticas públicas de mudanças climáticas**. São Paulo, 2012. 44 p.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, grande regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.

LIMA, M. A. de; BOEIRA, R. C.; CASTRO, V. L. S. S. de; LIGO, M. A. V.; CABRAL, O. M. R.; VIEIRA, R. F.; LUIZ, A. J. B. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil. In: LIMA, M. A. de; CABRAL, O. M. R.; GONZALEZ MIGUEZ, J. D. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 169-189.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do

século XXI. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 159 p. (Biodiversidade, 26).

METZ, B.; DAVIDSON, O.; CONINCK, H.; LOOS, M.; MEYER, L. (Ed.). **IPCC special report on carbon dioxide capture and storage**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L.; BOENI, M. CONCEIÇÃO, P. C. **Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 58 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 29).

STERN, N. **Stern review**: the economics of climate change. London: HM Treasury, 2006.

## Capítulo 2

---

# Manejo do Solo com Foco em Sistemas Integrados de Produção

*Ramon Costa Alvarenga*

*Alexandre Martins Abdão dos Passos*

*Antônio Marcos Coelho*

*Manoel Ricardo de Albuquerque Filho*

*Álvaro Vilela de Resende*

*Miguel Marques Gontijo Neto*

*Emerson Borghi*

## Introdução

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) são alternativas que podem reduzir os custos e aumentar a renda da propriedade rural, por meio da diversificação de atividades e intensificação no uso da terra, transformando o conceito de propriedade tradicional para inseri-la no patamar de propriedade integrada e sustentável (Alvarenga et al., 2010). Além dos aspectos econômicos favoráveis, os sistemas ILPF podem, também, melhorar a qualidade do solo, em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, bem como nos processos bioquímicos relacionados (Macedo, 2009).

Com relação ao manejo do solo em sistemas ILPF, além de conhecer a aptidão agrícola das terras da propriedade (Ramalho Filho; Beek, 1995), que engloba as potencialidades e as limitações, é fundamental levar em conta a integração das atividades de cultivos de lavouras e árvores com a pecuária para que o manejo do sistema ILPF seja harmônico com todas as condições básicas

de manejo e conservação do solo e da água (Oliveira Neto; Paiva, 2010).

Nesse capítulo, serão apresentadas considerações sobre um plano de manejo e conservação do solo e da água em sistemas ILPF que devem ser ajustados para atenderem a estes pré-requisitos conservacionistas.

## **Diagnóstico dos solos**

Um exame do perfil do solo em cada gleba vai mostrar a distribuição e a espessura das camadas de solo, bem como a presença de algum impedimento de ordem física que porventura possa dificultar a penetração de água e raízes e a troca de gases, dentre outros. Essa visão pode ajudar na definição sobre quantas profundidades amostrar para análises químicas e físicas, sendo também decisiva na escolha do método de mobilização inicial do solo, incorporação de corretivos e fertilizantes, ou para romper alguma camada compactada/adensada que porventura exista.

Além disso, é indispensável que se faça uma análise quanto à disposição da gleba na paisagem. Conhecer o potencial de contribuição de enxurradas, que a parte à montante pode ter em razão do manejo, da presença de estradas e das edificações, bem como escoar o excesso de água que porventura possa haver, é decisivo para conceber um plano de manejo e conservação do solo e da água ao empreendimento. Preferencialmente, plantios, manejos, cercas e caminhamento do gado devem ser sempre transversais ao declive, e o plantio das árvores, em nível, irá definir todo esse planejamento conservacionista (Alvarenga; Noce, 2005).

Como existe forte pressão para a recuperação de pastagens degradadas por meio de ILPF, imagina-se que o custo da recuperação inicial do solo para essa condição seja bastante elevado, por causa, principalmente, da demanda por serviços de máquinas e equipamentos necessários à implantação de um sistema de conservação do solo e para incorporação de corretivos e fertilizantes que também podem ser requeridos em maiores quantidades para construir um perfil de solo.

## **Condicionamento do solo**

Após o diagnóstico da condição dos solos e disposição das glebas na propriedade, o condicionamento físico e químico das áreas para a implementação do sistema ILPF deve seguir algumas premissas básicas para o sucesso de um sistema integrado. Existem alternativas para cada caso, considerando a vocação e a experiência do produtor, suas preferências e disponibilidade de recursos, bem como a realidade do mercado local e regional (Alvarenga et al., 2010).

Para o condicionamento dos solos ao sistema ILPF, as etapas necessárias para a correção inicial normalmente exigidas, numa ordem cronológica, são as seguintes:

1. Exame do perfil de solo para identificação das classes de solo e verificação de suas condições físicas (compactação e/ou adensamento, crescimento de raízes, infiltração de água e permeabilidade do solo, etc.);
2. Amostragem do solo para análises física (granulometria) e química (fertilidade completa), considerando a classe de solo, a aptidão e o histórico de uso;

3. Retirada de tocos, eliminação de sulcos de erosão, se profundos, cupinzeiros e plantas daninhas perenes;

4. Aplicação de corretivos e fertilizantes, de acordo com as recomendações.

Como visto, o reconhecimento das classes de solos presentes na propriedade é a primeira atividade. Depois dela, a separação das glebas, associando à classe de solo a sua aptidão agrícola (Carvalho; Botrel, 2002; Oliveira Neto; Paiva, 2010). Uma mesma classe de solo, com mesma aptidão e com dois ou mais históricos de uso, deve ser subdividida pelo histórico para fins de amostragens. Depois, vem a seleção dos sistemas ILPF. Para glebas de solos mecanizáveis e de maior aptidão, alocar, preferencialmente, sistemas ILP e, depois, ILPF. Recomenda-se iniciar por glebas de solos com maior potencial produtivo para que haja menor desembolso e maior retorno já no primeiro ano. Para as glebas com declividade limitante à mecanização, a sugestão é adotar o sistema IPF (silvipastoril), em que as árvores poderão ser transplantadas em covas.

Especialmente nas condições do Cerrado, os solos são pobres em nutrientes e há presença de alumínio tóxico. As condições são ainda piores naquelas áreas sob pastagens degradadas, em que, além da escassez de nutrientes, a matéria orgânica do solo é baixa, a compactação e a erosão estão presentes em graus variados de severidade e existem plantas daninhas, muitas delas perenes.

Embora existam alguns dados animadores quanto à correção química do solo em superfície, muitas vezes é necessário arar o solo para, além da incorporação de corretivos a maiores

profundidades, eliminar camadas compactadas, sulcos de erosão, trilha de gado e cupinzeiros. Como essas etapas estão dentro de um cronograma pré-estabelecido, é desejável adequá-las para que sejam cumpridas no fim do período das chuvas (março – maio) do ano agrícola anterior. Assim, o risco de erosão é reduzido pela ausência de chuvas erosivas nesse período, há tempo suficiente para a estabilização de um sistema de terraceamento, quando necessário, e a umidade ainda possibilitará o plantio das mudas de árvores e o estabelecimento de uma cultura forrageira de cobertura de solo (Alvarenga et al., 2015). O objetivo com o cultivo de uma espécie forrageira, além das correções do solo, é o de restabelecer a pastagem para ofertar pasto de entressafra e palha para o sistema plantio direto em novembro do mesmo ano. Nesse sentido, pode ser introduzida nesse momento uma forrageira de rápido crescimento e tolerante à seca, por exemplo, o milho ou o sorgo de pastejo, além das braquiárias. Dessa forma, cumprem-se todos os requisitos para com a adequação inicial do solo, com tempo para reação dos corretivos e formação de palhada. Essa antecipação no início da construção de um perfil de solo faz a diferença nas condições do clima de grande parte do Brasil, onde, muitas vezes, falta água em períodos críticos das culturas (veranicos). Então, ter o perfil de solo com condições de permitir o crescimento do sistema radicular, em profundidade, pode minimizar os efeitos do déficit hídrico para as culturas.

É importante salientar que a construção de um perfil de solo adequado ao crescimento das plantas não é alcançada no curto prazo. É necessário acompanhamento mediante amostragens e realização de complementação de corretivos e fertilizantes nos anos seguintes. Também é importante o manejo das lavouras no que diz respeito aos tratamentos culturais e às adubações, porque, além da produção, estas deixarão os nutrientes residuais, responsáveis

pela nutrição da pastagem que vem na sequência (Oliveira Neto; Paiva, 2010). Muitas vezes, as árvores são implantadas no fim do período chuvoso ou no período seco do ano com irrigação, o que aumenta a sua capacidade competitiva com a lavoura plantada em novembro. Nesse caso, elas são grandes competidoras com as lavouras por nutrientes e água, e poderá ser necessário adequar as fertilizações das lavouras, por exemplo, parcelar a adubação de cobertura para um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas lavouras.

Na implementação do sistema ILPF, preferencialmente, as árvores devem ser plantadas primeiro, pois as suas linhas vão orientar o plantio das lavouras intercalares. Para evitar o inconveniente das linhas de árvore se aproximarem ou distanciarem demasiadamente pela imposição do plantio em nível, que, além de afetar a mecanização da área, introduz zonas mais sombreadas do que outras. Utiliza-se o conceito de “linha mestre”, que favorece o plantio em faixas paralelas, mantendo a mesma distância de uma linha/renque de árvore para a outra. O plantio das mudas no sentido leste-oeste somente deve ser implementado em terrenos planos, sem risco de erosão (Reis et al., 2007).

## **Erosão do solo**

Sob as mesmas condições de manejo, clima e topografia, alguns solos estão mais predispostos à erosão do que outros. Isso se deve às características diferentes entre eles. Essa diferença é chamada de erodibilidade, que é a vulnerabilidade ou a susceptibilidade de determinado solo à erosão. As propriedades do solo que influenciam a erodibilidade são as que afetam a velocidade de infiltração da água do solo, a permeabilidade e a capacidade

de absorção de água e aquelas que resistem à dispersão, ao salpicamento, à abrasão e às forças da chuva de transporte da enxurrada (Cassol et al., 2007).

A erosão é o principal fenômeno que contribui para a degradação do solo. É o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento. Na agropecuária, as erosões hídrica e eólica são as duas formas pelas quais os solos vão perdendo a sua capacidade produtiva (Reichert et al., 2007). Os sistemas ILPF se apresentam como maneira de minimizar a erosão, uma vez que o solo, quase sempre, está coberto com plantas em crescimento. Além disso, os renques de árvores podem funcionar como quebra-ventos. Para isso, é necessário ajustar o posicionamento dos renques, sem esquecer os demais princípios de manejo e conservação de solo e água.

A erosão hídrica é mais problemática que a eólica e causa maiores danos por causa não só da perda de solo, matéria orgânica e nutrientes, mas também da perda de água pelo escoamento superficial. A declividade do terreno influencia fortemente as perdas de solo e de água por erosão hídrica, pois, à medida que ela aumenta, aumentam o volume e a velocidade da enxurrada e diminui a infiltração de água no solo.

Dependendo da resistência do solo, a erosão se manifesta de diferentes formas, sendo classificada em erosão pelo impacto da chuva, laminar, sulcos, voçorocas, deslocamentos e escorregamentos de massas de solo, pedestal, pináculo, túnel e da fertilidade do solo.

Em propriedades rurais, esses processos estão associados ao manejo incorreto do solo agrícola e das pastagens, que contribui para a redução da capacidade de suporte das pastagens e da produtividade das culturas. Assim, desde a implementação dos sistemas de produção, devem ser levadas em conta as práticas que podem minimizar os processos erosivos.

## **Práticas conservacionistas de controle da erosão**

São medidas que visam proteger o solo, prevenindo-o dos efeitos danosos da erosão, aumentando a disponibilidade de água, de nutrientes e da atividade biológica do solo e criando condições adequadas ao desenvolvimento das plantas. A escolha das práticas de prevenção à erosão é feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada propriedade e região. Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial o problema. Para uma prevenção adequada da erosão, faz-se necessária a adoção simultânea de um conjunto de práticas.

### **Práticas vegetativas**

As práticas vegetativas referem-se à cobertura do solo com a maior quantidade de biomassa possível e visam à proteção do solo contra o impacto da gota da chuva, servir de obstáculo ao escoamento de água superficial, favorecendo a infiltração no perfil do solo e melhorar a estabilidade dos agregados do solo por meio do sistema radicular e adição de matéria orgânica ao solo. Estudos mostram que o plantio de culturas com raízes pivotantes, como nabo-forrageiro e crotalária, pode funcionar como uma “escarificação biológica” do solo, aumentando a

macroporosidade e a infiltração de água (Abreu et al., 2004; Nicoloso et al., 2008).

Plantas forrageiras, gramíneas e leguminosas, anuais ou semiperenes, são apropriadas para essa finalidade. Além disso, deve-se dar preferência a plantas fixadoras de nitrogênio, com sistema radicular profundo e abundante, para promover a reciclagem de nutrientes.

Áreas muito susceptíveis à erosão e de baixa capacidade de produção devem ser mantidas recobertas com vegetação permanente, por meio de florestamento e reflorestamento, que permite seu uso econômico, de forma sustentável, e proporciona sua conservação. Esse cuidado deve ser adotado em locais estratégicos, que podem estar em nascentes de rios, topos de morros e/ou margem dos cursos d'água.

Nas demais áreas, com potencial para uso mais intensivo, podem ser utilizadas culturas anuais consorciadas com pastagem. O manejo racional das pastagens pode representar uma grande proteção contra os efeitos da erosão. O pasto malconduzido, pelo contrário, torna-se uma das maiores causas de degradação de terras agrícolas. Na ILPF, depois de colhida a lavoura, a área fica com uma pastagem recuperada, que, além de fornecer forragem aos animais, dá proteção ao solo e palhada para novos cultivos.

Existem vantagens na prática da consorciação, seja com culturas anuais ou perenes: melhor distribuição da renda ao longo do ano; melhor utilização da mão de obra; menor incidência de pragas e doenças; uso mais intenso e racional da terra; e maior lucro por unidade de área. Para que se consiga sucesso na consorciação, é necessário seguir alguns parâmetros na escolha

das espécies a serem consorciadas, como aqueles relacionados às suas estruturas vegetativas não conflitantes (raízes e parte aérea), características fisiológicas complementares, além de plena adaptação à região e valor econômico atraente. Na ILPF, o consórcio lavoura-capim é uma das principais tecnologias empregadas. Por exemplo, para o caso do consórcio milho-capim, já existe tecnologia de aplicação de subdose de herbicidas para controlar o crescimento do capim de tal maneira que não ocorra competição com o milho (Alvarenga et al., 2006).

Outras alternativas de cobertura são os cordões de vegetação permanente, que são fileiras de plantas perenes de crescimento denso, dispostas em contorno, em nível. Na ILPF eles podem ser representados pelos renques de árvores.

Uma das bases da ILP e dos sistemas conservacionistas é a rotação de culturas, que consiste em alternar, anualmente, espécies vegetais, numa mesma área agrícola. As espécies escolhidas devem ter, ao mesmo tempo, propósito comercial e de recuperação do solo. As vantagens da rotação de culturas são inúmeras, pois, além de proporcionar a produção diversificada de alimentos e outros produtos agrícolas, se adotada e conduzida de modo adequado e por um período suficientemente longo, essa prática melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo; auxilia no controle de plantas daninhas, doenças e pragas; repõe matéria orgânica e protege o solo da ação dos agentes climáticos e ajuda a viabilização do Sistema de Plantio Direto (SPD) e dos seus efeitos benéficos sobre a produção agropecuária e sobre o ambiente como um todo.

Segundo Vezzani e Mielniczuk (2009), os sistemas agrícolas intensivos e diversificados, que priorizam o não revolvimento

do solo, são os que mais favorecem a qualidade do solo ao longo do tempo. Além disso, a redução do tráfego de máquinas e implementos também melhora a qualidade do solo nos agroecossistemas. Portanto, a adoção do SPD em sistemas de produção intensificados, semiperenes e perenes que envolvem pastagens, como a ILP e ILPF, se mostram mais eficientes para a sustentabilidade dos agroecossistemas que aqueles baseados em cultivos de espécies anuais (Cassol et al., 2007; Silva et al., 2012).

## **Práticas edáficas**

São práticas conservacionistas que, com modificações no sistema de cultivo, além do controle de erosão, mantêm ou melhoram a fertilidade do solo.

Cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra: as terras devem ser utilizadas em função da sua aptidão agrícola, que pressupõe a disposição adequada de florestas/reservas, cultivos perenes, cultivos anuais, pastagens, entre outros, racionalizando, assim, o aproveitamento do potencial das áreas e sua conservação (Oliveira Neto; Paiva, 2010).

Controle do fogo: o fogo deve ser evitado e combatido nas propriedades rurais, apesar de ser uma das maneiras mais fáceis e econômicas de limpar o terreno, pois é um dos principais fatores de degradação do solo e do ambiente. As causas mais frequentes dos incêndios florestais são as práticas agropastoris, resultantes da queima para limpeza de terrenos, para fins florestais, agrícolas ou pecuários.

Adubações verde, química e orgânica: como parte de uma agricultura racional, essas práticas proporcionam melhoramento do sistema solo como um todo.

## **Práticas mecânicas**

São aquelas que utilizam estruturas artificiais para a redução da velocidade de escoamento da água sobre a superfície do solo, interferindo nas fases mais avançadas do processo erosivo. Agem especificamente sobre o escoamento superficial, interceptando-o, de modo que este não atinja energia suficiente para ocasionar perdas de solo acima dos limites toleráveis. Dentre as principais práticas conservacionistas de caráter mecânico, podemos citar: terraços, canais escoadouros, bacias de captação de águas pluviais e barraginhas.

No Sistema Plantio Direto e no plantio em nível, em que todas as operações de preparo do terreno, balizamento, semeadura, entre outras, são realizadas em curva de nível, criam-se obstáculos à descida da enxurrada, diminuindo a velocidade de arraste e aumentando a infiltração da água no solo. Esse pode ser considerado um dos princípios básicos, constituindo-se em uma das medidas mais eficientes na conservação do solo e da água (Cassol et al., 2007; Ferreira et al., 2008). Com aração e gradagens “morro abaixo”, isto é, no sentido do declive, o processo de erosão é facilitado e aumenta a perda de solo. A cultura em curvas de nível aumenta a capacidade de infiltração e reduz as perdas de água e a erosão por causa da mobilização e tem maior eficiência quando associado a práticas como o cultivo mínimo, que preconiza o uso minimizado de máquinas agrícolas sobre o solo, com a finalidade de menor revolvimento e compactação.

A distribuição adequada dos caminhos, corredores, carreadores e estradas facilita o trabalho do agricultor e ainda ajuda no controle da erosão. A distância entre eles varia de acordo com a declividade do terreno e do tipo de cultura e devem ser alocados ao máximo no sentido do contorno, fazendo-os funcionarem como verdadeiros terraços, ajudando a defender as culturas contra erosão. O planejamento dessas vias deve ser feito juntamente com o do sistema de terraços, buscando-se possibilitar acesso a todas as áreas de produção, durante todo o ano.

O terraceamento tem o objetivo fundamental de reduzir riscos de erosão hídrica e proteger mananciais (rios, lagos, represas, etc.). Baseia-se no parcelamento das rampas, isto é, divide-se uma rampa comprida, em que a água pode tomar grande velocidade aumentando seu potencial de arraste, em várias menores, menos sujeitas à erosão por causa da menor velocidade da enxurrada, por meio da construção de terraços (Cassol et al., 2007).

Bacias de retenção e infiltração: como os terraços em desnível não têm a capacidade nem a função de reter toda a água escoada, mas de transportá-la em segurança, o uso de bacias de retenção, ou caixas de captação, nas extremidades torna-se necessário para o armazenamento da enxurrada. São buracos construídos no fim de terraços, cordões de contorno, etc., e, também, às margens de estradas e carreadores, que têm a função de receber o fluxo de água que ficará ali depositada, passível de infiltração lenta, no seu fundo ou liberá-la gradativamente, para os desaguadouros ou caixas de recepção, em sequência.

Outras práticas mecânicas, como sulcos e camalhões em pastagens, canais divergentes, canais escoadouros, patamares,

banquetas individuais podem ser inseridas para o controle da erosão, em casos específicos.

## **Construção da fertilidade do solo**

Os solos brasileiros, na sua maioria, são ácidos e caracterizados por baixos teores de cálcio e de magnésio, elementos diretamente envolvidos no desenvolvimento das raízes, e por elevados teores de alumínio trocável e baixa disponibilidade de fósforo (Bernardi et al., 2003). As condições são ainda piores naquelas áreas sob pastagens degradadas, em que, além da escassez de nutrientes, a matéria orgânica do solo é baixa, a compactação e a erosão estão presentes em graus variados de severidade e existem plantas daninhas, muitas delas perenes. Solos nessas condições é que estão disponíveis, na maioria das vezes, para novos empreendimentos de ILPF.

As culturas anuais são as mais exigentes em fertilidade do solo. Portanto, nos sistemas ILPF, a construção da fertilidade dos solos deve ser realizada para atender às exigências dessas culturas e, automaticamente, às demandas nutricionais das pastagens e das árvores.

## **Identificação do nível de fertilidade**

A análise do solo, num sentido amplo, é uma medida físico-química, mas, no agrônômico, seu objetivo é determinar a habilidade do solo em fornecer nutriente às plantas e, também, determinar as necessidades de corretivos (calcário, gesso, etc.) e fertilizantes (orgânicos e químicos), além de diagnosticar problemas de toxidez de alguns elementos, excesso de sais e outros. Para que os objetivos da análise de solo sejam atingidos, é

necessário que essa prática esteja interligada com outras etapas, quais sejam: 1) amostragem do solo; 2) análises de laboratório; 3) interpretação dos resultados; 4) e recomendação de calagem e adubação.

## **Calagem**

A recomendação de calagem não é um procedimento simples, por pressupor o conhecimento de um número razoável de informações adicionais, como: características da propriedade agrícola (caracterização da área, da cultura, tipo de solo, histórico da área, expectativa de rendimento, etc.), conhecimento tecnológico (tem sua origem na pesquisa naquela região ou estado) e, por último, informações oriundas das condições do mercado, principalmente aquelas relacionadas a preços de insumos e também disponibilidade de crédito, e que são independentes das duas anteriores.

A escolha do calcário, o valor neutralizante, o grau de finura e sua reatividade são fatores relevantes na aquisição do material corretivo. Em situações que requeiram correção do magnésio, o calcário magnesiano deve ser utilizado (Alvarez V. et al., 1999b). Por sua vez, o grau de finura e a reatividade do corretivo ganham importância quando se deseja fazer calagem em superfície, como é o caso do sistema de plantio direto ou em pastagens implantadas.

## **Gessagem**

O gesso agrícola é o sulfato de cálcio di-hidratado, apresentando-se na forma de pó branco-amarelado. Sob a ótica agrônômica, seu emprego tem sido justificado principalmente em duas situações:

a) quando se requer fornecimento de cálcio e de enxofre; b) na diminuição de concentrações tóxicas do alumínio trocável nas camadas subsuperficiais, com conseqüente aumento de cálcio nessas camadas, visando melhorar o ambiente para o crescimento radicular.

## **Crítérios para recomendação de gesso**

A tomada de decisão sobre o uso do gesso agrícola deve sempre ser feita com base no conhecimento de algumas características químicas e na textura das camadas subsuperficiais do solo (20 a 40 cm e 30 a 60 cm). Haverá maior probabilidade de resposta ao gesso quando a saturação por Al<sup>+3</sup> for maior que 30% ( $m > 30\%$ ), ou o teor de Ca menor que 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de solo. Uma vez estabelecidas aquelas características, as quantidades sugeridas (Alvarez V. et al., 1999a) são:

Solos de textura arenosa (< 15% de argila) = 0 a 0,4 t/ha;  
Solos de textura média (15% a 35% de argila) = 0,4 a 0,8 t/ha;  
Solos argilosos (36% a 60% de argila) = 0,8 a 1,2 t/ha;  
Solos muito argilosos (> 60% de argila) = 1,2 a 1,6 t/ha.

A aplicação de gesso agrícola deve ser feita a lanço individual ou separadamente, com relação à aplicação do calcário (Alvarez V. et al., 1999a).

## **Adubação para culturas de grãos e forrageiras**

Para elaborar um programa de adubação para as culturas, seja para produção de grãos, forragem e madeira, é importante levar

em consideração como essas culturas estão inseridas no sistema de produção utilizado.

As culturas de soja, arroz, milho e sorgo têm sido as mais utilizadas no sistema ILPF. Em razão do potencial que apresentam, seja na pequena, média ou grande propriedade, o milho e o sorgo, tanto para produção de grãos ou silagem, têm-se constituído em culturas de destaque dentro da ILPF (Alvarenga et al., 2011b). Além disso, elas possuem vantagens comparativas que as diferenciam da soja ou do arroz, especialmente no que diz respeito ao consórcio lavoura-pasto.

Na Tabela 1, são apresentados os valores de exportação média de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) por diferentes culturas destinadas à produção de grãos e forragem. Coelho (2008) relata resultados de exportação de nutrientes pelo milho cultivado solteiro e com produtividade de 9 t/ha de grãos, equivalente a 138, 76 e 50 kg de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , respectivamente.

**Tabela 1.** Quantidades médias de nutrientes exportadas nos grãos e forragem por diferentes culturas.

Culturas	N	$P_2O_5$	$K_2O$
<b>Grãos</b>		<b>kg/t de grão</b>	
Soja	60	15	20
Milho	16	8	6
Sorgo	15	8	4
Arroz	14	5	3
<b>Forrageira</b>		<b>kg/t de matéria seca</b>	
Mombaça	20	7	33
Tanzânia	17	5	24
Braquiaraão	15	4	28

## Recomendações de adubação

Os sistemas integrados de produção, como ILPF, ainda carecem de resultados de pesquisas e informações específicas que levem em conta a complexidade do sistema, com a coexistência de cultivos anuais, perenes e animais em uma mesma área. Assim, para a recomendação de adubação em ILPF, tem-se utilizado das informações disponíveis nos manuais de recomendação de corretivos e fertilizantes publicados pelas Comissões Estaduais de Fertilidade do Solo. Nesse caso, é importante mencionar que, a exemplo da calagem, prática adotada nos sistemas de rotação e sucessão de culturas, que prioriza a cultura mais sensível à acidez do solo, na recomendação de adubação, deve-se priorizar a cultura com maior exigência em termos nutricionais (Oliveira Neto; Paiva, 2010). Conforme os dados apresentados na Tabela 2, o milho, sem aplicação de fertilizantes na semeadura e em cobertura, apresentou baixa produtividade de grãos (apenas 38% da produtividade máxima), enquanto a braquiária e a soja praticamente não apresentaram aumentos significativos nas produtividades em função da adubação (Coelho, 2008; Coelho; Resende, 2008).

Contudo, para o melhor aproveitamento do fertilizante aplicado, pode ser considerada a segmentação de doses de nutrientes, de acordo com a expectativa de produtividade, a qual pode ser bastante variável em razão das diferenças edafoclimáticas, do material genético e da época de semeadura. Esse conceito está estreitamente relacionado ao fato de as culturas com maiores rendimentos extraírem e exportarem maiores quantidades de nutrientes e, portanto, necessitarem de doses diferentes de fertilizantes. Isso se aplica, principalmente, a nutrientes como N e K, extraídos em grandes quantidades, que devem ser repostas via fertilização (Coelho; Resende, 2008).

**Tabela 2.** Produtividades de grãos de milho (13% umidade) e matéria seca (65 °C) de braquiária em sistema consorciado e grãos (13% umidade) de soja em sistema solteiro.

Tratamentos	Consortio Milho + Braquiária		Soja
	Milho kg/ha	Braquiária kg/ha	Prod. de grãos kg/ha
01-Testemunha	2.823b <sup>1/</sup>	6.632a	2.876a
02- NPK	6.457a	4.990a	2.949a
03- NPK+ Gesso	7.327a	4.675a	3.032a
04- NPK+ Gesso+MgO	6.619a	5.317a	3.110a
05- NPK+ MgO	6.570a	5.315a	3.088a
Média	6.104	5.562	3.035a
CV (%)	15	24	10

<sup>1/</sup>Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

## Manejo da adubação

No manejo da adubação no sistema de ILPF, muitas indagações existem sobre o modo de aplicação dos fertilizantes, bem como sobre a sua localização em relação às culturas, merecendo mencionar: aplicação a lanço, incorporada ou na superfície do solo, aplicação no sulco de semeadura de uma das culturas e aplicação em sulcos de ambas as culturas consorciadas. Na tomada de decisão sobre o modo de aplicação dos fertilizantes, deve-se levar em consideração vários fatores (Bernardi et al., 2003; Alvarenga et al., 2010). Destacam-se o nível de fertilidade do solo e as exigências nutricionais das culturas, os quais definem as doses a serem aplicadas, o efeito salino dos fertilizantes (cloreto de potássio), a disponibilidade de equipamentos, a capacidade de investimento do produtor e as relações de trocas baseadas nos preços dos fertilizantes e dos produtos a serem produzidos.

Por sua vez, aspectos como efeito salino dos fertilizantes e distribuição do sistema radicular podem ser atenuados ou melhorados com formas alternativas de distribuição dos fertilizantes. A questão, nessa situação, é definir a proporcionalidade da distribuição dos fertilizantes (por exemplo, 75% para o milho, e 25%, para a braquiária semeada na entrelinha), considerando que as duas culturas apresentam diferentes exigências nutricionais e, conseqüentemente, respostas diferenciadas a adubação (Tabela 2). Em solos de baixa fertilidade, pode ser interessante, também, a adubação da braquiária semeada na entrelinha do milho, principalmente com P e K, para se obter a formação de uma boa pastagem, enquanto nos solos em que os níveis de fertilidade enquadram-se nas classes média e alta pode-se efetuar a adubação para apenas a cultura do milho (Alvarenga et al., 2011a).

## **Sistemas de preparo do solo**

O preparo convencional do solo, envolvendo aração e gradagens, ainda é utilizado em grande parte das propriedades agrícolas do Brasil, com o objetivo básico de fornecer condições para a germinação, a emergência e o estabelecimento das plântulas. Além disso, o preparo convencional do solo permite também o controle mecânico da população inicial de plantas daninhas. Contudo, as operações motomecanizadas de preparo convencional constituem a principal forma de alteração de características físicas do solo, principalmente pela desestabilização da estrutura, que aumenta a erodibilidade da camada arável, e pela compactação, que reduz a macroporosidade, a disponibilidade de água e ar no perfil, acarretando perda do potencial produtivo da área (Reichert et al., 2007). Além disso, o preparo convencional provoca

descontinuidade do sistema poroso, o que afeta a drenagem e a aeração do perfil.

Entretanto, nas condições de solos tropicais, com baixa fertilidade natural e acidez elevada, torna-se praticamente impossível estabelecer um sistema agrícola com boa produtividade inicial sem revolvimento do solo. Nesses casos, devem ser adotadas, no primeiro momento, operações de preparo convencional, levando-se em conta as características da área, como o relevo, a textura e a fertilidade do solo, bem como o sistema de produção a ser estabelecido, para a escolha mais acertada de implementos e ações para obter um perfil de solo favorável ao desenvolvimento da cultura, com o mínimo de efeitos negativos às propriedades físicas do solo (Alvarenga et al., 2010), sendo que, nas safras seguintes, deve-se priorizar a utilização do SPD.

A utilização constante e repetida de um mesmo tipo de equipamento, como a grade pesada ou o arado de discos, trabalhando sempre numa mesma profundidade, pode provocar compactação do solo logo abaixo da camada preparada. Uma das maneiras de minimizar o risco de compactação é alternar anualmente a profundidade de preparo do solo (Alvarenga et al., 2010). É importante também atentar para as condições de umidade do terreno por ocasião de seu preparo, pois é fator de grande influência na compactação. O ponto de umidade ideal é aquele em que o trator opera com o mínimo esforço, produzindo os melhores resultados na execução do serviço. Se o solo apresenta umidade acima da ideal, ocorre o aumento da dificuldade de operação e os riscos de compactação. Em solo muito seco, o destorroamento é ineficiente, exigindo maior número de passadas de grade para quebra dos torrões, com conseqüente prejuízo à estrutura do solo, além de incremento do

consumo de combustível e do custo de produção. Mesmo após as operações de preparo, ao longo de todo o ciclo da cultura, deve-se evitar o tráfego de máquinas pesadas em áreas com a umidade do solo acima do ponto de friabilidade, ou seja, com o solo muito úmido.

## **Compactação do solo**

A compactação é a redução do espaço poroso e o aumento da resistência à penetração do solo, resultante de ações mecânicas, como o uso de máquinas e equipamentos sobre a camada superficial de solo (Reichert et al., 2007). Nessa condição, a resistência do solo à penetração também é aumentada, elevando o requerimento de potência para o preparo do solo. Podem também ocorrer condições menos favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, que sofre uma série de modificações, tanto de ordem morfológica, quanto fisiológica, alterando o seu padrão de crescimento, com tendência de distribuição mais horizontal e superficial, afetando o desenvolvimento da planta, que apresenta menor crescimento.

### **Compactação superficial do solo**

Causada principalmente pelo tráfego de máquinas e equipamentos, a compactação superficial tem crescido como problema em áreas de plantio direto, formando um impedimento físico que se concentra entre 8 e 15 cm de profundidade e resulta em menor área de solo a ser explorada pelo sistema radicular, comparando-se com a compactação subsuperficial no plantio convencional (Silva, 2003; Suzuki, 2005). Em áreas sob pastagens, a compactação pelo pisoteio do gado se concentra nos primeiros 10 cm (Collares et al., 2011), enquanto nas áreas

florestais a profundidade pode alcançar profundidade superior a 30 cm, em razão do grande peso das máquinas envolvidas e da intensidade de tráfego na colheita, além de características do solo e teor de umidade no momento das operações (Lopes et al., 2006; Reichert et al., 2007).

## **Compactação em subsuperfície**

Resultante principalmente das operações de preparo de solo, aparecendo geralmente entre 10 cm e 30 cm de profundidade, perceptível na forma de camada endurecida e também na forma de “espelhamento” no solo após a passagem do implemento (pé-de-grade) (Alvarenga et al., 2010).

Uma vez identificada a presença de camada compactada e constatada que esta está causando problema ao desenvolvimento das plantas e degradação do solo, o próximo passo é a sua eliminação. A técnica a ser adotada e sua eficiência vão depender do tipo de solo, da profundidade em que ela se encontra e do grau de problema que ela está causando. Em situações em que ela ainda não é muito intensa, é possível contornar o problema modificando o sistema de manejo de solo e utilizando-se da rotação de culturas, incluindo plantas de sistema radicular mais vigoroso e fasciculado, capazes de penetrar solos que ofereçam maior resistência (Alvarenga et al., 2010). Quando necessário, deve-se realizar o rompimento da camada compactada com implemento. Deve-se empregar aquele que alcance a profundidade imediatamente abaixo da zona compactada e isso será feito da seguinte forma: se até a profundidade de 35 cm, ela pode ser rompida com o arado de aivecas ou o arado escarificador; se em profundidades maiores, com o subsolador. Contudo, a subsolagem é uma das operações de maior consumo

energético, devendo ser utilizada só quando estritamente necessária e nas condições ideais de umidade. Quando for usado o arado escarificador ou arado subsolador, para o rompimento da camada compactada, deve-se levar em consideração que o espaçamento entre as hastes determina o grau de rompimento da camada compactada pelo implemento (Alvarenga et al., 2010).

## Referências

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. T. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 519-531, 2004.

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; CASTRO, A. A. D. N.; COELHO, A. M.; ALMEIDA, E. de P. C. Rendimento do consórcio milho-Brachiaria brizanthaafetado pela localização do adubo e aplicação de herbicida. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 224-234, 2011a.

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCH, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 106-126, jul./ago. 2006.

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; OLIVEIRA, I. R. de; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. de; VIANA, M. C. M.; COSTA, P. M.; BARBOSA, F. A. **Sistema de integração lavoura-pecuária como estratégia de produção sustentável em região com riscos climáticos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 211).

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).

ALVARENGA, R. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema integração lavoura-pecuária-floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 59-67, jul./ago. 2010.

ALVARENGA, R. C.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. dos; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M. **A cultura do sorgo em sistemas integrados lavoura-pecuária ou lavoura-pecuária floresta**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011b. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 172).

ALVAREZ V., V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, R. B. Uso de gesso agrícola. 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, 1999a. p. 67-78.

ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. 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. p. 43-60.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção**

**do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados.**

Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. (Embrapa Solos. Documentos, 46).

CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Arborização de pastagens: um caminho para a sustentabilidade de sistemas de produção animal a pasto. In: EVANGELISTA, A. R.; SILVEIRA, P. J.; ABREU, J. G. **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 77-108.

CASSOL, E. A.; DERNADIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Sistema plantio direto: evolução e implicações sobre a conservação do solo e da água. In: CERETA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 1, p. 333-370.

COELHO, A. M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p.131-157.

COELHO, A. M.; RESENDE, A. V. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 111).

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura-pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 246-250, fev. 2011.

FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA NETO, S. N. Plantio direto e sistemas integrados de produção

na recuperação e renovação de pastagens degradadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p. 337-339.

LOPES, S. E.; FERNANDES, H. C.; MACHADO, C. C.; RINALDI, P. C. N.; SILVEIRA, J. C. M. Compactação de um latossolo submetido ao tráfego do "Clambunk". **Scientia Forestalis**, n. 72, p. 23-28, 2006.

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

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1723-1734, 2008.

OLIVEIRA NETO, S. N.; PAIVA, H. N. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: OLIVEIRA NETO, S. N. de; VALE, A. B. do; NACIF, A. de P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. de (Org.). **Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. p. 15-68.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1995. 65 p.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 1, p. 50-134.

REIS, H. A.; MAGALHÃES, L. L.; OFUGI, C.; MELIDO, R. C. N. Agrossilvicultura no cerrado, região noroeste do Estado de Minas Gerais. In: FERNANDES, E. N.; PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; MÜLLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 137-154.

SILVA, V. R. **Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de compactação**. 2003. 171 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.

SILVA, V. L. da; DIECKOW, J.; MELLEK, J. E.; MOLIN, R.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M. Melhoria da estrutura de um Latossolo por sistemas de culturas em plantio direto nos Campos Gerais do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 983-992, 2012.

SUZUKI, L. E. A. S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas**. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

VEZZANIM, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.

# Capítulo 3

---

## Sistema de Plantio Direto

*Alexandre Martins Abdão dos Passos*

*Ramon Costa Alvarenga*

*Flávia Cristina dos Santos*

### Introdução

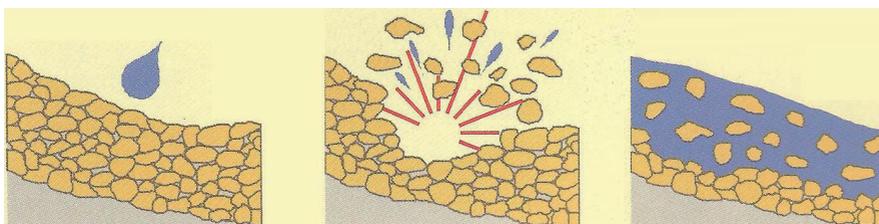
O sistema de plantio direto (SPD), no qual o solo só é revolvido na linha de semeadura, é enquadrado como uma estratégia de agricultura conservacionista e sustentável, que tem sido amplamente adotada em diversas regiões do mundo, e em especial no Brasil. Também denominado de sistema de semeadura direta, a técnica representa evolução e revolução na forma de se realizar agricultura no mundo (Lopes; Guimarães, 2016), já que, antes utilizavam-se implementos que revolviavam o solo em toda sua extensão, o que hoje se sabe não é, no geral, a melhor forma sustentável de se praticar agricultura (Lehmann, 2007).

A história do sistema plantio direto inicia junto com o surgimento e desenvolvimento de outras práticas tecnológicas bastante conhecidas na atualidade, como:

- Desenvolvimento de herbicidas dessecantes, de contatos e sistêmicos, de amplo espectro de ação.

- Aperfeiçoamento e desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas apropriados para o sistema de plantio direto (SPD).
- Agricultura de precisão, em que o sistema de plantio direto é parte do processo tecnológico.

Outro fato histórico ligado ao desenvolvimento do plantio direto no Brasil foi o aumento das perdas de solo ocorridas nas décadas de 1960 e 1970 no Sul do Brasil, mais especificamente no estado do Paraná, em razão do rápido avanço do processo erosivo na região. Um dos principais objetivos do sistema plantio direto foi o de gerar proteção do solo contra os efeitos prejudiciais de chuvas por meio de cobertura vegetal morta sobre o solo, a palhada (Volk et al., 2004). A ausência de cobertura do solo, viva ou morta, aumenta a suscetibilidade do solo à erosão, ou à erodibilidade. Os principais efeitos que se observam em solos descobertos são o fenômeno do “salpicamento” ocasionado pela energia cinética de gotas das chuvas e o arraste de partículas pela água de chuva ou da própria água de irrigação. (Figura 1).



**Figura 1.** Efeitos da gota de chuva sobre solo descoberto gerando a erosão hídrica.

Fonte: adaptado de Omafra (1997).

Ao longo dos anos, o sistema plantio direto, inicialmente desenvolvido em países de clima temperado, como a Inglaterra,

ganhou também espaço no Brasil, com início no Sul do Brasil e atualmente presente em todas as regiões do País, de norte a sul e leste à oeste (Landers, 2001). Estima-se, segundo dados da FEBRAPDP, a Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação de 2013, que havia já no Brasil cerca de 32 milhões de hectares de áreas agricultáveis cultivadas sobre o sistema plantio direto. Contudo, sabe-se hoje que grande parte dessas áreas não podem ser consideradas estritamente cultivadas sob sistema plantio direto e isso remete aos preceitos desse sistema conservacionista (Derpsch et al., 2014). O sistema plantio direto preconiza um mínimo de preceitos para que possa ser chamado assim. São eles:

- Baixo revolvimento do solo (geralmente somente na linha de semeadura).
- Presença de cobertura vegetal morta sobre o solo, também chamada de palhada.
- Uso de rotação de cultura.

## **Revolvimento do solo**

O revolvimento do solo é usualmente realizado em países de clima temperado, utilizando implementos como o arado, que após o período de inverno, quando o solo se encontra congelado e com neve, inverte-se as camadas do solo visando expor a parte mais profunda ao sol, para derreter mais rápido (Six et al., 2002). Essa prática foi inicialmente utilizada no Brasil, adaptada às nossas condições, visando preparar o solo deixando-o mais apropriado para o plantio e concomitantemente exterminar plantas daninhas. Apesar de bastante efetiva, essa prática expõe o solo às chuvas,

gerando maior probabilidade de erosão, principalmente porque interfere negativamente na estrutura e teores de matéria orgânica do solo, entre outros fatores (Franzluebbers, 2010).

Além de ser uma prática que demanda maior dispêndio financeiro com maquinários e combustível. Geralmente o preparo de solo, convencional, é realizado por meio da aração (arado de disco ou aiveca dependendo das condições do solo) e gradagem.

## **Palhada**

A palhada é oriunda de plantas de cobertura semeadas especialmente para tal finalidade ou de resíduos de lavouras que são cultivadas anteriormente (resteva). Ou mesmo pela rotação da cultura que irá beneficiar a cultura rotacionada. No Brasil, atualmente, a principal cultura geradora de palhada é o milho, que é cultivado em sucessão à cultura da soja, semeado ao final da primavera ou início do verão no início do período chuvoso no cerrado brasileiro. Contudo, diversas outras culturas e estratégias são utilizadas para geração de palhada, dentre elas o consórcio de culturas (Figura 2 A e B). O tema plantas de cobertura será abordado posteriormente.

Fotos: Alexandre Abdão



**Figura 2.** Milho com *Brachiaria ruziziensis* em sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP), para formação de silagem (milho) (A) e palhada (capim). *Brachiaria ruziziensis* em sistema ILP após colheita milho para silagem (B).

## Rotação de culturas

A rotação de culturas pode ser definida como a utilização de espécies diferentes alternadas em uma mesma área em anos diferentes. Diferentemente da sucessão de culturas, que ocorre quando cultivamos uma cultura na sequência de uma outra em um mesmo ano agrícola (ou em um período menor que um ano cronológico).

A partir de dados do levantamento da última safra brasileira realizado pela Conab (Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos, 2018) verifica-se que atualmente há, de um total de 61,5 milhões de hectares com culturas anuais produtoras de grãos e fibras (algodão), cerca de 44,5 milhões de hectares cultivados no período do verão (primeira safra). Deste total há somente 17 milhões de hectares cultivados com culturas produtoras de palhada, semeadas no outono/inverno (trigo, sorgo, milho, cevada, centeio, canola, aveia, triticale, feijão segunda e terceira safra, girassol e o milho safrinha, ou melhor, segunda safra). Portanto, somente esses 17 milhões de hectares que podem ser considerados potencialmente como áreas que estão sendo conduzidas sob condições de palhada, um dos preceitos para qualificar um sistema de produção como Sistema Plantio Direto. Ou seja, temos potencialmente apenas 27,6% da área cultivada por grãos do Brasil sob o Sistema Plantio Direto *stricto sensu* (no sentido restrito) (Derpsch et al., 2014); o que corresponde a um pouco mais da metade da área estimada de 32 milhões de hectares que tem sido considerada como área que utiliza o sistema no País.

Ademais, outro preceito que não tem sido amplamente adotado é a rotação de culturas. Dentre essas culturas de segunda safra,

temos o principal sistema compreendendo a soja semeada na safra sucedida pelo milho semeado na segunda safra (milho safrinha), que na última safra representou 11,5 milhões de hectares, ou 68% das plantas de outono/inverno. Ressalta-se que, apesar da presença de palha pela resteva do milho e uso de semeadoras adaptadas, há na realidade um cultivo mínimo nesse sistema. Pois em grande parte dessas áreas atualmente não se pratica a rotação de cultura, sendo o sistema de produção, portanto, não configurado como sistema plantio direto. A literatura tem ressaltado que os benefícios do SPD advêm de sua adoção em seu sentido *stricto sensu*, contemplando todos os preceitos (Bayer et al., 2006; Derpsch et al., 2014).

### **Benefícios do sistema plantio direto**

Além do benefício citado anteriormente sobre a erosão, o sistema plantio direto, quando adotado em seu sentido pleno envolvendo todos os preceitos, garante ao produtor diversas vantagens, das quais se podem citar, mas não excluir outras:

- Economia no custo de produção com menor gasto de diesel;
- Melhoria nas condições de fertilidade do solo, principalmente por meio do aumento da matéria orgânica morta e viva;
- Melhor condicionamento físico do solo, promovendo uma melhoria da estruturação de agregados do solo;
- Diversificação do sistema produtivo, com diminuição do risco de perdas inerentes à atividade agrícola;

- Aumento da ciclagem e reciclagem de nutrientes, aumentando a eficiência do uso de fertilizantes e corretivos;
- Melhora da umidade do solo, o que gera uma maior resiliência e estabilidade produtiva das lavouras às condições de estresse hídrico por escassez;
- Possibilidade do uso de leguminosas em sistemas de sucessão e ou rotação de culturas gerando benefícios oriundos da fixação biológica de nitrogênio (FBN) e economia de N mineral;
- Representa um sistema sustentável que apresenta potencial para fixação de gases de efeito estufa;
- Menor infestação de plantas daninhas e economia com herbicidas pelo impedimento mecânico da palhada e efeito benéficos da rotação de culturas.

Para que se obtenham todos os benefícios do SPD, o produtor deve primar pela sua implantação. Uma vez bem iniciado, depois de consolidado, os benefícios do sistema vão além do aumento da fertilidade integral (química, física e biológica) do solo, mas geram também reflexos positivos sobre o rendimento das culturas e a resiliência dos sistemas agropecuários. Por causa da significativa redução da erosão, o SPD reduz o potencial de contaminação do ambiente por sedimentos, e proporciona ao agricultor maior renda, pois a estabilidade da produção é amplificada, em comparação aos métodos tradicionais de manejo de solo. Por seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pode-se afirmar que o SPD é uma

ferramenta essencial e única para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários (Sá; Lal, 2009).

Contudo, deve-se reforçar que a adoção do Sistema Plantio Direto não gera somente benefícios, e infringe ao agricultor e técnicos uma nova postura sobre a gestão de sua propriedade que abrange nova postura frente à atividade agrícola, atualização técnica constante e uma visão empresarial sobre sua atividade. Uma vez que o sistema plantio direto tem como premissa o não revolvimento do solo e sua intensificação de uso, equipamentos, implementos e mão de obra visando ao aumento da eficiência do uso da terra e o planejamento para implantação desse sistema são de suma importância para a obtenção do sucesso.

## **Planejamento**

### **1. Acesso a conhecimento e qualificação do agricultor**

Por ser considerado um sistema complexo, demanda-se do agricultor um conhecimento mais amplo e domínio de todas as fases do sistema, envolvendo o manejo de mais de uma cultura e muitas vezes, uma associação de agricultura e pecuária. O sistema exige ainda um acompanhamento mais rígido da dinâmica de pragas, doenças e plantas daninhas, do manejo de fertilizantes e das modificações causadas ao ambiente, à medida vai sendo implantado. Portanto, recomenda-se aos produtores a busca por capacitações, com visitas em áreas vizinhas que adotem o sistema, frequentar dias de campo, cursos e ter uma assistência técnica especializada.

## **2. Gerenciamento e treinamento de mão de obra**

Pelas razões expostas no item anterior, verifica-se a necessidade de maior treinamento da mão de obra. Esta é especialmente importante com relação às pessoas que irão operar as principais máquinas do sistema (semeadoras, pulverizadoras e colhedoras) e realizar os tratos culturais.

## **3. Boa drenagem de solos úmidos com lençol freático elevado**

Este requisito é necessário para que esses solos sejam aptos ao sistema, pois o plantio direto já promove um aumento da água no solo (em consequência do menor escoamento superficial, da maior infiltração e da menor evaporação de água) o que pode agravar o problema de excesso de umidade em solos com drenagem deficiente.

A compactação e o uso de solos de baixa capacidade de infiltração, aliados à semeadura em épocas de alta precipitação, podem gerar zonas de alagamento que promovem perdas significativas às produtividades das lavouras.

## **4. Eliminação, antes da implantação, de compactação ou de camadas adensadas**

A presença de camadas compactadas no solo, geralmente resultantes do uso inadequado de arados ou grades aradoras, causa uma série de problemas que podem reduzir a produtividade.

Como no plantio direto não há o revolvimento do solo, a eliminação dessas camadas compactadas deve ser realizada antes da implantação do sistema. Recomenda-se a avaliação em profundidade, que deve ser no mínimo de 30 a 40 cm, por meio da avaliação do perfil cultural, teste do canivete, resistência à

penetração com penetrômetros ou enxadão ou escavadeira, exame de sistemas radiculares, dentre outros.

## **5. Cuidados com o relevo**

O SPD deve vir associado à utilização de práticas conservacionistas, em especial com atenção ao relevo local. Práticas de terraceamento são essenciais para o sucesso e a sustentabilidade em longo prazo do sistema. Solos com apenas 1% de declividade já sofrem benefícios do terraceamento.

Caso haja a presença de microrrelevo, que é representado por sulcos ou valetas no solo, há necessidade de nivelamento prévio, tornando a superfície do terreno mais homogênea possível. Esse problema também é comum em áreas de pastagens degradadas. Existem no mercado semeadoras com sistema de plantio pantográfico que permite acompanhar o microrrelevo do solo; entretanto, o ideal é o preparo prévio da área.

## **6. Correção da acidez do solo antes de iniciar o plantio direto**

Como no sistema plantio direto o solo não é revolvido, é muito importante corrigi-lo, tanto na camada superficial como na subsuperfície. Para isto, ele deverá ser amostrado de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm e, se necessário, efetuar a calagem, incorporando o calcário o mais profundamente possível. Caso seja necessário, deve-se proceder à aplicação de gesso para correção da camada subsuperficial.

## **7. Correção da fertilidade química do solo**

As correções dos teores de fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes são necessárias antes de iniciar o Sistema Plantio Direto. O agricultor deve ter como meta manter os níveis de fertilidade na faixa alta e estabelecer um programa de adubação de reposição, levando em consideração o sistema de produção como um todo, a extração e exportação de nutrientes pela colheita, a reposição de nutrientes provenientes da decomposição dos restos culturais e as menores perdas de nutrientes resultantes da menor erosão.

Como as recomendações de fertilizantes se baseiam nos resultados das análises de solo, uma etapa fundamental para o manejo dos nutrientes no SPD é a amostragem de solo; principalmente porque neste sistema se desenvolvem gradientes de fertilidade no sentido horizontal e vertical mais intensos que no plantio convencional, o que gera maior variabilidade espacial dos atributos do solo.

Portanto, para uma boa amostragem, há que se considerar o tempo de adoção do SPD, bem como a forma de aplicação dos insumos, se a lanço ou na linha de plantio, conforme está muito bem descrito no trabalho de Oliveira et al. (2002).

Embora se deva dar mais atenção aos critérios de amostragem de solo no SPD, as tabelas de interpretação dos resultados das análises utilizadas para o sistema plantio convencional (SPC) podem ser usadas também para o SPD, por uma série de razões, sendo as principais o fato de que as curvas de resposta das culturas à aplicação dos fertilizantes é similar nos dois sistemas e as doses de P e K recomendadas no SPC e utilizadas no SPD

têm mantido produtividades elevadas das culturas no SPD (Anghinoni, 2007).

Em Minas Gerais temos utilizado tabelas de interpretação e recomendação baseadas na publicação: “Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação”.

**Tabela 1.** Classes de interpretação de fertilidade para matéria orgânica e para o complexo de troca catiônica.

Característica	Unidade <sup>1</sup>	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio <sup>2</sup>	Bom	Muito Bom
Carbono orgânico (C.O.) <sup>3/</sup>	dag/kg	≤ 0,40	0,41 - 1,16	1,17 - 2,32	2,33 - 4,06	> 4,06
Matéria orgânica (M.O.) <sup>3/</sup>	dag/kg	≤ 0,70	0,71 - 2,00	2,01 - 4,00	4,01 - 7,00	> 7,00
Cálcio trocável (Ca <sup>2+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 0,40	0,41 - 1,20	1,21 - 2,40	2,41 - 4,00	> 4,00
Magnésio trocável (Mg <sup>2+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 0,15	0,16 - 0,45	0,46 - 0,90	0,91 - 1,50	> 1,50
Acidez trocável (Al <sup>3+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 0,20	0,21 - 0,50	0,52 - 1,00	1,01 - 2,00 <sup>11/</sup>	> 2,00 <sup>11/</sup>
Soma de bases (SB) <sup>5/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 0,60	0,61 - 1,80	1,81 - 3,60	3,61 - 6,00	> 6,00
Acidez potencia(H+Al) <sup>6/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 1,00	1,01 - 2,50	2,51 - 5,00	5,01 - 9,00 <sup>11/</sup>	> 9,00 <sup>11/</sup>
CTC efetiva (t) <sup>7/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 0,80	0,81 - 2,30	2,31 - 4,60	4,61 - 8,00	> 8,00
CTC pH 7 (T) <sup>8/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	≤ 1,60	1,61 - 4,30	4,31 - 8,60	8,61 - 15,00	> 15,00
Saturação por AL <sup>3+</sup> (m) <sup>9/</sup>	%	≤ 15,0	15,1 - 30,0	30,1 - 50,0	50,1 - 75,0 <sup>11/</sup>	> 75,00 <sup>11/</sup>
Saturação por bases (V) <sup>10/</sup>	%	≤ 20,0	20,1 - 40,0	40,1 - 60,0	60,1 - 80,0	> 80,00

<sup>1/</sup>dag/kg = % (m/m); cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> = meq/100 cm<sup>3</sup>. <sup>2/</sup>O limite superior desta classe indica o nível crítico. <sup>3/</sup>Método Walkley & Black; M.O. = 1,724 x C.O. <sup>4/</sup>Método KCl 1 mol/L. <sup>5/</sup>SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>. <sup>6/</sup>H + Al, Método Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol/L, pH 7.7/t = SB + Al<sup>3+</sup>. <sup>8/</sup>T = SB + (H + Al). <sup>9/</sup>m = 100 Al<sup>3+</sup>/t. <sup>10/</sup>V = 100 SB/T. <sup>11/</sup>A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom.

Micronutriente	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio <sup>1/</sup>	Bom	Alto
Zinco disponível (Zn) <sup>3*</sup>	≤ 0,4	0,5 - 0,9	1,0 - 1,5	1,6 - 2,2	> 2,2
Manganês disponível (Mn) <sup>3*</sup>	≤ 2	3 - 5	6 - 8	9 - 12	> 12
Ferro disponível (Fe) <sup>3*</sup>	≤ 8	9 - 18	19 - 30	31 - 45	> 45
Cobre disponível (Cu) <sup>3*</sup>	≤ 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,2	1,3 - 1,8	> 1,8
Boro disponível (B) <sup>4*</sup>	≤ 0,15	0,16 - 0,35	0,36 - 0,60	0,61 - 0,90	> 0,90

<sup>1/</sup>O limite superior desta classe indica o nível crítico. <sup>2/</sup>mg/dm<sup>3</sup> = ppm (m/v). <sup>3/</sup>Método Mehlich-1. <sup>4/</sup>Método água quente.

Fonte: Adaptada de Ribeiro et al. (1999).

## **8. Cobertura de solo**

Os restos culturais devem cobrir, pelo menos, 80% da superfície do solo, e contabilizar 7 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca para cobertura do solo. Este é um dos requisitos mais importantes para o sucesso do plantio direto, por afetar praticamente todas as modificações que o sistema promove, e o mais variável entre diferentes regiões, pois as opções de explorações agrícolas e de cobertura do solo dependem das condições climáticas, bem como a disponibilidade de informações relativas a espécies alternativas e épocas de semeadura em cada local.

## **9. Nenhuma queima de restos culturais**

Jamais realizar a queima dos restos culturais. É comum, em áreas de produção de sementes de pastagens, pelo grande volume de palhada acumulado ao longo dos cultivos, predominantemente de gramíneas, o produtor realizar a queima dos restos culturais visando facilitar a colheita das sementes. Ademais, sempre implantar e manter bem cuidado os aceiros.

## **10. Uso do picador e do distribuidor de palhas nas colhedoras**

O objetivo dessa prática é promover melhor distribuição dos restos culturais na superfície do solo, facilitando o plantio e protegendo mais uniformemente o solo.

## **11. Controle de plantas daninhas**

As plantas daninhas deverão ser identificadas e receber um controle específico, antes de iniciar o sistema de plantio direto.

## **12. Eliminação de plantas daninhas perenes**

Essas plantas daninhas são de difícil controle, e podem aumentar sua infestação com o uso do plantio direto, daí a importância de sua erradicação antes de se iniciar o SPD.

## **13. Não deve haver alta infestação de plantas daninhas muito agressivas**

Essas plantas daninhas, além de difícil controle, onerarão o custo de produção. Como no plantio direto as plantas daninhas serão controladas quimicamente, e sendo esse controle responsável por um alto percentual do custo de produção total, toda ação que reduzir e facilitar o controle de plantas daninhas antes da instalação do sistema plantio direto deverá ser adotada. Na medida em que se consegue a formação de uma camada mais efetiva de palha na superfície do solo, associada a um programa adequado de rotação de culturas, o controle de plantas daninhas será facilitado e seu custo diminuirá, em função de menores doses de uso de herbicidas

## **14. Gestão profissional**

O sucesso ou insucesso da implantação do plantio direto depende, além desses requisitos básicos, da capacidade gerencial do produtor e de sua experiência no manejo de diferentes culturas que farão parte dos sistemas de rotação e ou sucessão de culturas (Mitchell et al., 2017).

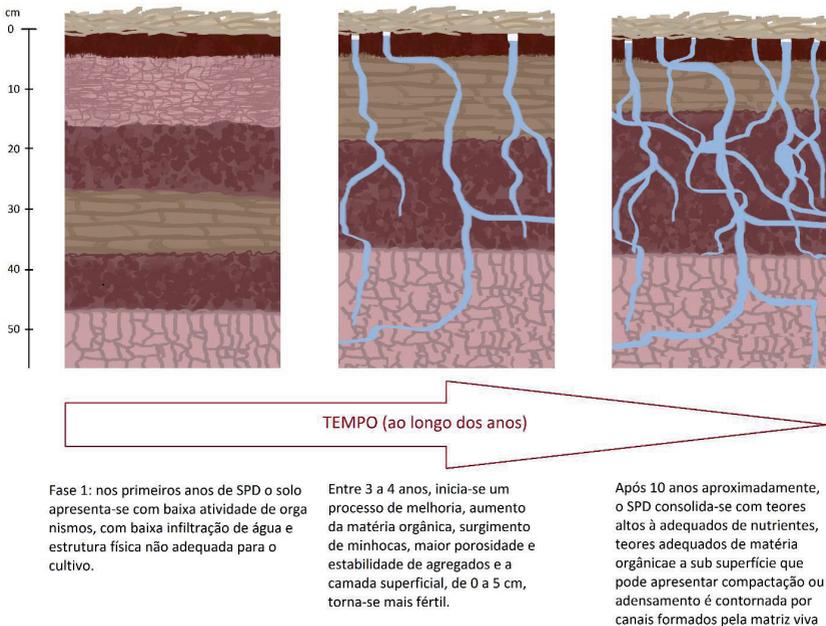
A gestão profissional de uma propriedade é uma etapa essencial para obtenção de sucesso no sistema. Vale ilustrar iniciativa que produtores do Sul do País têm realizado em parceria com a Usina de Itaipu no programa IQP - Índice de Qualidade do Plantio Direto ([www.plantiodireto.org](http://www.plantiodireto.org)) em que há geração de benefícios não

somente para as propriedades rurais participantes, mas para toda a bacia hidrográfica onde as propriedades estão inseridas, demonstrando o potencial dessa revolucionária técnica conservacionista para o Brasil.

## Implantação do Sistema Plantio Direto - SPD

Os benefícios plenos do sistema plantio direto são obtidos integralmente quando da consolidação desse sistema na área.

Neste contexto, podemos dividir a implantação do sistema plantio direto em três fases que são ilustradas na Figura 3:



**Figura 3.** Fases do plantio direto, da implantação à consolidação do sistema.

Conforme observa-se, a consolidação do sistema é esperada após alguns anos, que podem ser abreviados por causa das condições naturais locais (solo e clima) e de manejo bem apropriados. Os maiores benefícios do sistema são observados após a consolidação do sistema.

Deve-se considerar que em algumas regiões, nas quais o SPD encontra-se mais consolidado, alguns agricultores têm aberto mão do uso de outras ferramentas e técnicas de conservação do solo, obtendo resultados por vezes desastrosos para o solo. Dentre esses, tem se observado a retirada de terraços em áreas com declividade relativamente altas e que tem promovido o retorno da erosão hídrica, mesmo com a presença da palhada e o não revolvimento do solo para preparo da semeadura.

Outra prática que tem se tornado corriqueira é o uso de escarificadores, visando a mitigação de restrições físicas na subsuperfície do solo. Essa prática não tem sido demonstrada como efetiva para contornar esses problemas de solo, onerando muitas vezes o produtor, que tem que dispender recursos para aquisição do implemento e gasto de combustível para a operação.

### **A consolidação do sistema, primeira fase**

O preparo adequado do solo, visando corrigir a acidez e construir a base de aumento da fertilidade do solo ao longo do processo de consolidação do SPD é essencial para o sucesso desse sistema.

Deve-se atentar para que seja realizado um preparo profundo, gerando uma correção principalmente da acidez do solo e anulação da toxidez do alumínio tóxico do solo, uma vez que um

novo preparo do solo com revolvimento não é previsto nesse sistema. Todos os cuidados elencados no módulo anterior devem ser cuidadosamente realizados visando à construção do perfil do solo, uma vez que esse aspecto do gradiente de fertilidade em profundidade representa um desafio para que haja uma condição apropriada de crescimento e desenvolvimento das culturas sob SPD.

O manejo integrado de nutrientes, como estratégia sustentável de produção para o SPD, inicia-se nessa fase e percorre toda a história da lavoura utilizando-se das melhores práticas agronômicas que incluem o uso de análises periódicas de solo e plantas.

Se o agricultor está migrando para o SPD, recomenda-se que a propriedade seja dividida em áreas e que se inicie o sistema em áreas menores, para que durante as primeiras iniciativas e geração de conhecimento e experiência com o SPD não haja um aumento do risco e frustrações.

## **Sistemas**

Atualmente são diversos os sistemas de sucessão e rotação de culturas que são adaptados para o sistema plantio direto. Os mais comuns preconizam o foco na cultura principal, que no Brasil tem sido nos últimos anos a soja, vindo posteriormente uma cultura geradora de palhada, geralmente semeada em sucessão. Essa cultura tem sido primordialmente o milho nas condições de cerrado, no centro sul do Brasil, mas não se restringe a ela. Como exemplo temos o cultivo da soja e do milheto (antes ou após a soja), soja precedida do milho safrinha, soja e trigo, soja e aveia e/ou azevém e/ou centeio no Sul do Brasil, soja seguida

ou precedida de pastagem e outras modalidades. É importante frisar, que a sucessão e rotação de uma leguminosa, como a soja, com gramíneas (poáceas – por exemplo milho) são sempre desejadas, visando aumentar a sinergia entre essas famílias de plantas e diminuir a pressão de doenças e pragas, além de aumentar a eficiência do uso da terra e dessa forma intensificar sua exploração aumentando a renda do produtor.

O SPD é uma tecnologia que é adaptável a diversas situações e perfis de agricultores, desde os mais tecnificados e de maior escala, que usam maior volume de insumos, aos de menor escala, de cunho familiar, e que praticam uma agricultura com uso de menor quantidade de insumos.

No início do SPD, recomenda-se a utilização de plantas que gerem alta quantidade de resteva e palha, visando acelerar o processo de consolidação do sistema. Para tal, as plantas com alta relação C/N e alto teor de ligninas, comumente encontradas em gramíneas (plantas C4), são preferíveis.

## **Escolha das plantas de cobertura**

Plantas de cobertura representam um papel de suma importância para o pleno funcionamento do Sistema Plantio Direto (SPD), enquanto sistema conservacionista e sustentável de produção agrícola.

O principal objetivo é manter sempre que possível o solo coberto, seja pela cobertura viva ou morta. Apesar das vantagens de uso delas na ciclagem de nutrientes (uso de leguminosas diminuem a necessidade de nitrogênio mineral na lavoura), na redução de insetos pragas e doenças, na diminuição da população de

nematoides, no controle de perdas de solo e fertilizantes por erosão, no aumento da umidade do solo em períodos secos, as plantas de cobertura são ainda pouco exploradas pelos produtores.

Em algumas condições em que estratégias de sucessão e rotações de culturas são bem planejadas e executadas, com presença constante de palhada e cobertura viva sobre o solo, as plantas de cobertura podem não ser necessárias. Principalmente quando as lavouras de exploração econômica ocupam e protegem o solo durante todo o ano. Entretanto, esta não é a realidade da maioria dos produtores rurais no Brasil, de norte a sul.

A escolha adequada da planta de cobertura, para períodos sem exploração do solo, é fundamental e varia de região para região. A inadequada escolha das plantas de cobertura pode gerar prejuízos para o produtor, pois esta pode se alastrar no campo, tornando-se uma planta invasora (indesejável), ou propiciar a disseminação de pragas e doenças. No melhor dos casos, pode simplesmente gerar despesas com sua implantação, sem alcançar o objetivo maior que é a sustentabilidade, ajudando o sistema a produzir mais com menos insumos.

Algumas plantas de cobertura são tão eficientes no aumento de ciclagem de nutrientes que são chamadas de bombas de nutrientes. Poucos produtores têm contabilizado os ganhos oriundos da semeadura de plantas de cobertura na economia com fertilizantes e mesmo de herbicidas, pela supressão que estas proporcionam sobre as plantas invasoras. A escolha adequada de plantas de cobertura pode proporcionar retornos financeiros positivos aos produtores (Aker et al., 2016). Para que as plantas

de cobertura sejam benéficas para o sistema, diversos cuidados devem ser tomados (Quadro 2).

No momento de selecionar a espécie, o produtor deve responder às seguintes perguntas:

- Há necessidade de inserir no sistema plantas para geração de cobertura viva ou morta?
- Há conhecimento suficiente sobre a espécie escolhida e sobre as formas de manejo dela (herbicidas ou outros controles disponíveis)?
- Quanto de biomassa seca a planta fornece nas suas condições? Acima de 7 toneladas de matéria seca por hectare?
- A espécie é uma planta fixadora de nitrogênio?
- A espécie é hospedeira alternativa de pragas, insetos ou doenças?
- A espécie produz semente que, se colhida, poderá ser utilizada na próxima safra ou tem sementes de baixo custo?
- Existem informações sobre efeitos alelopáticos negativos da planta sobre as culturas de sucessão e rotação?

De posse destas informações, o produtor poderá se planejar adequadamente e implantar, se oportuno, esta importante tecnologia do Sistema Plantio Direto.

**Tabela 2.** Quadro de oportunidades e desafios no uso de plantas de cobertura.

Oportunidades	Desafios
Proteção adicional contra erosão do solo.	Aumento da produção de biomassa pode representar custos adicionais e dificuldade de manejo.
Proporciona alimento e proteção para organismos (micro, meso e macrobiota) do solo.	Pode ser fonte de alimento e hospedeira alternativa de insetos pragas e doenças, aumentando a população desses nos plantios subsequentes.
Proporção adequada de carbono e nitrogênio na palha (relação C/N) e teor de lignina adequados para manter cobertura durante período seco.	Alta relação C/N pode proporcionar deficiências temporárias de nitrogênio nas plantas pela imobilização do nutriente.
Aumento do aporte de nitrogênio no agroecossistema, diminuindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados na safra.	Liberação do nitrogênio precisa ocorrer de forma sincronizada com a necessidade das culturas de verão.
Efeito alelopático e competição sobre as plantas daninhas.	Uso de sementes de qualidade sem contaminação para disseminação de plantas daninhas.
Aumento da matéria orgânica no solo, diminuição do encrostamento superficial e compactação dos solos pela ação de raízes.	Efeito alelopático negativo sobre as culturas principais de safra/verão.
Aumento da infiltração e retenção de água e da aeração pelo aumento da porosidade do solo por meio do sistema radicular em decomposição.	Macroporos podem proporcionar maior lixiviação de nitratos, agrotóxicos pela percolação da água do solo para lençóis freáticos ou zonas fora do alcance das raízes das plantas.
Aumento da proteção contra raios solares, diminuindo calor no solo e oxidação da matéria orgânica do solo, melhorando a atividade microbiana do solo.	Aumento de microclima propício para certos tipos de microrganismos patógenos.
Pode prover além da cobertura viva e morta, alimento para animais e humanos, permitindo a integração de atividades tal como o ILPF (Integração Lavoura Pecuária Floresta).	Exige maior capacidade gerencial e administrativa do produtor rural ao introduzir novas atividades no calendário agrícola.

Em solos arenosos a utilização de palhada em quantidade e de alta recalcitrância (resistência à deterioração) tem proporcionado condições adequadas de cultivo de soja e outras culturas. Ao contrário de condições de teores médio e alto de argila no solo (Kluthcouski et al., 2000) faltam ainda estudos de longa duração refinando esses sistemas de produção nessas condições de solos arenosos, o que prejudica a indicação de boas práticas agronômicas visando à sustentabilidade da atividade. Dentre plantas que têm gerado resultados promissores nessas condições pode-se citar o milheto e as braquiárias.

## **Semeadura**

A utilização de sementes com alta qualidade fisiológica e sanitária é preponderante para o alcance de produtividades ótimas e da sustentabilidade de área conduzidas sob SPD.

Sementes de alta qualidade fisiológica apresentam uma velocidade de germinação e emergência superior, garantindo o rápido estabelecimento de uma lavoura. Esse ponto é de suma importância para o SPD, uma vez que pela própria diversificação, inerente ao sistema, há maior atividade de microrganismos na superfície do solo e sob a palhada, e que podem promover ataques às plântulas e mesmo o aparecimento de doenças.

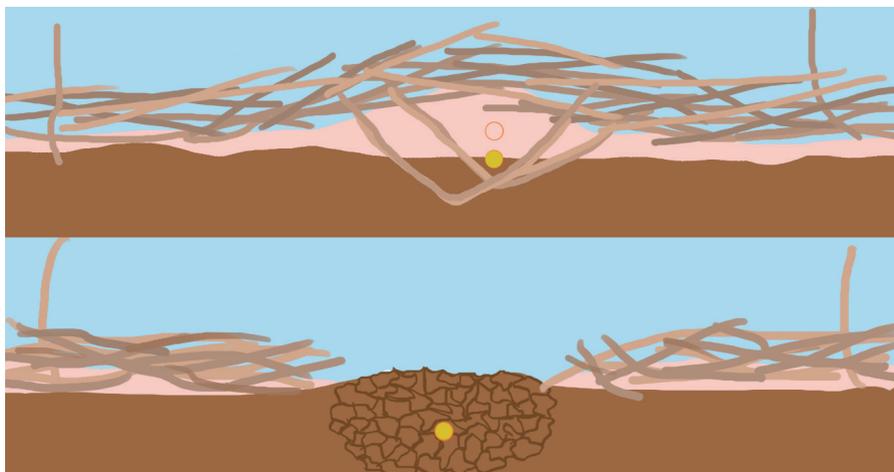
Neste sentido, é sempre desejável, que as sementes apresentem uma alta qualidade sanitária, evitando-se que haja inclusive a entrada de patógenos nas áreas sob SPD. Algumas doenças que são transmitidas por sementes podem representar um alto impacto econômico para o seu controle e ainda gerar quebras de produtividades significantes. Em alguns casos, podem ainda inviabilizar áreas inteiras, uma vez que certos microrganismos

sobrevivem em restos culturais (saprófitas), e dessa forma tornam o seu controle de alto dispêndio ou mesmo antieconômico.

O tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas tem se apresentado como um forte aliado do produtor para evitar perdas de produtividades nas lavouras conduzidas sob SPD em todo o Brasil. Cuidados extras devem ser tomados quando se manipulam, e mesmo sementes tratadas, com agrotóxicos, pela alta toxicidade de certos produtos para tratamento de sementes, em especial os inseticidas.

Na escolha de sementes com alta qualidade fisiológica e sanitária, deve-se estar atento para a adequada seleção da cultivar que será semeada. Recomenda-se o uso de materiais adaptados para as condições de solo, clima e época de semeadura (Passos et al., 2015). A escolha de uma cultivar adaptada é um processo que não exige normalmente custos extras e que pode agregar tecnologia ao sistema, com ganhos de produtividade ou evitando-se perdas no rendimento do sistema. Como exemplo, podemos citar o uso de cultivares que apresentam resistência e/ou tolerância a doenças e pragas locais e o uso de transgênicos, que apresentem eventos de interesse, que confirmam tolerância a insetos pragas e herbicidas. Neste último caso, esse atributo pode contribuir para o manejo de um dos grandes problemas da agricultura que é o manejo adequado de plantas daninhas.

A semeadura em SPD pode ser um desafio quando há altas quantidades de palhada sob o solo. O objetivo é que haja um contato apropriado entre as sementes e o solo e não da semente com a palha, como representado na Figura 4.



**Figura 4.** Adequado processo de posicionamento da semente no solo em sistema com presença de palhada (imagem inferior) e semente sem contato adequado com solo (imagem superior).

Como boa prática, recomenda-se que a dessecação, ou outro manejo visando matar as plantas de cobertura, seja feita com antecedência recomendada para cada sistema, considerando o local e a planta de cobertura (Nascente; Crusciol, 2012). Saiba-se, por exemplo, que algumas braquiárias, quando geram alta biomassa e são dessecadas muito próximas da data de semeadura da soja, podem gerar perdas consistentes de produtividade na soja. Nesses casos, recomenda-se a dessecação com no mínimo 30 dias antes da semeadura da cultura principal. Para outras culturas essa prática também é importante. Dessa forma a cobertura morta não representa um impedimento físico à emergência das sementes e estabelecimento da lavoura (Figura 5).

Muitos produtores têm realizado o que se chama de adubação antecipada, visando aumentar o rendimento operacional no momento da semeadura da cultura principal. Essa prática não é recomendada em todas as situações e pode gerar prejuízos significativos quando o sistema de cultivo é em sequeiro e não há um regime bem distribuído de precipitação. A utilização de semeadoras-adubadoras tem representado um avanço tecnológico para o SPD, uma vez que, em somente uma operação, realiza-se a adubação de semeadura (plantio) e a própria semeadura.

Fotos: Alexandre Abdão



**Figura 5.** Milho semeado em palhada de *Brachiaria brizantha* cultivar Piatã em SPD.

Recomenda-se realizar a rotação de cultivares quanto ao aspecto fitossanitário, buscando-se evitar o surgimento de organismos pragas resistentes, assim como o escalonamento de semeadura em função do ciclo das cultivares, visando-se otimizar a eficiência do uso do parque de máquinas e pessoal na propriedade.

## **Maquinário**

O maquinário deve ser próprio ou adaptado para as condições intrínsecas do SPD. Deve haver um dimensionamento entre a capacidade operacional e a área a ser cultivada, para que não haja falta ou sobrecarga de equipamentos e pessoas. No Brasil, já há produtores rurais que apresentam maquinários em sua propriedade que são capazes de semear dezenas de milhares de hectares em apenas um dia, em condições ótimas de clima e solo, o que demonstra a importância de se investir em qualidade operacional.

Atualmente muitas propriedades têm optado por terceirizar grande parte das operações e isto pode representar uma vantagem, uma vez que em escala, o custo fixo devido ao dispêndio inicial pode representar um alto impacto na saúde financeira do empreendedor rural, comprometendo seu fluxo de caixa e rentabilidade.

Ademais, nessas situações, é esperado que haja uma equipe especializada na operação de maquinários e que esses sejam modelos atualizados, que muitas vezes geram benefícios em razão da alta tecnologia que é incorporada nos equipamentos.

## **Semeadora adubadora**

As operações básicas são de corte de palha, abertura de berço e colocação da semente, aplicação do fertilizante e compactação do sulco de semeadura. Para tal e visando à adequada germinação e emergência das sementes, e dessa forma o pleno estabelecimento da lavoura, a semeadora para SPD deve ser capaz de:

- Trabalhar com eficiência em solo não revolvido periodicamente.
- Cortar eficientemente resíduos (palhada) movendo o excesso de palhada de forma a não embuchar.
- Promover um contato apropriado da semente com o solo (sem presença de palha, bolhas de ar e contato direto com fertilizantes).
- Ter capacidade de operar em condições de solo não friável.
- Apresentar alta singulação evitando falhas e duplas garantindo uma boa plantabilidade.
- Aplicar fertilizante ao lado e abaixo da semente em quantidades adequadas.
- Fechar e compactar levemente a linha de semeadura.

## **Roda compactadora**

Deve compactar apropriadamente as sementes. A indústria já prepara sistemas de distribuição elétrica e cardan/3º ponto em maquinários para lançamento em futuro breve. Com o advento dos sistemas de suporte à localização (GPS) muitas ferramentas têm sido desenvolvidas, junto com sensores auxiliares para

melhorar a distribuição de sementes e fertilizantes. A distribuição de sementes em semeadoras tem se dado por sistemas de discos perfurados e pneumáticos. A regulagem por discos depende do tipo e da classificação de sementes, e deve-se dar pelo uso correto do disco e sistemas de engrenagens motoras e movidas.

## **Regulagem de semeadoras**

A regulagem das semeadoras deve ocorrer a cada safra e a cada mudança de sementes, o que pode ser necessário pela mudança de uma área de semeadura para outra. Considerando-se semeadoras tradicionais, a escolha do disco é primordial para o sucesso dessa importante etapa.

Após a escolha do disco e sua montagem na caixa de sementes da semeadora, deve-se realizar a regulagem das engrenagens da semeadora para que a densidade de semeadura ocorra conforme o preconizado para cada caso e cultivar escolhida.

Deve-se sempre considerar a patinagem que ocorre em condições de campo, principalmente onde há solos mais úmidos e argilosos, o que gera subestimativas no “caimento” das sementes. Todos esses cuidados devem gerar uma plantabilidade adequada que é resultado de uma apropriada deposição das sementes e estabelecimento das plântulas, com reflexos positivos sobre o desempenho da lavoura (Figura 6).

Foto: Alexandre Abdão



**Figura 6.** Milho semeado em palhada de *Brachiaria brizantha* cultivar Piatã em SPD com excelente sintonia.

## Adubação de sistemas

A adubação deve considerar os sistemas de produção adotados e condições de solos locais, bem como a expectativa de produtividade considerando o balanço de nutrientes (reposição de exportações e perdas – nutrientes disponíveis no solo e palhada) com foco no manejo integrado de nutrientes (Cerri et al., 2010).

As plantas de cobertura são uma parte importante no sistema no que tange ao manejo integrado de nutrientes em sistemas mais complexos. A utilização da adubação verde é uma estratégia visando compor maior pool de nutrientes no sistema, especialmente na fase de construção inicial da fertilidade do solo. Para tal, deve-se considerar sempre o potencial do uso de

leguminosas para incrementar o aporte de nitrogênio no sistema (Plaza-Bonilla et al., 2016).

Outras promovem uma maior ciclagem de potássio no sistema, tal como as braquiárias que ainda melhoram, especialmente em sistemas tendendo para a consolidação, maior diversidade de organismos benéficos como as micorrizas. Há que se considerar também, para o nitrogênio, a contribuição do processo de inoculação, que na soja e algumas outras culturas deve ser feito anualmente e que pode ser afetado pelas condições de palhada. Em algumas condições locais é comum observar uma clorose inicial em plântulas e plantas jovens de soja (amarelecimento de folhas) muitas vezes atribuída à presença, quantidade e qualidade da palhada. Não se deve usar adubação mineral considerando esse fenômeno, pois geralmente aplicações de nitrogênio mineral são antieconômicas.

Deve-se atentar também para a necessidade de aplicação de manganês e outro micronutrientes catiônicos na soja em razão de problemas de supercalagem em superfície em SPD.

### **Fitossanidade (daninhas, doenças, insetos e outros)**

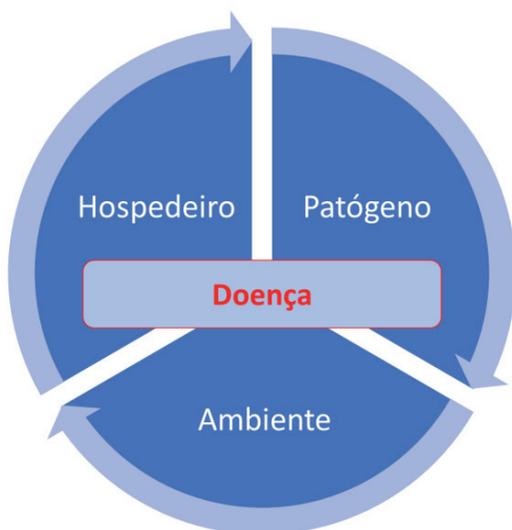
Neste tema, a rotação de culturas demonstra sua maior importância, ao gerar alternância de vegetação viva, diferentes palhadas e condições microclimáticas sob o solo e dossel, quebra de pontes verdes, dentre outros mecanismos que reduzem os problemas fitossanitários.

Apesar de ser uma estratégia para controle fitossanitário, a rotação de cultura não deve ser realizada preferencialmente de

forma reativa, mas sim de forma planejada e dentro das mais diversas possibilidades de sistemas de produção preconizados pela pesquisa agropecuária (Shahzad et al., 2016; Vargas et al., 2017).

## Doenças

A presença de palha e o não revolvimento do solo geram condições específicas que podem favorecer algumas patologias. O ambiente com a presença de restos culturais viabiliza e favorece a presença de patógenos saprófitas (patógenos em que a sobrevivência e ciclo de vida dependem da presença de matéria orgânica no solo, tal como a palhada, por exemplo) que podem expressar doenças típicas. Todo manejo fitossanitário de uma lavoura é baseado nos fatores patógeno, plantas hospedeiras e ambiente (Figura 7).



**Figura 7.** O triângulo da doença.

Alguns problemas fitossanitários comuns no SPD no cerrado em lavouras de soja e milho são o mofo-branco (*Sclerotinea sclerotiorum*), fusariose (*Fusarium oxysporum*) e a rizoctonia (*Rhizoctonia solani*).

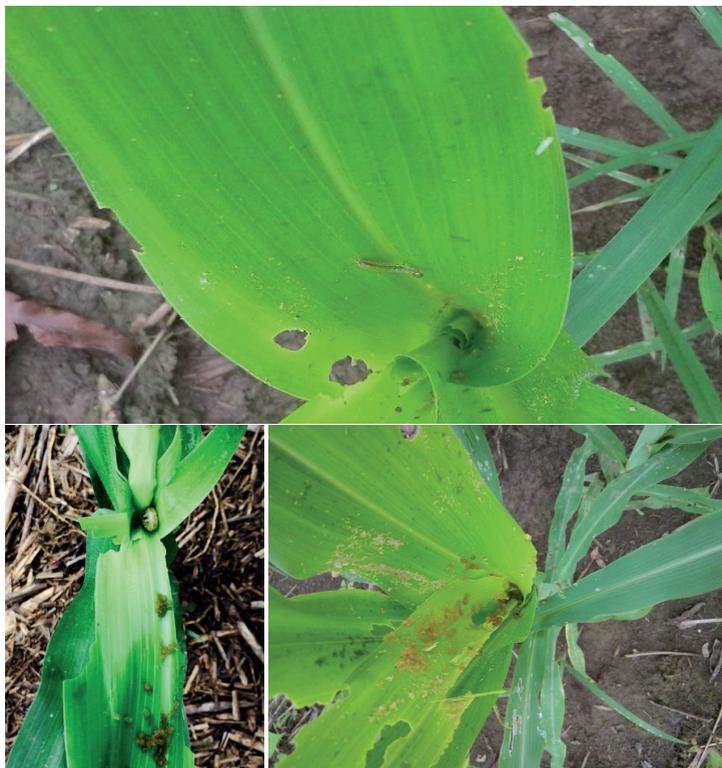
Por outro lado, a presença de palhada pode representar uma estratégia de diminuição de doenças como a mela (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk). A palhada, nesse caso, é uma forma de viabilizar o cultivo do feijoeiro, uma vez que o controle químico torna o cultivo do feijoeiro, em algumas regiões de alta temperatura e precipitação, praticamente inviável economicamente pela agressividade do patógeno.

Uma estratégia para contornar problemas de doenças é a utilização de cultivares que apresentem resistência e tolerância a determinados patógenos. Nesse sentido, verifica-se que os programas de melhoramento têm se atentando para este fato e obtido relativo êxito na obtenção de fontes de resistência.

## **Insetos-pragas**

Similarmente como nos casos das doenças, a presença de problemas fitossanitários relacionados a insetos pragas depende muito do quão complexos e sinérgicos são os sistemas de produção, principalmente pela construção de sistemas de rotação e sucessão de culturas, que favoreçam uma maior diversidade de insetos na lavoura. Esse raciocínio segue a lógica da resiliência ambiental, na qual as espécies de insetos se autorregulam na lavoura e em ecossistemas naturais, não promovendo o início de surtos de insetos pragas (Figura 8).

Foto: Alexandre Abdão



**Figura 8.** Sinais de ataque da *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho.

## Plantas daninhas

Por si, a intensificação do uso do solo, por meio da presença de plantas de cobertura, gera um efeito competitivo e/ou mesmo supressor (alelopático) sobre as plantas daninhas (Figura 9).

Deve-se dar atenção à dinâmica do banco de sementes em SPD, uma vez que a perda do momento adequado (*timing*) do controle de plantas daninhas pode permitir a formação e o incremento do

banco de sementes e gerar prejuízos em razão da complexidade de controle, pois não há o tradicional revolvimento da leiva como estratégia de controle (Vargas et al., 2017).

Foto: Alexandre Abdão



**Figura 9.** Feijão de porco, planta de cobertura de alta vigor, potencial alelopático e adaptação em condições de estresse hídrico.

A utilização constante de glifosato sozinho ou mesmo combinado em misturas de tanques para uso da dessecação é tradicional no SPD. Adicionalmente, o desenvolvimento de cultivares tolerantes ao mesmo princípio ativo, com aplicação de herbicidas em pós-emergência tem aumentado a pressão de seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes (Figura 10).

Foto: Alexandre Abdão



**Figura 10.** Leiteira (*Euphorbia heterophylla* L) resistente em área recém-aberta para soja na região de Rondônia.

A rotação de princípios ativos na dessecação e aplicações pré e pós-emergentes é uma estratégia visando contornar o aumento de biótipos resistentes ao glifosato e outros herbicidas com outros mecanismos de ação, como os inibidores de ALS (acetolactato sintase).

## Nematoides

As principais espécies encontradas no SPD são os de galha (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*), cisto da soja (*Heterodera glycines*) e de lesões das raízes (*Pratylenchus brachyurus*).

O uso de crotalárias e outras plantas de cobertura pode promover um efeito supressor em nematoides do solo (Figura 11). Em algumas condições, a análise de solo visando identificar nematoides e gerar um perfil de raças é mandatória para uma melhor gestão da atividade. Deve-se atentar para o fator de reprodução das plantas de cobertura. Nesse sentido, vale ressaltar a busca de genótipos com menor FR (fator de reprodução) em diferentes híbridos de milho e outras culturas exploradas.

Foto: Alexandre Abdão (A) e Andreia Aker (B)



**Figura 11.** Crotalárias utilizadas como planta de cobertura e prática de manejo cultural para nematoides.

## Incêndio na palhada

Deve-se realizar um plano de manejo que englobe prevenção e combate a incêndios, uma vez que a presença de palhada gera um depósito de alta capacidade de combustão, de difícil controle (Figura 12).

Foto: Alexandre Abdão (A) e Andreia Aker (B)



**Figura 12.** Incêndios em palhada em áreas de integração lavoura pecuária (A – vista aérea) e integração lavoura pecuária floresta (B).

## Sistema soja milho

A adoção de sistemas de boas práticas é uma medida de alta eficiência e comum em diversos países que têm expandido sistemas conservacionistas e mais complexos de manejo do solo.

No Brasil, pode-se citar o programa da ABRASEM (Associação Brasileira de Sementes) que prevê, dentre outras ações visando à sustentabilidade técnica e econômica da atividade agrícola, a manutenção de ferramentas biotecnológicas transgênicas nas culturas de milho e soja por meio de seis frentes de ação:

- Dessecação antecipada
- Uso de sementes certificadas
- Tratamento de sementes
- Adoção de Áreas de Refúgio
- Controle de plantas daninhas
- Monitoramento de pragas

Ademais, podemos citar o programa 4R do IPNI (*International Plant Nutrition Institute*) ou 4C no Brasil e países de língua portuguesa, que direciona a utilização racional e integrada de nutrientes em lavouras.

## **Conclusões**

O sistema plantio direto, também chamado de Sistema de Semeadura Direta, preconiza três princípios que embasam e caracterizam o sistema e seus benefícios:

1. Baixo revolvimento do solo
2. Presença de cobertura viva ou morta sobre o solo (palhada)
3. Rotação de culturas

Sistemas que apresentem sucessão de culturas, como soja na safra e milho na safrinha, ou trigo ou outra cultura, não caracterizam um sistema plantio direto essencialmente.

Um importante aspecto para a obtenção de todos os benefícios oriundos do sistema refere-se ao planejamento e à capacitação dos atores envolvidos, pois é um sistema que exige mais

conhecimento pela sua complexidade, com inserção de rotação de cultura, plantas de cobertura, entre outros, havendo a premissa de ser sustentável e rentável economicamente.

E, por fim, a implantação do sistema plantio direto exige que se corrijam e melhorem as condições de perfil de solo para que posteriormente as camadas superiores sejam a principal área de manejo do produtor, uma vez que não se preconiza mais o revolvimento do solo.

## Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2017/18: oitavo levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 5, n. 8, maio 2018. 140 p. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/19461\\_3e293e81ebe05101ef167a494fe67dd6](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/19461_3e293e81ebe05101ef167a494fe67dd6)>. Acesso em: 12 abr. 2018.

AKER, A. M.; PASSOS, A. M. A. dos; MARCOLAN, A. L.; SANTOS, F. C. dos; CIPRIANI, H. N.; VARGAS, L. A. de. Plantas de cobertura sobre atributos agronômicos do milho na região sudoeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, p. 531-542, 2016.

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema de plantio direto. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 873-928.

ANGHINONI, I.; SALET, R. L. Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. J. (Ed.). **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: Núcleo Regional Sul, 1998. p. 27-52.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two brazilian cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research**, v. 86, n. 2, p. 237-245, 2006.

CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; MAIA, S. M. F.; CERRI, C. E. P.; COSTA JUNIOR, C.; FEIGL, B. J.; FRAZÃO, L. A.; MELLO, F. F. de C.; GALDOS, M. V.; MOREIRA, C. S.; CARVALHO, J. L. N. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 1, p. 102-116, 2010.

DERPSCH, R.; FRANZLUEBBERS, A. J.; DUIKER, S. W.; REICOSKY, D. C.; KOELLER, K.; FRIEDRICH, T.; STURNY, W. G.; SÁ, J. C. M.; WEISS, K. Why do we need to standardize no-tillage research? **Soil and Tillage Research**, v. 137, p. 16-22, 2014.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; LANDERS, J. N.; RAINBOW, R.; REICOSKY, D. C.; SÁ, J. C. M.; STURNY, W. G.; WALL, P.; WARD, R. C.; WEISS, K. About the necessity of adequately defining no-tillage: a discussion paper. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 5., 2011, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane: [s.n.], 2011.

FRANZLUEBBERS, A. J. Achieving soil organic carbon sequestration with conservation agricultural systems in the

southeastern United States. **Soil Science Society of America Journal**, v. 74, n. 2, p. 347-357, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

LANDERS, J. N. **Zero tillage development in tropical Brazil: the story of a successful NGO activity**. Rome: FAO, 2001. (FAO Agricultural Services Bulletin, 147). Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2638E/y2638e00.htm#toc>>. Acesso em: 13 maio 2018.

LEHMANN, J. A handful of carbon. **Nature**, v. 447, p. 143-144, 2007. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/447143a>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

LOPES, A. S.; GUIMARÃES, G. L. R. A career perspective on soil management in the cerrado region of Brazil. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in agronomy**. London: Academic Press, 2016. v. 137, p. 1-72.

MITCHELL, J. P.; SHRESTHA, A.; MATHESIUS, K.; SCOW, K. M.; SOUTHARD, R. J.; HANEY, R. L.; SCHMIDT, R.; MUNK, D. S.; HORWARTH, W. R. Cover cropping and no-tillage improve soil health in an arid irrigated cropping system in California's San Joaquin Valley, USA. **Soil and Tillage Research**, v. 165, p. 325-335, 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198716301854>>. Acesso em: 26 out. 2016.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 187-192, 2012.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS. Fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 394-486.

OMAFRA - Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. **No-till: making it work**. Guelph, 1997. 91 p. (Best Management Practices Series).

PASSOS, A. M. A. dos; REZENDE, P. M.; REIS, W. P.; BOTREL, E. P. Cultivares de soja em sucessão ao trigo nos sistemas convencional e plantio direto. **Revista Agrarian**, v. 8, n. 27, p. 30-38, 2015. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3015>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

PLAZA-BONILLA, D.; NOLOT, J.-M.; PASSOT, S.; RAFFAILLAC, D.; JUSTES, E. Grain legume-based rotations managed under conventional tillage need cover crops to mitigate soil organic matter losses. **Soil and Tillage Research**, v. 156, p. 33-43, 2016. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198715300374>>. Acesso em: 26 out. 2016.

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.

SÁ, J. C. M.; LAL, R. Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v. 103, p. 46-56, 2009.

SHAHZAD, M.; FAROOQ, M.; JABRAN, K.; HUSSAIN, M. Impact of different crop rotations and tillage systems on weed infestation and productivity of bread wheat. **Crop Protection**, v. 89, p. 161-169, 2016. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219416301764>>. Acesso em: 26 out. 2016.

SIX, J.; ALBRECHT, A.; DE MORAES, S. A. J. C.; DENEFF, C.; FELLER, C.; OGLE, S. M. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils: effect of no-tillage. **Agronomie**, v. 22, p. 755-775, 2002.

VARGAS, L. A.; PASSOS, A. M. A.; MARCILIO, V. A.; BRUGNERA, F. A.; LEITE, V. P. D.; COSTA, R. S. C. Soil seed bank phytosociology in no-tillage systems in the Southwestern Amazon Region. **American Journal of Plant Sciences**, v. 8, p. 3399-3413, 2017.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 585-596, 2004.

# Capítulo 4

---

## Recuperação de pastagens degradadas

*Emerson Borghi*

*Miguel Marques Gontijo Neto*

*Rosângela Maria Simeão Resende*

*Ademir Hugo Zimmer*

*Roberto Giolo de Almeida*

*Manuel Cláudio Motta Macedo*

### Introdução

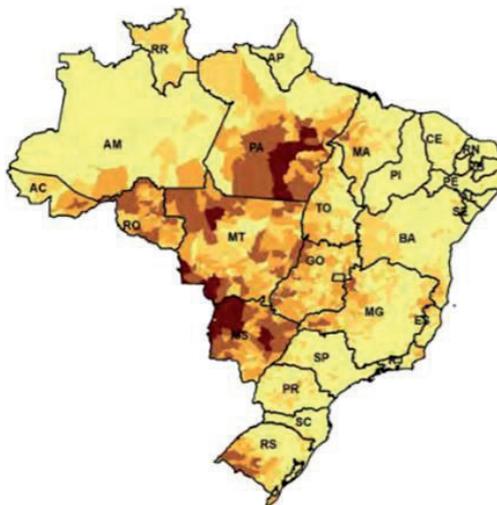
As pastagens são o alicerce da atividade pecuária. Sejam nativas ou cultivadas, são a base da alimentação para a pecuária de corte e de leite em vários países do mundo, em especial das Américas Central e do Sul. Para que se tenha ideia da importância das pastagens na atividade pecuária, as espécies forrageiras destinadas exclusivamente para a produção animal ocupam dois terços da área agricultável do mundo.

No Brasil, as pastagens representam o avanço da atividade pecuária, principalmente no bioma Cerrado. Desde a implantação das primeiras áreas agricultáveis nesse bioma, no início da década de 1970, a pecuária era a principal atividade econômica a ser implementada, principalmente com o cultivo de pastagens introduzidas da África, como as do gênero *Andropogon* e *Brachiaria*, que impulsionaram o desenvolvimento regional e colocaram o País em destaque na produção animal, sucesso que perdura até hoje graças, também, aos avanços na genética animal.

**Mapa 1**

Efetivo de bovinos no Brasil.

Rebanho por município (2014)



Fonte: IBGE (2014), Agroconsult.

**Figura 1.** Rebanho bovino brasileiro.

No Brasil, na década de 1970, com o cultivo de pastagens, principalmente *Brachiaria decumbens*, adaptadas às regiões de Cerrados, de solos ácidos e de baixa fertilidade natural, houve um aumento na lotação inicial, passando a ser de 0,9 a 1,0 animal/ha. O ganho de peso animal também aumentou de 2 a 3 vezes ao da pastagem nativa. Isso resultou em um grande impulso na exploração da pecuária de corte e leite no Brasil e ampliou consideravelmente a fronteira agrícola.

Informações a partir de levantamentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) demonstram que, no Brasil, a área de pastagens (cultivadas e nativas) ocupava, em 1985, aproximadamente 180 milhões de hectares. Desse total, 30 milhões de hectares eram com pastagens cultivadas somente no bioma Cerrado.

Atualmente, os órgãos ligados ao setor agropecuário enumeram uma área ocupada por pastagens na ordem de 167,5 milhões de hectares e 209,13 milhões de cabeças de gado. Uma lotação de 1,25 cabeça por hectare.

Com novas tecnologias, pesquisas em melhoramento genético e o espírito empreendedor dos produtores brasileiros, novas tecnologias foram incorporadas ao sistema produtivo. Assim, ao longo dos anos, novas espécies e cultivares forrageiras foram surgindo e, aliado à estratégia de manejo do solo, da pastagem e do animal, o incremento da produtividade de carne e leite foi significativamente superior ao aumento da área de pastagem no Brasil. Atualmente, em todas as regiões brasileiras, gramíneas e leguminosas forrageiras constituem a principal fonte dos nutrientes essenciais ao crescimento, à saúde e à reprodução dos ruminantes. Assim, a exploração dos rebanhos depende, fundamentalmente, da produção de forragem, principalmente de gramíneas e leguminosas das pastagens.

O principal problema da atividade pecuária no Brasil, em especial nas regiões que compõem o bioma Cerrado e as áreas de abrangência, é que o sistema produtivo foi inserido de forma extrativista e exploratória. Mesmo com os avanços significativos, a atividade pecuária ainda é considerada exploratória e “vilã” da agropecuária brasileira. Hoje, a produção de carne e leite é responsável pela maior emissão de gases causadores do efeito estufa, principalmente pelo modo de condução da atividade desde a sua ampliação a partir da década de 1970.

Basicamente, a pecuária sempre buscou a expansão horizontal da atividade. Até pouco tempo atrás, a prioridade era o aumento de área para incrementar a produção de carne ou de leite em pasto.

Esse modelo de expansão extrativista começou a ser menos atrativo a partir da década de 1990, em razão da necessidade do incremento da produtividade e da necessidade de aumento de competitividade e sustentabilidade do setor. Para tentar aumentar a produção animal por hectare, muitos pecuaristas optaram pelo melhoramento genético em vez de pensar na pastagem e buscaram cruzamentos entre raças europeias e zebuínas, mas isso nem sempre resultava em ganhos satisfatórios, uma vez que a questão alimentar do rebanho não estava sendo devidamente planejada.

De lá para cá, a degradação das pastagens é o fator que mais dificulta o avanço da pecuária de corte e de leite brasileira. O problema é tão grave que iniciativas governamentais têm procurado incentivar toda a cadeia ligada à pecuária na busca por soluções para esse problema. As perdas anuais com a exploração pecuária em pastagens degradadas podem superar US\$ 1 bilhão. Estima-se que 80% das pastagens cultivadas no Brasil Central, responsáveis por mais de 55% da produção nacional de carne, encontram-se em algum estágio de degradação. Isso afeta diretamente a sustentabilidade da pecuária.

As metas para os próximos anos são animadoras, mas audaciosas. As projeções do agronegócio brasileiro para os próximos 10 anos, elaboradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), demonstram que, no período que vai de 2015/16 a 2025/26, a produção de leite deverá passar de 34,2 milhões para 42,9 milhões de toneladas. Já a produção de carne bovina passará de 8,5 milhões para 10,2 milhões de toneladas. Isso só será possível se houver incentivos governamentais e tecnológicos. O governo brasileiro, por meio do Programa ABC, disponibilizou uma linha de financiamento com juros atrativos,

especificamente para os produtores que quiserem recuperar suas pastagens. A estimativa para o ano de 2020 é de que 15 milhões de hectares de pastagens possam ter sido recuperadas, podendo chegar a um potencial de mitigação de gases de efeito estufa entre 83 a 104 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Tendo em vista que as plantas forrageiras são submetidas, constantemente, ao estresse da colheita, seja pelo pastejo ou pelo corte, é importante que o produtor conheça técnicas para que, a partir da sementeira, a espécie forrageira não seja degradada rapidamente. O estabelecimento incorreto e o manejo inadequado da pastagem já estabelecida têm sido apontados como os principais fatores que contribuem para tornar a pastagem mais suscetível à degradação.

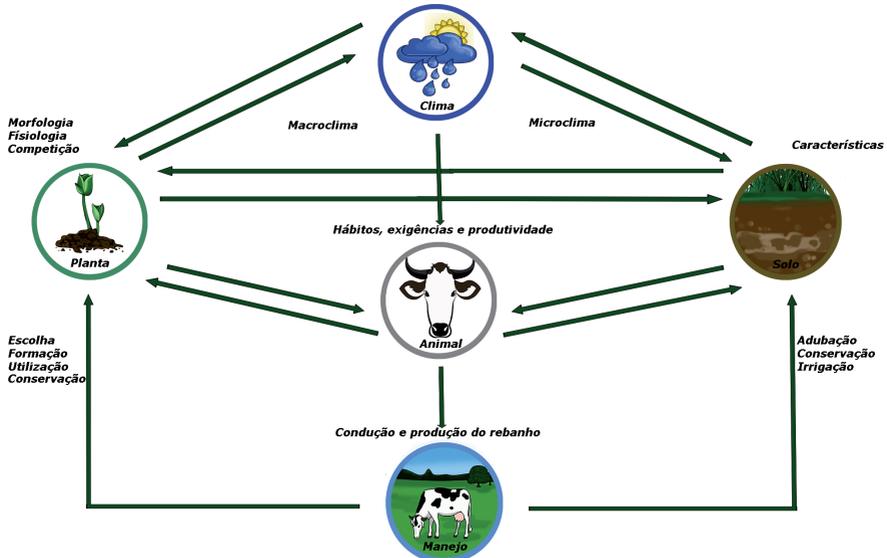
## **Degradação de pastagens**

### **Conceito**

Diferentes especialistas em pastagens definem o termo “degradação de pastagens” como um processo evolutivo de perda do seu vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, mesmo em épocas favoráveis ao crescimento. Ao longo do tempo, a produção de forragem é insuficiente para manter determinado número de animais no pasto. Ocorre uma diminuição da cobertura do solo, redução no número de plantas novas (provenientes da ressemeadura natural), diminuição na capacidade de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de práticas recorrentes de manejos inadequados. Geralmente, o conceito mais simples adotado

pelos produtores é que a degradação de pastagens nada mais é que a diminuição no potencial de fornecimento de forragem aos animais, levando a uma diminuição na capacidade de lotação animal.

É preciso esclarecer que “degradação” é diferente de “perda de produtividade”. A perda de produtividade é um processo natural, pois, ao longo de sua exploração, a planta forrageira vai perdendo seu potencial de produção de massa, mesmo quando submetida a manejos que prolonguem seu ciclo. É um processo natural e que depende da interação entre a planta, o solo e o meio em que esta está inserida, conforme Figura 2. Deve-se sempre evitar que a degradação ocorra, mesmo tendo em mente que a planta poderá, em algum momento, perder a capacidade de oferta de forragem em função do ciclo de desenvolvimento.



**Figura 2.** Representação esquemática das interações que ocorrem no ecossistema de pastagem

## **Fatores associados à degradação**

Entre os principais fatores que originam ou intensificam os processos de degradação, podem-se elencar os seguintes, em ordem de importância (Zimmer et al., 2012):

1. Excesso de lotação e manejo inadequado das pastagens: no Brasil, esse é o principal causador da degradação das pastagens. A falta de ajuste na quantidade de animais por área em função da oferta de forragem prejudica estabelecimento, rebrota e manutenção da pastagem ao longo do período de exploração.

2. Falta de correção e adubação na formação e, principalmente, falta de reposição de nutrientes pela adubação de manutenção: o desconhecimento da exigência em nutrientes em função das espécies forrageiras e os processos que proporcionam a disponibilidade de nutrientes. A maioria dos solos cultivados com pastagens são ácidos, pobres em nutrientes e necessitam ser corrigidos adequadamente para que possam fornecer os nutrientes necessários para a pastagem ao longo do seu período de exploração.

3. Espécie ou cultivar inadequada, não adaptada ao clima, solo e objetivo da produção.

4. Preparo de solo e técnicas de semeadura impróprias: em muitas situações, o preparo do solo com arações e gradagens sucessivas pode ocasionar camadas de impedimento (compactação) que limitam a infiltração de água e, por consequência, o desenvolvimento radicular torna-se comprometido.

5. Ausência ou falta de práticas conservacionistas do solo: a não observação da declividade para implantação de curvas de nível

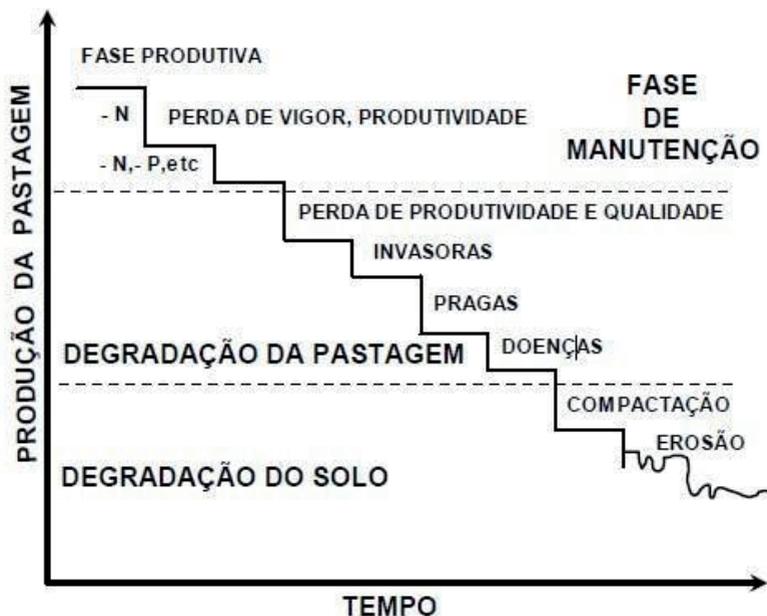
ou terraços agrava a degradação do ambiente produtivo em que a pastagem está inserida.

6. Uso de sementes de má qualidade e origem desconhecida.

7. Uso de espécies forrageiras não adaptadas e resistência ao pastejo: é possível utilizar espécies com maior capacidade de absorção e eficiência de utilização de nutrientes, o que confere tolerância à baixa fertilidade do solo. Também a resistência ao déficit hídrico representa habilidade de recuperação durante períodos de estiagem. Outra característica positiva é a eficiência no uso da água, que se apresenta maior nas gramíneas, as quais, com uma mesma quantidade de água, produzem o dobro de biomassa em relação às espécies de folha larga (leguminosas).

Notadamente, entre esses fatores elencados anteriormente, as principais causas de degradação das pastagens no Brasil são **o excesso de lotação e a falta de reposição de nutrientes**. Entretanto, os demais fatores também são relevantes e contribuem conjuntamente para a degradação. Ocorrências como o surgimento de invasoras, pragas, doenças, compactação do solo, erosão, etc. muitas vezes são apontados como causadores da degradação, mas, na realidade, são efeitos que surgem em decorrência das premissas acima mencionadas, o que será discutido no próximo item.

Graficamente, é possível representar o processo de degradação da pastagem, conforme ilustra a Figura 3.



**Figura 3.** Desenho esquemático do processo de degradação da pastagem em função do período de exploração.

Fonte: Macedo et al. (1999)

No processo de implantação da pastagem, seja em área que estará sendo submetida a reforma ou no primeiro ano de sua formação, o preparo mecanizado do solo para a incorporação de corretivos e fertilizantes, além da incorporação da matéria orgânica, promove um aumento na produtividade da pastagem logo no início. Ao longo do tempo, sem a devida reposição de nutrientes e associado à não atenção ao manejo da pastagem, mantendo uma alta lotação mesmo sem massa de forragem suficiente, ocorre a indução de um rápido processo de degradação.

## Causas da degradação

Como informado no item anterior, as causas da degradação das pastagens são efeitos decorrentes dos processos acima discutidos. Erros no manejo, por exemplo, podem desencadear efeitos nocivos em escala, como baixa capacidade potencial de produção de massa de forragem, diminuição da cobertura vegetal, etc. Levando em consideração os processos que levam à degradação da pastagem discutidos no item anterior, as principais causas são elencadas abaixo:

### Manejo inadequado

O manejo inadequado, caracterizado pelas condições de super ou subpastejo, causa acentuada modificação na composição botânica da pastagem. O excesso de lotação de animais na área é denominado **superpastejo**. Este ocorre quando o número de animais na área (taxa de lotação) se encontra muito acima da capacidade de oferta de forragem pela pastagem. Isso causará danos à planta por meio do consumo e do pisoteio, o que limita a capacidade de regeneração dessa pastagem. Como consequência, desencadeia uma série de problemas, como o aparecimento de plantas daninhas, diminuição da cobertura do solo, deixando-o exposto ao sol. Pastagens que foram superpastejadas são também mais suscetíveis à compactação do solo e têm menores taxas de infiltração de água e maior evaporação da água, principalmente, em períodos de veranico.

Outros efeitos deletérios do superpastejo são os desequilíbrios entre a reciclagem de nutrientes acumulados do resíduo vegetal remanescente do pastejo e o crescimento da gramínea para um novo ciclo. Além disso, reduz o vigor das plantas, a capacidade de rebrotação e a produção de sementes.

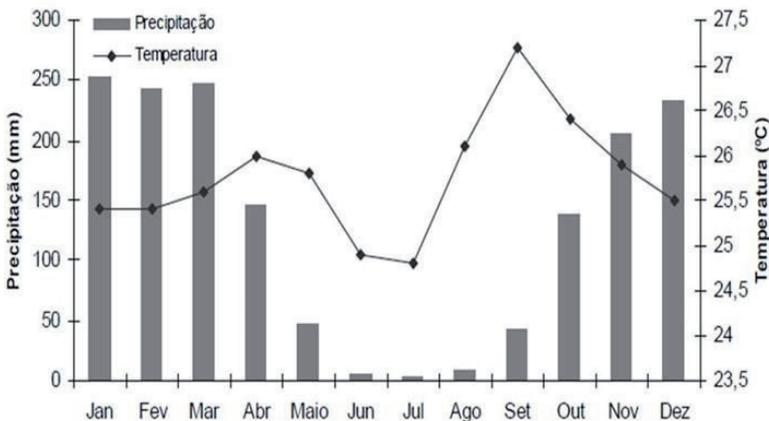
A lógica inversa é utilizada para o **subpastejo**. Embora de ocorrência menos frequente que o anterior, o subpastejo pode ser a principal causa de degradação em muitas regiões, em especial naquelas com maior regime de chuvas, como o bioma Amazônico, por exemplo. Quando a lotação animal é baixa, a produção de forragem é maior que a capacidade de alimentação pelos animais. Assim, grande parte das estruturas vegetativas da planta (folhas, colmos e perfilhos) entram em senescência, perdendo características nutricionais importantes, que não são desejáveis para a alimentação animal. Embora essa massa não consumida permaneça sobre a superfície do solo, isso não proporciona a produção de novos perfilhos e folhas. Em pastos subpastejados é normal o “retorno” da vegetação original. Dessa forma, ocorre a perda física da área que foi formada com pasto, havendo necessidade de práticas não adequadas nem recomendadas, como uso do fogo, roçadas (correntões, etc.). Assim, a pastagem subpastejada não é uma estratégia interessante de manejo, pelo contrário, pode também levar à degradação.

Os ajustes da taxa de lotação da pastagem devem ser compatíveis com a taxa de crescimento relativo das plantas, de forma a não comprometer o equilíbrio do complexo solo-planta-animal e a persistência das forrageiras.

## **Clima**

A estacionalidade na produção de forragem provocada pela condição climática é importante quando se discute o seu papel na deterioração das pastagens, então o primeiro aspecto a se considerar é o próprio sistema de exploração adotado. As secas, quando prolongadas e severas, podem reduzir o vigor e

a capacidade de competição das pastagens, comprometendo o estabelecimento e a perenidade de plantas forrageiras. A Figura 4 demonstra uma distribuição de chuvas e de temperatura bem típica do bioma Cerrado. Podem-se visualizar duas fases bem distintas, uma estação chuvosa, que pode iniciar em outubro e finalizar em maio, e outra fase, com duração entre 4 e 5 meses do ano, sem a presença de chuvas. Assim, as plantas forrageiras têm, em função do regime hídrico, grande crescimento vegetativo na estação chuvosa e baixo ou nulo crescimento das forrageiras na estação seca, sendo que essa última pode perdurar até 5 meses do ano.



**Figura 4.** Distribuição de chuvas características do bioma Cerrado.

Mesmo com as estações bem definidas, tanto a ausência de água durante a seca como o excesso de umidade no período das águas podem ser prejudiciais às plantas forrageiras. A título de exemplo, a síndrome da morte do capim-marandu na região Amazônica dizimou extensas áreas formadas com essa cultivar de *Brachiaria*, em decorrência, principalmente, do encharcamento do solo, não tolerado por essa forrageira.

Como a maioria dos criadores não ajusta a taxa de lotação em função da época do ano é muito comum observar, nos primeiros meses da estação chuvosa, o rebanho consumindo com certa fartura as sobras, em função da maior oferta de forragem nesses meses. À medida que as chuvas vão diminuindo em frequência e volume, a oferta de forragem vai reduzindo em função da não capacidade de rebrota da forrageira, pois, sem água, a planta não consegue estabelecer novos perfilhos e folhas. Assim, o pecuarista lança mão do uso de suplementação para o rebanho, o que onera sobremaneira os custos de produção e, mesmo assim, o ganho de peso dos animais é comprometido.

O simples ajuste de lotação em função da espécie forrageira e do conhecimento do consumo do animal em função da categoria já pode auxiliar no enfrentamento da capacidade de utilização da pastagem, mesmo em regiões com regimes de chuva críticos ou com grandes períodos de restrição hídrica.

## **Pragas e doenças**

O clima tropical favorece a multiplicação de doenças e pragas. Algumas delas são consideradas as mais importantes dentro do ecossistema das pastagens. Entre as doenças capazes de acelerar o processo de degradação das pastagens destacam-se a mancha-foliar (*Bipolaris maydis*) e o carvão (*Tilletia ayersii*), que atacam principalmente os capins do gênero *Panicum*. A mancha-foliar diminui a eficiência fotossintética e, conseqüentemente, o vigor das forrageiras, enquanto o carvão diminui a produção de sementes viáveis, trazendo como consequência a redução da capacidade de renovação natural do pasto, diminuindo o banco de sementes.

Dentre as pragas mais importantes associadas à degradação estão a cigarrinha, o cupim e as formigas. Cigarrinha das pastagens é o nome genérico de diversas espécies de cigarrinhas que atacam as pastagens, podendo-se citar entre as principais *Zulia entreriana*, *Deois flavopicta*, *Deois schac* e *Mahanarva* spp. As cigarrinhas são insetos sugadores de seiva, sendo que os adultos vivem na parte aérea dos capins e suas ninfas, de coloração branco-amareladas, ficam protegidas na base das plantas, cobertas por uma espuma branca característica. Atacam preferencialmente capins do gênero *Brachiaria*. O plantio de extensas áreas de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicula*, em curto espaço de tempo, causou um desequilíbrio ecológico, que provocou a explosão populacional desse inseto, pois, por serem plantas suscetíveis, são boas fontes de alimento para as cigarrinhas.

As espécies de cupins mais encontradas nas pastagens brasileiras são pertencentes à Família *Termitidae*. A grande particularidade dos cupins é que sua presença geralmente só é notada a partir da construção dos ninhos em forma de montículos. O termo “cupim-de-montículo” é associado quase que exclusivamente à espécie *Cornitermes cumulans*, por ser ela preponderante no Brasil. Normalmente, para muitos técnicos e pecuaristas, somente quando há grandes quantidades de montículos é sinal de degradação da pastagem, o que não é correto.

Dentre as demais espécies de cupins de importância encontradas nas pastagens brasileiras, temos *C. bequaerti*, *C. silvestrii* e *Syntermes* spp.

As formigas cortadeiras estão compreendidas em dois gêneros, *Atta* (formiga saúva) e *Acromyrmex* (formiga quenquém). As primeiras são insetos robustos, que constroem grandes ninhos,

em que comumente se nota a presença de grande quantidade de terra solta. Como exemplos desse gênero, podem ser citadas a saúva-parda e a saúva-mata-pasto, muito comuns nas pastagens do Centro-Sul, onde causam danos às mais diversas espécies de gramíneas. As formigas quenquéns, a exemplo da formiga-boca-de-capim ou paraguaia, são menores que as saúvas, formando pequenos formigueiros isolados, sem monte de terra aparente. Pesquisas demonstram que as formigas competem diretamente com o gado pelo recurso forrageiro da área. Estudos demonstram que 10 sauveiros adultos podem ocupar uma área de 715 m<sup>2</sup> e consomem, em média, 21 kg de capim por dia, o equivalente a um animal adulto em pasto.

### **Falta de adaptação da planta forrageira às condições de clima e solo**

Pastagens formadas por forrageiras adaptadas às condições regionais tendem a expressar o máximo potencial produtivo, ou seja, em muitas pastagens que se encontram em processo de degradação, a espécie utilizada não é a mais adequada para a condição local.

As forrageiras têm diferentes potenciais de adaptação aos ecossistemas e suas particularidades podem ser o critério de definição principal na escolha de uma ou mais espécies que poderão compor o sistema produtivo na propriedade. A escolha correta da espécie forrageira, além de considerar os aspectos produtivos desejados, deve recair sobre aquelas adaptadas às condições de clima e solo do local da propriedade. Além disso, sempre que possível, sugere-se promover a diversificação de espécies e, com isso, será possível minimizar os riscos ambientais

e atender às demandas das diferentes categorias animais que compõem o plantel da propriedade.

Em regiões com grandes períodos de restrições hídricas, como nas regiões do semiárido e as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, a irrigação, sempre que possível, pode suprir o déficit hídrico em algumas circunstâncias. Há de se ressaltar que o processo tem custo elevado e nem sempre eficiente, pois depende de a forrageira responder favoravelmente a todas as outras condições ambientais, principalmente a temperatura.

### **Perda de fertilidade do solo**

A interação entre espécie forrageira, manejo e fertilidade do solo/adubação é uma das principais causas de degradação das áreas de pastagem. A demanda por nutrientes das plantas forrageiras está em função de tipo de solo, níveis de adubação, espécies utilizadas e intensidade de uso. Quando o manejo é inadequado e/ou os teores de nutrientes ficam abaixo dos níveis críticos exigidos pelas espécies utilizadas, as plantas forrageiras definham e, em casos mais extremos, podem ter morte prematura. Nessa situação, observa-se um menor vigor de rebrota e uma menor produtividade forrageira e, conseqüentemente, uma menor cobertura do solo.

Cada espécie forrageira tem um grau nível de exigência em fertilidade. Como já foi dito anteriormente, os solos brasileiros apresentam elevado grau de intemperização e os níveis de nutrientes são relativamente baixos. Existem maneiras de se corrigirem as deficiências; porém, há de se ter em mente que as quantidades de cada um dos insumos devem ser calculadas em função das recomendações regionais e sempre acompanhadas de

um técnico com capacidade de interpretar os resultados obtidos na análise de solo e estimar, com base nas recomendações para cada nutriente, qual a dose a ser aplicada. Dessa maneira, a fertilidade do solo pode ser modificada pela calagem e a adubação, possibilitando o cultivo de forrageiras mais exigentes, mesmo em solos deficientes.

Todas as recomendações para reduzir as causas e os seus efeitos na degradação da pastagem serão repassadas nos tópicos adiante.

## **Uso do fogo**

O uso do fogo é prática recorrente entre os pecuaristas, mesmo nos dias de hoje. Não é incomum verificar, principalmente nas épocas mais secas do ano, o aumento do número de queimadas nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil. Na maioria das vezes, o fogo foi iniciado a partir de uma área de pastagem que foi submetida à queima. Embora a queima seja uma prática de manejo muito usada, principalmente em pastagens nativas, o seu uso prejudica a produtividade e a persistência das plantas forrageiras.

O fogo é usado principalmente para recuperar o potencial de rebrota da forrageira e, também, para controlar as rebrotas de plantas invasoras na área. Antigamente, essa recomendação era corriqueira, principalmente pela dificuldade no acesso à informação, especialmente nos locais mais longínquos. Assim, sem saber sobre quais seriam as melhores recomendações para que essa prática não fosse utilizada, o fogo era a única alternativa. Mesmo com a grande possibilidade de acesso à informação (TV, internet, etc.), em algumas regiões, o tradicionalismo ainda

prevalece e, assim, o fogo ainda consome áreas consideráveis de pastagens todos os anos no Brasil.

Muito embora para algumas espécies de capins, como o gênero *Andropogon*, a rebrota ocorra mesmo na ausência de chuvas, os pecuaristas que adotam essa prática não conseguem perceber os efeitos nocivos. Queimas frequentes prejudicam as plantas forrageiras por esgotarem as reservas das raízes e da base do caule, diminuindo o vigor de rebrota. As altas temperaturas queimam toda a matéria orgânica do solo, dizimam todos os microrganismos do solo e liberam para a atmosfera gases que agravam os problemas do efeito estufa. O resultado disso é o empobrecimento do solo e, conseqüentemente, a diminuição do potencial de rebrota da forrageira. Essa ação provocada pelo homem de maneira irresponsável afeta todos: o ambiente, os animais e o próprio pecuarista, que, ao pensar na viabilidade de ter uma pastagem recuperada após a queima, está lhe trazendo mais prejuízos que benefícios.

## **Plantas invasoras**

Na verdade, o aparecimento de plantas invasoras surge como uma consequência da degradação da pastagem, e não como uma causa. Por aproveitar os espaços deixados pela espécie forrageira, a emergência e o estabelecimento dessas plantas podem causar prejuízos consideráveis, pois diminuem a oferta de forragem e aumentam os custos na reforma ou na recuperação da pastagem. Além disso, por estarem sob o mesmo ambiente, são altamente competitivas com a forragem nos recursos naturais disponíveis, principalmente água e nutrientes, reduzindo sobremaneira o potencial produtivo da pastagem ao longo do período de convivência.

As sementes de muitas espécies invasoras apresentam dormência, podendo permanecer longos períodos sem germinar. Porém, a redução na cobertura do solo, o superpastejo ou o preparo convencional com gradagens e arações podem expor essas sementes, que, encontrando condições favoráveis, podem se estabelecer novamente e ocupar espaços que deveriam estar ocupados pelas forrageiras. A depender do nível de infestação, qualquer medida de controle pode se tornar ineficiente, sendo necessária a extinção do pasto e a reforma completa da área.

## **Crítérios para avaliação do grau de degradação**

Estabelecer critérios para a avaliação do estágio de degradação das pastagens cultivadas é tarefa bastante difícil. São várias espécies, cada uma com características morfológicas diferentes – hábito de crescimento, perfilhamento, entouceiramento, etc. Além disso, há a possibilidade de diferentes interpretações para uma mesma pastagem: a que pode estar muito degradada para um técnico pode ser interpretada de maneira diferente por outro.

Para tentar diminuir essas subjetividades, ao longo dos anos, os especialistas em pastagens foram desenvolvendo métodos bastante didáticos, que permitem compreender de maneira simples a identificação do nível de degradação da pastagem.

O mais importante é que, através desta metodologia, fique claro que a avaliação do grau de degradação da pastagem é o primeiro indicativo que o pecuarista ou técnico pode adotar. A metodologia criada serve para monitorar, por meio de avaliação visual, o nível de degradação, permitindo avaliações periódicas, sem aporte de recursos econômicos, e que poderá indicar se há

necessidade de intervenções que necessitem de avaliações mais técnicas e dispendiosas.

De maneira bastante prática, a determinação do grau de degradação da pastagem pode ser realizada visualmente, em vários pontos da área. Cada grau abrange a característica dos graus anteriores, mais a sua peculiaridade. A partir da observação da paisagem, adota-se o seguinte critério de avaliação, classificando a área nos seguintes níveis:

**Grau 1:** Redução na produção de matéria seca da forrageira por perdas de qualidade, altura e volume, diminuindo a capacidade de rebrota. Normalmente, esse grau é facilmente identificado pelo pecuarista ou técnico, pois a capacidade de lotação animal vai sendo reduzida, já que a oferta de forragem vai diminuindo ao longo do tempo de exploração. Nesse nível, tem-se entre 75% e 100% do potencial de produção da forragem, com todo o solo ocupado por plantas.

**Grau 2:** Mesmas características do Grau 1, somando-se redução de cobertura do solo pelo pasto, baixo perfilhamento e pouca emergência de plantas novas (repovoamento). Nesse grau de degradação, as plantas ocupam entre 50% e 75% de cobertura de solo.

**Grau 3:** Mesmas características do Grau 2, somando-se o surgimento de plantas invasoras de folhas largas e o início de processo erosivo, tanto pelo pisoteio animal como também pela maior exposição do solo em função da ausência de plantas forrageiras. Nesse grau de degradação, as plantas forrageiras ocupam entre 25 e 50% de cobertura de solo.

**Grau 4:** Características do Grau 3, somando-se ao aumento demasiado da população das plantas invasoras, colonização do pasto por gramíneas nativas e espécies arbustivas, além de processos erosivos acelerados. Nesse grau de degradação, as plantas forrageiras ocupam menos de 25% de cobertura de solo.

Analisando a paisagem e adotando esses critérios para identificar qual o grau de degradação da pastagem, será possível analisar a diminuição da produção de forragem, a alteração na composição botânica e o grau de erosão do solo. Conforme descrito anteriormente, cada grau de degradação exigirá estratégias particulares de melhoria do pasto. Importante ressaltar que a adoção desse critério de avaliação independe da espécie forrageira cultivada. Em outras palavras: a avaliação pelos graus de degradação serve para qualquer ecossistema de pastagem.

A avaliação do grau de degradação das pastagens ajuda a definir a estratégia mais adequada para ser recomendada. Assim, pastagens que se apresentam nos estágios de grau 1 e 2 podem ser recuperadas por alguma estratégia, como adubação, controle da lotação animal, etc. Já as pastagens que se encontram nos estágios 3 e 4 podem ser de difícil recuperação e, assim, será necessária a renovação. A diferença entre essas duas estratégias será abordada com mais detalhes a seguir.

## **Recuperação, renovação e reforma de pastagens**

A realização da recuperação, da reforma ou da renovação de uma pastagem depende não só do grau de degradação no qual ela se encontra, como também do objetivo do produtor, do sistema de produção pecuário que ele adota, das possibilidades de mercado

na sua região e da disponibilidade de recursos financeiros e insumos.

Quanto melhor o diagnóstico, maiores serão as chances de escolha de qual procedimento adotar. Um bom diagnóstico engloba a análise dos sistemas de produção predominantes na região, mercados a serem atingidos, a atividade pecuária trabalhada pela fazenda (sistema de cria, recria, engorda, leite, etc.). São determinados os índices zootécnicos (lotação animal, natalidade, mortalidade, produção de leite, etc.), sendo que essa análise pode ser realizada para toda a propriedade ou, em casos em que se deseja um alto nível de informação, pode ser efetuada por piquete. Além disso, o levantamento detalhado das condições das pastagens, tais como: histórico da área, análise do solo, declividade do terreno, condições de conservação do solo, estágio de vigor e cobertura do dossel, além da identificação da presença de invasoras, são importantes e se somam às avaliações dos índices zootécnicos. Em função desse diagnóstico, o técnico ou o pecuarista tem em suas mãos uma quantidade de informações que permite, com precisão, optar pela recuperação ou renovação, bem como quais operações mecânicas, quantidades de insumos e qual manejo deverá ser adotado. Quanto maior o nível de detalhamento, melhor será o processo de tomada de decisão. Essas ações objetivam o restabelecimento da produção de biomassa das plantas em um período de tempo determinado, com custos viáveis para o produtor, visando a uma maior persistência da pastagem.

A **recuperação** de pastagens caracteriza-se pelo restabelecimento da produção de forragem mantendo-se a mesma espécie ou cultivar. Já a **renovação** consiste no restabelecimento da produção da forragem com a introdução de uma nova espécie

ou cultivar, em substituição àquela que está degradada. Por fim, **reforma da pastagem** é um termo mais apropriado para designar correções ou a adoção de tratamentos culturais após o estabelecimento da pastagem de forma a mantê-la por um maior período de exploração.

Além da análise do grau de degradação, é muito importante que o técnico ou o pecuarista verifique se a espécie forrageira implantada atende às exigências do sistema produtivo, principalmente no tocante ao fornecimento de forragem em função da categoria animal e se essa espécie está adaptada às condições de clima e solo da região.

## **Recuperação**

A recuperação da pastagem corresponde a práticas de manejo que restaurem o vigor e a produtividade do pasto, como adubação (sempre baseada em análise química do solo), controle das plantas invasoras e sobressemeadura da espécie já existente no local. Como informado ao final do item anterior, a recuperação é indicada nos casos menos graves (graus de degradação 1 e 2), com redução da produtividade em razão dos problemas de fertilidade e da ligeira infestação de plantas daninhas.

Para a realização da recuperação, a população de plantas invasoras deve estar em um nível baixo, que permita o fácil controle com herbicidas. Também, nesse caso, não há a necessidade de utilização de máquinas para o preparo do solo. A sobressemeadura é realizada somente em casos de pastagens malformadas, que tiveram problemas em seu estabelecimento em razão de aspectos como profundidade inadequada de deposição

de sementes no solo (sementes profundas), uso de sementes de má qualidade ou densidade populacional inadequada.

A seguir, vamos detalhar as principais medidas a serem adotadas para definir como a pastagem poderá ser recuperada.

A recuperação direta da pastagem sem preparo do solo não inclui o cultivo intermediário de cultura anual. É indicada para situações nas quais o produtor não tem infraestrutura, máquinas e equipamentos para produção agrícola, com falta ou pouca infraestrutura de máquinas, estradas e armazenagem, condições de comercialização, não tem recursos financeiros disponíveis, há dificuldades de se estabelecer parcerias ou arrendamentos e necessidade de utilização da pastagem em curto prazo. Além disso, muitas regiões não estão classificadas dentro do zoneamento agrícola de risco climático para algumas culturas produtoras de grãos.

Dependendo do estágio de degradação da pastagem, pode-se escolher dentre vários métodos de recuperação direta. Quanto mais avançado o processo de degradação, mais drástica será a intervenção, com maior número de operações e custos mais elevados. Em geral, a recuperação direta pode ser categorizada pela forma como se atua a degradação da pastagem: sem destruição da vegetação, com destruição parcial da vegetação, com destruição total da vegetação.

### **Recuperação direta sem destruição da vegetação**

Essa alternativa é utilizada quando a pastagem está nos estágios iniciais da degradação (grau 1 até início do grau 2), e

as causas principais são o manejo inadequado e/ou a deficiência de nutrientes. A pastagem deve estar bem formada, sem invasoras, sem solo descoberto, sem sinais de compactação do solo e sem erosão. Assim, o ajuste da lotação animal em função da oferta de forragem e intervenções como o manejo da adubação de manutenção da pastagem já tem o potencial de recuperar novamente a produtividade do pasto. Para que essa alternativa seja adotada, é recomendado que seja quantificada a produtividade da pastagem, medindo-se a quantidade de massa da parte aérea da planta, através da pesagem de amostras de 1 metro quadrado em pelo menos 10 pontos da área, com especial atenção ao caminhamento pela área, para que possam ser coletadas amostras representativas. Além disso, é importante verificar a análise de solo para identificação dos níveis de nutrientes, pois, de acordo com os resultados, pode-se verificar se a condição encontrada é adequada para a espécie forrageira escolhida. A recuperação pode ser feita com aplicação superficial e a lanço de adubos e corretivos, sem preparo do solo, com doses calculadas segundo a análise química da fertilidade e a espécie forrageira.

### **Recuperação direta com destruição parcial da vegetação**

Esse processo é indicado quando as pastagens estão em estágios intermediários de degradação (graus 2 e 3), e as causas normalmente são manejo inadequado do pastejo, deficiência de nutrientes, compactação do solo, má formação, desde a implantação. Essa modalidade de recuperação é indicada, também, quando se deseja introduzir leguminosas na área. Inicialmente, a destruição da pastagem que se encontra na área pode se iniciar com a dessecação com herbicida em doses

menores que as indicadas para a completa eliminação das plantas, de tal maneira que permita o retorno da vegetação, para facilitar as operações mecânicas e a introdução de consórcios com a leguminosa, quando for o caso.

Caso seja constatada compactação do solo, em função do intenso pisoteio causado pela alta lotação no pasto, pode-se utilizar o preparo do solo com subsolador ou escarificador, associado ou não à dessecação. O banco de sementes emergirá a partir dessa mobilização do solo e, associado à recuperação da pastagem pelo uso de doses menores de herbicida, a forrageira irá se estabelecer no início do próximo período chuvoso. Se não houver sinais de compactação do solo, pode-se realizar a semeadura da leguminosa com semeadora específica para essa operação, levando em consideração a densidade de plantas recomendada para a espécie.

Em ambos os casos, podem-se efetuar, simultaneamente, a adubação e os tratos culturais necessários identificados na avaliação do grau de degradação da pastagem (eliminação de plantas daninhas arbustivas, cupinzeiros, etc.) e desde que não sejam predominantes na área.

### **Recuperação direta com destruição total da vegetação**

É indicada quando a pastagem está no estágio mais avançado de degradação (grau 4) e o pecuarista opta por utilizar a mesma espécie. Essa é a opção de recuperação direta cujos custos são os mais elevados, pois exige operações de máquinas para preparo total do solo e de práticas de conservação. É também indicada quando é necessária a incorporação de corretivos e fertilizantes

de forma mais uniforme e profunda no perfil do solo. Nessa modalidade, a mesma espécie forrageira é semeada tanto de forma solteira ou em consorciação com leguminosas.

### **Recuperação indireta com destruição total da vegetação e implantação da pastagem em cultivo solteiro ou consorciado com culturas agrícolas**

Esse processo pode ser utilizado quando a pastagem degradada estiver nas mesmas condições que o caso anterior (grau 4). Nessa modalidade, a pastagem pode ser formada novamente, podendo ser trocada a espécie por outra mais adaptada às condições de solo, clima e exploração. É possível realizar essa recuperação semeando a forrageira de maneira solteira ou consorciada com uma cultura produtora de grãos. Essa última poderá anteceder a formação da pastagem, caso seja considerada a viabilidade de implantação dessa maneira. O consórcio simultâneo entre as duas espécies terá como objetivo principal a formação da pastagem após a colheita de grãos. As diferentes formas de se realizar essa estratégia utilizando o cultivo consorciado serão discutidas no módulo de ILPF. Pode-se semear a mesma espécie forrageira, com reforço ao banco de sementes já existente, e, no caso dos cultivos consorciados, já existem evidências comprovadas de espécies forrageiras que podem conviver simultaneamente com outras culturas, como o milheto, a aveia-preta, o sorgo forrageiro, ou com culturas anuais, como arroz, milho, soja ou sorgo granífero. Nesse caso, a finalidade das culturas produtoras de grãos é a amortização dos custos de implantação de uma nova pastagem. Porém, há de se ressaltar que a escolha pela implantação de culturas produtoras de grãos

deverá seguir as condições climáticas da região e respeitando o zoneamento agrícola de risco climático para as culturas. Para a escolha dessa modalidade de recuperação, exige-se, portanto, maior controle e conhecimento, pois requer maior investimento financeiro, infraestrutura e conhecimento tecnológico.

## **Renovação**

A renovação nada mais é do que a troca de uma espécie forrageira por outra. Tem como objetivo substituir uma espécie ou cultivar por outra forrageira, que pode ser mais adaptada às condições de solo, clima e manejo da propriedade. Na renovação, pode ou não haver a consorciação da forrageira com outras espécies, sejam culturas produtoras de grãos ou leguminosas.

A renovação é direta quando a semeadura é feita logo em seguida às medidas de manejo do solo e indireta quando há o cultivo de uma cultura intermediária. Normalmente, é recomendada quando a espécie forrageira utilizada não atende às condições de solo e clima, quando é suscetível a doenças e pragas frequentes na região, além de não ofertar forragem suficiente em função da atividade pecuária na fazenda, mesmo com o adequado manejo. Além disso, é uma escolha quando se obteve sucesso na recuperação da fertilidade do solo e o produtor deseja implantar um pasto com espécie mais produtiva, que, em geral, tem maior exigência nutricional.

Basicamente, na sua implementação, são utilizados os mesmos princípios das modalidades de recuperação discutidos anteriormente. Há necessidade da análise do solo para fins de fertilidade e identificação da compactação, uso do preparo convencional para descompactação e incorporação de corretivos

e fertilizantes, uso de herbicidas recomendados para eliminação da pastagem anterior e de plantas daninhas.

Exemplos de renovação mais comuns são a substituição de espécies do gênero *Brachiaria* por espécies do gênero *Panicum*. Também é possível a substituição de espécies dos gêneros *Andropogon* e *Panicum* por espécies do gênero *Brachiaria*. Outra troca potencial é a substituição de espécies do gênero *Brachiaria* por espécies do gênero *Cynodon*. Isso ocorre pelas diferenças adaptativas e produtivas entre as espécies.

Muitas vezes, erros de recomendação e nos tratos culturais causam insucesso nessa substituição, mas é um procedimento viável, adotando os procedimentos corretos e realizando as operações com antecedência e planejamento. A depender da espécie cultivada anteriormente, podem-se adotar as medidas para eliminação que podem ser mais ou menos onerosas, mas que têm por objetivo final a completa eliminação da forrageira, de forma a não se tornarem invasoras da nova espécie ou cultivar que virá na sequência.

De maneira geral, o grau exigido de tecnificação e investimento a ser requerido para as medidas de reversão da degradação é menor para recuperação e aumenta gradativamente para reforma e, em seguida, para renovação.

O processo de degradação das pastagens pode ser reversível quando medidas que visem identificar e corrigir os problemas de maneira instantânea, tais como redução na taxa de lotação, vedação da pastagem em épocas estratégicas, controle de invasoras, entre outras, são tomadas logo após o surgimento dos primeiros sinais de degradação.

Se a pastagem é acompanhada desde a sua implantação e formação, o processo contínuo de avaliação de pastagens com animais para estabelecer a taxa de lotação é facilitado, principalmente em função da pressão de pastejo e capacidade de suporte. A capacidade de suporte é entendida como o número ótimo de animais (lotação) em função da pressão de pastejo estabelecida. Deve-se ter em mente que há uma associação entre propriedade dos solos, alterações climáticas, produção vegetal e produção animal para as faixas de produção, e que essas são variáveis para cada espécie forrageira e para cada categoria animal com que se trabalha na propriedade.

## Referências

MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1999, Goiânia. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Goiânia: Serrana Nutrição Animal, 1999. p. 137-150.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012. 42 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 189).

## Literatura recomendada<sup>1</sup>

ANDRADE, R. G.; TEIXEIRA, A. H. de; LEIVAS, J. F.; SILVA, G. B. S. da; NOGUEIRA, S. F.; VICTORIA, D. de C.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L. Indicativo de pastagens plantadas em processo de degradação no bioma Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0300.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

BOTREL, M. A.; CRUZ FILHO, A. B.; CARVALHO, M. M. Recomendações para formação e manejo de pastagens na Zona da Mata de Minas. **Informe Agropecuário**, v. 13, n. 153/154, p. 18-22, 1988.

CARVALHO, M. M. **Recuperação de pastagens degradadas**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1993. 51 p. (Embrapa-CNPGL. Documentos, 55).

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 240, p. 64-79, 2007.

CULTIVO e uso do Estilosantes-campo-grande. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2007. 11 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 105).

---

<sup>1</sup>Para elaboração do capítulo, houve a orientação de que o documento proporcionasse leitura de fácil compreensão, buscando evitar citações bibliográficas. Assim, os autores buscaram literaturas de referência e redigiram conforme proposto. Embora não havendo citações aos autores ao longo do texto, as obras elencadas na literatura consultada foram base para a estruturação do capítulo.

DIAS FILHO, M. B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 135-149.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 152 p.

ESTILOSANTES Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 8 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 61).

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANENETJE, J. R. M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: CABI, 2000. p. 103-122.

MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1999, Goiânia. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Goiânia: Serrana Nutrição Animal, 1999. p. 37-150.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 62).

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, N. A. Preparo, conservação, calagem e adubação do solo para implantação de pastagens nos cerrados. In: CURSO DE FORMAÇÃO, RECUPERAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 2008, Campo Grande, MS. [**Palestras apresentadas**]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 70-83.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 224 p.

PEDREIRA, B. C.; ZIMMER, A. H. Estratégias de recuperação de pastagens. In: CURSO DE CAPACITAÇÃO DE MULTIPLICADORES DO PLANO ABC, 2011. Cuiabá. **Palestras...** Cuiabá: Federação da Agricultura do Estado do Mato Grosso, 2011. Disponível em: <<http://www.sistemafamato.org.br/site/arquivos/01122011124939.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2016.

ROCHA JÚNIOR, P. R. da; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 952-968, 2013.

SILVA, E. C. **Pastagens degradadas: recuperação, reforma e renovação**. Disponível em: <<http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/pastagens-degradadas-recuperacao-reforma-e-renovacao-1230>>. Acesso em: 13 set. 2016.

SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INTEGRADA, 1., 2014, Sinop, MT. **Intensificação da produção animal em pastagens: anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2014.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Degradação das pastagens e indicadores de sustentabilidade. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 105-128.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; BARCELLOS, A. O.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de Brachiaria. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba : FEALQ, 1994. 153-208.

ZIMMER, A. H.; VERZIGNASSI, J. R.; LAURA, V. A.; VALLE, C. B.; JANK, L.; MACEDO, M. C. M. Escolha das forrageiras e qualidade de sementes. In: CURSO DE FORMAÇÃO, RECUPERAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 2008, Campo Grande, MS. [**Palestras apresentadas**]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 22-46.

# Capítulo 5

---

## Integração Lavoura-Pecuária- -Floresta - ILPF

*Miguel Marques Gontijo Neto*

*Emerson Borghi*

*Ramon Costa Alvarenga*

*Maria Celuta Machado Viana*

### Introdução

O Brasil é considerado um dos países com maior potencial de expansão de área para atender a demanda crescente de alimentos e biocombustíveis. Contudo, a abertura de novos espaços para este crescimento ainda é questionada pela sociedade em geral. A intensificação do uso de áreas já antropizadas tornou-se alternativa aceita pelos diferentes agentes envolvidos com o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável. No entanto, um sistema de produção intensificado não deve ser sinônimo de uso excessivo ou indiscriminado de recursos produtivos, mas, sim, de seu uso eficiente e racional, juntamente com o emprego de tecnologia compatível para aperfeiçoar a relação benefício/custo visando a sustentabilidade da agricultura.

Uma “agricultura sustentável” busca garantir a segurança alimentar sem agredir o ambiente, o que é diferente do padrão de agricultura considerado “moderno”. Entretanto, com relativa frequência, o termo sustentabilidade tem sido adotado mais para expressar os desejos e valores de quem os exprime do que

algo concreto, de aceitação geral. Isso porque a sustentabilidade só ocorrerá se o sistema preconizado for tecnicamente eficiente, ambientalmente adequado, economicamente viável e socialmente aceitável, premissas estas presentes em sistemas integrados de produção agropecuária.

## **Conceito, Princípios e Benefícios da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**

O Marco Referencial de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (Balbino et al., 2011), além de apresentar benefícios e aplicações, conceitua a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) como uma estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica.

Envolve sistemas produtivos diversificados, de origens vegetal e animal, realizados com o objetivo de otimizar os ciclos biológicos das plantas e dos animais, bem como dos insumos e seus respectivos resíduos. Assim sendo, a ILPF pode contribuir significativamente para a recuperação de áreas degradadas e para a manutenção e reconstituição da cobertura florestal.

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), se corretamente conduzido, é tecnicamente eficiente e ambientalmente adequada porque parte da premissa de ser implantada em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis: solo corrigido ou parcialmente corrigido; pluviosidade adequada; temperatura e luz

não limitantes; e água disponível para pecuária em quantidade e qualidade adequadas. A ILPF também preconiza alguns princípios fundamentais, tais como o manejo e a conservação do solo e da água, o manejo integrado de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas (MIP), o respeito à capacidade de uso da terra e ao zoneamento climático agrícola, e ao zoneamento agroecológico (ZAE), a redução da pressão sobre abertura de novas áreas, a diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o sequestro de carbono e o estímulo ao cumprimento da legislação ambiental, principalmente quanto à regularização das reservas legais (regeneração ou compensação) e das áreas de preservação permanente. Abrange ainda a valorização dos serviços ambientais, a adoção de boas práticas agropecuárias (BPA), a certificação da produção agropecuária e o balanço energético positivo dentro da produção agropecuária.

A viabilidade econômica do sistema ILPF está vinculada à otimização dos recursos de produção imobilizados na propriedade rural tais, como terra e maquinários, e na sinergia entre as atividades de produções vegetais e animais, que considera a utilização de resíduos agrícolas, a fixação de nitrogênio pelas leguminosas e a reciclagem de nutrientes. A ILPF proporciona diversificação de receitas, mediante a produção e venda de grãos, carne, leite, agroenergia, fibras e madeira; redução do custo total do sistema agropecuário com melhor uso da infraestrutura de produção e menor demanda por insumos agrícolas, reduzindo os custos decorrentes da utilização dos resíduos agrícolas na alimentação animal e da oferta de pastagens de melhor qualidade. O sistema representa ainda o aumento do lucro para o produtor por causa do aumento das receitas e da redução do custo total. Por fim, observa-se maior estabilidade da receita

líquida ao longo do tempo e, em nível regional, dinamização de vários setores da economia.

A ILPF é socialmente aceitável porque é um sistema possível de ser empregado por qualquer produtor rural, independentemente de a propriedade ser pequena, média ou grande. Proporciona também a ampliação da inserção social pela melhor distribuição de renda e maior geração de empregos, pelo aumento real da renda do produtor rural e pela melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores brasileiros, pois concilia atividade produtiva e meio ambiente. Ainda promove o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro e a permanência do homem no campo, estimulando sua qualificação profissional.

## **Modalidades de Integração**

A estratégia de ILPF contempla quatro modalidades de sistemas, assim caracterizados:

**Integração lavoura-pecuária (ILP):** Sistema agropastoril que integra os componentes lavoura e pecuária, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos.

**Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF):** Sistema agrossilvipastoril que integra os componentes lavoura, pecuária e floresta, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente lavoura restringe-se (ou não) à fase inicial de implantação do componente florestal.

**Integração pecuária-floresta (IPF):** Sistema silvipastoril que integra os componentes pecuária e floresta em consórcio.

Integração lavoura-floresta (ILF): Sistema silviagrícola que integra os componentes floresta e lavoura, pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes).

Estes sistemas se assemelham com a classificação de sistemas agroflorestais: silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril. Contudo, a ILPF é uma estratégia que apresenta classificação mais abrangente, incluindo a Integração Lavoura-Pecuária.

A ILPF deve ser adequadamente planejada, levando-se em conta os diferentes aspectos socioeconômicos e ambientais das propriedades rurais. A forma e a intensidade da adoção das tecnologias que compõem a ILPF dependerão, dentre outros fatores, dos objetivos e da infraestrutura disponível de cada produtor. O pecuarista, por exemplo, pode utilizar o consórcio ou a rotação de culturas graníferas com forrageiras (ILP), objetivando a implantação de pastagens ou recuperação delas, no caso de estarem degradadas. Pode também implantar o sistema IPF visando a exploração de produtos madeireiros e não madeireiros, além dos produtos da pecuária. Por outro lado, o lavoureiro pode utilizar o sistema ILP no qual o consórcio ou a rotação de culturas graníferas com forrageiras objetiva produzir cobertura morta de boa qualidade e em grande quantidade para o Sistema de Plantio Direto (SPD) da safra seguinte. Por fim, o produtor pode utilizar a ILPF para implantar um sistema agrícola sustentável, utilizando os princípios da rotação de culturas e do consórcio entre graníferas, forrageiras e espécies arbóreas, produzindo, na mesma propriedade, grãos, carne, leite e produtos madeireiros e não madeireiros ao longo de todo ano.

Esses sistemas não encerram as diferentes alternativas e soluções para os problemas dentro da propriedade rural. Os resultados

esperados traduzem a expectativa imediata do empreendedor rural e estão orientados ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável<sup>1</sup>.

## **Integração e sinergia entre os componentes do sistema**

A ILPF deve ser entendida como uma estratégia para produção agropecuária com otimização de uso dos recursos, e não para maximizar a produção dos componentes envolvidos. Assim, em um sistema ILPF que contemple dois ou três componentes, lavoura anual, pecuária/pastagem e floresta, há uma complementaridade entre as atividades.

A lavoura anual tem como objetivo a produção de grãos ou forragem (por exemplo, silagem para o período de seca), entretanto gera renda no curto prazo, que contribui para a amortização do investimento de implantação do sistema ILPF. Assim, os custos necessários para a correção da fertilidade do solo aos níveis exigidos pelas culturas anuais podem ser totais ou parcialmente recuperados em uma única safra. Uma vez corrigido o solo, as pastagens em sucessão e as árvores irão se beneficiar dos nutrientes residuais na área. Assim, as lavouras anuais amortizam os custos de formação e/ou a recuperação de pastagens degradadas e da implantação de árvores na área.

---

<sup>1</sup>*“Agricultura Sustentável é o manejo e a conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais que assegurem a satisfação das necessidades humanas para a presente e futuras gerações. É uma agricultura que conserva o solo, a água e recursos genéticos animais, vegetais e microrganismos, não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriada, economicamente viável e socialmente aceitável.” Conceito adotado pela FAO, ratificado a partir da Declaração de Den Bosch em 1992.*

A utilização do componente lavoura no sistema integrado com componente arbóreo pode ser transitória, pois dependendo da densidade e arranjo espacial das árvores, a partir do segundo ou terceiro ano, o sombreamento pode interferir na produtividade da lavoura. Na utilização de arranjos mais amplos, o uso de espécies florestais, com copas que permitam a transmissão de luz para o sub-bosque, e o uso de técnicas de desrama e desbaste das árvores ao longo do ciclo podem viabilizar a utilização da lavoura anual por mais tempo no sistema.

As forrageiras perenes atualmente utilizadas em pastejo no Brasil, geralmente gramíneas dos gêneros *Urochloa ssp.* (Braquiárias) e *Megathirus ssp.* (Panicuns), são capazes de manter as mesmas produtividades em relação a sistemas de monocultivo, desde que o sombreamento não seja muito intenso. No sistema ILPF elas garantem a produção animal e atuam como recicladoras de nutrientes após a cultura anual. Contribuem na estruturação física e no aporte de matéria orgânica no solo, na produção de palhada para SPD com qualidade na safra seguinte, no manejo de plantas daninhas e doenças, preservando a produtividade da cultura anual e reduzindo custos de produção, e na geração de receitas mensais ou anuais até a maturação do componente florestal.

O componente arbóreo gera renda significativa em longo prazo e também contribui com a reciclagem de nutrientes que se encontram em maiores profundidades e não acessíveis pelas culturas anuais, atua como quebra-vento e melhora o microclima do entorno e o conforto térmico dos animais em pastejo. Auxilia ainda na conservação do solo e com o sequestro de carbono, contribui para a mitigação das emissões de Gases de Efeito

estufa (GEE), além de, apesar de pouco explorado, contribuir para a melhoria da beleza da paisagem rural.

## **Pré-requisitos para adoção e implantação de sistemas ILPF**

Não há espaço para improvisações para o produtor rural que realmente pretenda adotar o sistema ILPF. Um bom planejamento da implantação desse sistema começa com um bom diagnóstico envolvendo o levantamento das disponibilidades de máquinas e equipamentos, insumos (sementes, adubos, defensivos químicos, etc.), assistência técnica, recursos financeiros, mão de obra e condições edafoclimáticas da região. Assim será possível selecionar as culturas e definir as melhores épocas de realização das atividades e implantação delas.

A decisão sobre as práticas que antecedem a implantação do sistema deve ser precedida de uma série de cuidados referentes ao diagnóstico da área, à escolha das cultivares para produção de grãos e forragens e da espécie arbórea, dentre outros. Primeiro, faz-se a avaliação do perfil do solo para verificar se há presença de camada compactada ou adensada e para conhecer a espessura do horizonte superficial. O condicionamento inicial do solo é obrigatório para começar bem no sistema, sem necessidades de ações corretivas no decorrer do tempo, que podem atrasar e encarecer a implantação do sistema. A adequação das condições químicas do solo visa atender às exigências das espécies a serem cultivadas. Normalmente, são realizadas amostragens nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm para realização de análises. Com base nos resultados das análises, se necessário, é indicada a correção do solo com calagem e/ou gessagem. É importante que a aplicação do corretivo seja feita pelo menos

60 dias antes do plantio e que ainda haja umidade suficiente no solo, para que o calcário reaja.

No caso do componente arbóreo, depois de realizadas as práticas de conservação do solo e da água, as árvores são implantadas em linhas simples, duplas, etc., sempre no sentido transversal ao declive, paralelamente aos terraços ou seguindo os conceitos de linha mestra. O alinhamento das árvores servirá de orientação para os plantios subsequentes de lavouras e pastagens. Considerando-se a necessidade de um tempo de reação dos corretivos e fertilizantes, melhor desempenho das lavouras de milho ocorrerá nos cultivos subsequentes de ILP.

Ainda com relação ao componente arbóreo, é necessário o conhecimento do mercado local ou regional para saber onde será comercializada a produção e qual tipo de produto florestal deve ser produzido. O planejamento deve levar em conta tudo que o sistema irá demandar no intervalo de um ciclo completo das atividades agrossilvipastoris, visto que pelo menos o componente florestal não poderá ser mudado após sua implantação e permanecerá no campo por vários anos. Assim, o planejamento da propriedade deverá ser realizado considerando toda a propriedade, mesmo que o produtor não queira implantar o sistema em toda a propriedade no mesmo momento. A propriedade deve ser dividida em glebas, sendo introduzido o sistema integrado anualmente em cada uma destas glebas. Após alguns anos implantando o sistema, sempre haverá na propriedade glebas com cultura anual, glebas com pecuária e até mesmo gleba com receita da exploração florestal.

## **Escolha das espécies culturais**

A complementação entre as espécies envolvidas é um dos principais fatores para o sucesso do cultivo consorciado, pois durante seu ciclo, ou parte dele, existe uma competição por água, luz e nutrientes, o que interfere na produtividade de cada um dos componentes do sistema implantado. Assim, para uma escolha mais assertiva das espécies e cultivares a serem utilizadas em sistemas integrados de produção, além dos aspectos econômicos e da preferência do produtor, consideram-se as características de cada componente, tais como espécie, cultivar, fenologia, adaptabilidade local e valor da produção, em conjunto com os aspectos da interação entre as culturas envolvidas.

## **O componente lavoura em sistemas integrados de produção**

As alternativas de culturas para compor o sistema de ILPF vão ser escolhidas em função de fatores, como a adaptação às condições ambientais (clima, solo, manejo), as características da propriedade (tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, infraestrutura e logística), o mercado para os produtos e a adaptação das espécies ao cultivo consorciado, uma vez que a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não tolera sombreamento.

Culturas como milho, feijão, arroz, sorgo, soja, girassol e milheto têm sido empregadas em rotação, consorciação e/ou sucessão em sistemas ILP e ILPF ou ILF. Esta estratégia enfoca dois grandes grupos de situação: áreas de pastagens degradadas ou em degradação e áreas de lavouras com problemas de produtividade e sustentabilidade, causadas principalmente pelo monocultivo.

Em sistemas integrados, a soja tem sido utilizada preponderantemente em rotação de culturas com áreas de pastagens, sendo opção como cultura de entrada em áreas de pastagens a serem recuperadas ou renovadas. Não se tem obtido sucesso no cultivo da soja consorciado com capins porque o crescimento da forrageira ao final do ciclo inviabiliza sua colheita. Em regiões onde o período chuvoso prolonga-se um pouco mais no outono tem sido utilizada a sobressemeadura de capins ou milho quando a soja se encontra no estágio reprodutivo R5 a R7 (final de desenvolvimento dos grãos e maturação). Esta prática propicia a produção de forragem no início do período seco e a produção de palha para o SPD na safra seguinte.

As culturas de milho, sorgo (forrageiro, granífero ou pastejo) e milho têm sido consorciadas com capins em virtude do rápido crescimento inicial e do porte alto, o que facilita a competição com os outros componentes e a colheita mecanizada de grãos. Trata-se de culturas de condução simples, com amplitude de utilização diante de diversidades climáticas, sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores. Os consórcios de culturas anuais com capins são utilizados com sucesso em áreas com ou sem a presença do componente arbóreo. Estas culturas, principalmente o milho, apresentam inúmeras aplicações na alimentação animal (grãos, forragem e silagem), na alimentação humana ou na comercialização da produção excedente. A existência de cultivares comerciais adaptadas às diferentes regiões possibilita o cultivo de norte a sul do Brasil.

O milho apresenta alta competitividade no consórcio com capins. A cultura possibilita trabalhar com diferentes espaçamentos, e o porte alto das plantas de milho exerce, depois de estabelecidas, grande pressão de supressão sobre as demais espécies de

plantas que crescem no mesmo local. A altura de inserção da espiga permite que a colheita mecanizada seja realizada sem maiores problemas, pois a regulagem mais alta da plataforma diminui os riscos de embuchamento. Somando-se isso à disponibilidade de herbicidas gramínicidas pós-emergentes e seletivos ao milho, há a possibilidade de obter-se excelentes resultados de produção com o consórcio milho/capim. O sorgo e o milheto também podem ser excelentes opções para produção de grãos e forragem em todas as situações em que o déficit hídrico e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para o cultivo do milho. Do ponto de vista de mercado, o cultivo de sorgo em sucessão a culturas de verão tem contribuído para a oferta sustentável de alimentos de boa qualidade para alimentação animal, e de baixo custo, tanto para pecuaristas como para a agroindústria de rações.

### **Implantação e manejo de culturas anuais em sistemas integrados**

Na ILPF, a lavoura é normalmente o componente mais exigente em fertilidade do solo, por isso mesmo havendo o envolvimento de outras culturas, as correções químicas com calcário, gesso agrícola, potássio e fósforo devem atender as exigências daquelas lavouras anuais. Entretanto, cada componente do sistema deve receber fertilizações específicas conforme sua necessidade. Este é um ponto decisivo sobre o desempenho dos consórcios lavoura-pastagem-árvores. Lavouras bem nutridas representam maior retorno econômico com suas produtividades durante os primeiros anos. Além disso, são os fertilizantes residuais das lavouras que alavancarão a produtividade das pastagens em sucessão por maior tempo, sendo que as árvores também se beneficiarão destes nutrientes.

As recomendações de correção do solo, adubações, cultivares, estande e os tratos fitossanitários para as culturas anuais utilizadas em sistemas ILPF são os mesmos adotados quando se faz o cultivo isolado destas culturas, tendo-se especial cuidado ao realizar o controle de plantas daninhas, pragas e doenças. A adubação de plantio e cobertura deve se basear na análise de solo, na produtividade esperada e na exportação de nutrientes da lavoura que estiver sendo inserida no sistema.

Ao optar-se pelo SPD é necessário fazer o controle das plantas daninhas presentes na área por meio da aplicação de herbicidas dessecantes. Essa operação substitui a aração e a gradagem que são feitas no preparo convencional do solo. A dessecação deve ser realizada quando as plantas apresentarem bom vigor vegetativo e quando as condições ambientais forem favoráveis, para que a absorção e translocação do herbicida sejam satisfatórias. A dessecação deve ser realizada entre sete e 30 dias antes do plantio, em área total ou apenas em faixas entre os renques das árvores. Os herbicidas, assim como as doses a serem aplicadas, devem ser recomendados após a identificação das espécies de plantas daninhas na área, observando os cuidados com o meio ambiente, previstos em lei, e a segurança do trabalhador.

O plantio da cultura deve ser realizado preferencialmente no início do período chuvoso. No consórcio da cultura com capins, após a colheita para ensilagem ou grãos é necessário que ainda esteja no período das águas para que ocorra a formação do pasto. O ideal é que a semente da forrageira seja distribuída na linha e na entrelinha da cultura, de maneira a permitir uma rápida formação do pasto. No plantio com o componente arbóreo nos dois primeiros anos, deve-se manter a distância de 1,0 m da linha das árvores livre de concorrência com capim, plantas daninhas

ou lavoura. Esse manejo garante o rápido desenvolvimento do componente arbóreo e contribui para a antecipação da entrada dos animais no pasto.

No caso do plantio simultâneo do milho com cultivares de capins dos gêneros *Urochloa spp.* (Braquiárias) e *Megathirsus spp.* (Panicuns), para evitar a competição no período crítico (primeiros 50 dias), a cultura deve ser mantida no limpo, podendo ser necessário o uso de uma subdose de herbicida graminicida pós-emergente seletivo ao milho. A finalidade é paralisar temporariamente o crescimento da forrageira, evitando que esta interfira no desenvolvimento do milho, sem, contudo, comprometer a formação do pasto após a colheita. O período crítico de competição (PCC) das plantas daninhas ou forrageiras sobre o milho ocorre entre os estádios V5 (cinco folhas totalmente expandidas) e V8 (oito folhas totalmente expandidas), o que corresponde ao período entre 20 e 40 dias após emergência. Por isso a aplicação de herbicidas pós emergentes deve ser feita antes do PCC, ou seja, entre V4 e V5. A consorciação de plantas forrageiras nas entrelinhas da cultura pode auxiliar na supressão da infestação de plantas daninhas. Ressalta-se que para o sucesso do sistema ILPF é importante o manejo integrado das plantas daninhas que associa o controle cultural com os controles mecânico (capina, coroamento e roçada) e químico.

Existe um ponto de colheita estabelecido para cada cultura. Mas há situações em que o arranjo definido para o componente arbóreo interfere no desenvolvimento da cultura, em razão do sombreamento, alongando o seu ciclo. No caso específico do milho, a colheita mecanizada deve ser realizada tão logo os grãos atinjam o teor de umidade adequado evitando que o crescimento

intenso e contínuo da forrageira após a seca das folhas do milho interfira no processo de colheita.

Geralmente, em sistemas com o componente arbóreo, a primeira safra é a que apresenta maior possibilidade de retorno econômico. No início de desenvolvimento, as árvores competem menos com a lavoura. Por isso a importância desta primeira safra de grãos ou silagem para abater o custo de implantação do sistema ILPF.

Dentre as diversas tecnologias disponíveis para implantação da ILPF podemos destacar o Sistema Barreirão, o Sistema Santa Fé, o Sistema Santa Brígida e o Sistema São Mateus, conjuntamente com suas variações. Qualquer um desses sistemas é perfeitamente ajustável a qualquer tamanho de propriedade, desde as que usam a mão de obra familiar até aquelas empresariais com alto nível tecnológico.

### **- Sistema Barreirão**

Sistema desenvolvido na década de 1980 pela Embrapa Arroz e Feijão, possibilitou recuperar ou reformar imensas áreas com pastagens degradadas, principalmente no Brasil Central. Ainda continua sendo usado com essa finalidade, servindo como preparação para implantação de sistemas integrados de produção. Sua principal característica é a aração profunda com arado, que deve ser preferencialmente de aivecas, para fazer os condicionamentos físico e químico do solo, rompendo camadas compactadas ou adensadas, invertendo a camada de solo revolvida para que haja incorporação profunda de corretivos, ao mesmo tempo que incorpora o banco de sementes de plantas daninhas, para que estas não germinem ou tenham a emergência

retardada. Incorpora também o sistema radicular de capins acelerando a sua mineralização.

Para que o Sistema Barreirão seja implantado, ele deve ser precedido de vários cuidados referentes ao diagnóstico da área, à escolha do cultivar e da forrageira, dentre outros. A partir da avaliação do perfil do solo da área constatam-se as condições do solo, principalmente quanto à presença de camada compactada ou adensada e espessura do horizonte superficial. É importante que a aplicação do corretivo seja feita pelo menos 60 dias antes do plantio para que ainda haja umidade suficiente no solo e o calcário reaja.

### **- Sistema Santa Fé**

O Sistema Santa Fé fundamenta-se na semeadura consorciada de culturas de grãos (milho, sorgo e milho) com as principais espécies de forrageiras tropicais, principalmente *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) e *Megathirus* (Syn. *Panicum*) no SPD, em áreas de lavoura ou pastagens, com solo corrigido. Neste sistema a cultura anual apresenta grande desenvolvimento inicial e exerce, com isso, alta competição sobre as forrageiras, evitando a interferência destas na produtividade de grãos.

Os principais objetivos do Sistema Santa Fé são a produção de grãos e/ou forragem para a entressafra e palhada em quantidade e qualidade para o SPD. Esse sistema apresenta grande vantagem, pois não altera o cronograma de atividades do produtor e não exige equipamentos especiais para sua implantação. Através dele, é possível aumentar o rendimento da cultura e das pastagens reduzindo os custos de produção. Além disso, viabiliza o plantio direto em regiões por causa da geração

de palhada em quantidade adequada, além dos benefícios agregados da palhada de braquiária na supressão de plantas daninhas e fungos de solo.

O sistema consiste no plantio simultâneo do milho e da forrageira ou no plantio defasado da forrageira, aproximadamente 15 a 30 dias depois da emergência do milho. Para controle da competição entre a cultura e o capim podem ser usados herbicidas seletivos em subdosagem, garantindo a produtividade do milho e a formação da pastagem. Ao longo do tempo, avanços tecnológicos para aumentar a eficiência deste sistema têm sido agregados, possibilitando a formação de pastagem de boa qualidade e mantendo a produtividade da cultura do milho. Entretanto, admite-se uma queda de até 10% na produtividade de grãos. Mas considerando-se o sistema milho/pastagem, as perdas de produtividade da lavoura são compensadas pelos ganhos na produtividade animal decorrentes da melhoria da oferta de pasto. Em médio prazo observa-se o incremento de produtividade no Sistema Santa Fé.

### **- Sistema Santa Brígida**

Com a evolução na adoção do SPD constatou-se o aumento gradativo do teor de matéria orgânica na camada mais superficial do solo, o que contribui para o aumento da atividade microbiológica. Isto pode alterar a dinâmica dos nutrientes, especialmente do nitrogênio (N), o qual está intimamente relacionado com o teor de matéria orgânica, tornando-o menos disponível para as plantas, em determinado período, em razão da imobilização.

No Sistema Santa Brígida são inseridos os adubos verdes, principalmente o guandu-anão, no sistema de produção conjuntamente com a cultura do milho. Deste modo permite-se o aumento do aporte de nitrogênio no solo a partir da fixação biológica do nitrogênio atmosférico. O consórcio não afeta a produção de grãos, e a cultura subsequente pode se beneficiar do nitrogênio proveniente das leguminosas, reduzindo o uso de nitrogênio mineral. Como vantagens, esse sistema melhora a qualidade das pastagens, no consórcio com braquiárias, e a diversificação das palhadas para o SPD. Além da leguminosa, pode-se também introduzir no sistema sementes de forrageiras gramíneas (por exemplo, braquiárias) e as forrageiras podem ser semeadas imediatamente antes da cultura do milho, desde que não haja infestação de plantas daninhas de folha estreita, ou em pós-emergência.

Este sistema proporciona produção de grãos e forragem com qualidade, justamente no período seco do ano que é crítico para a produção bovina no pasto. Recomenda-se que após a colheita do milho, a área seja vedada por cerca de 30 a 60 dias para que a forrageira se estabeleça plenamente e garanta boa pastagem. A presença do guandu-anão no novo pasto é enriquecedora tanto do solo quanto da forragem para os animais. Em sistemas estritamente agrícolas, a vedação é desnecessária, e a braquiária e o guandu-anão atuam como cobertura do solo.

## **- Sistema São Mateus**

É um sistema ILP indicado inicialmente para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense, mas também é indicado para regiões de solos arenosos, com baixa capacidade de armazenamento de água das chuvas e distribuição irregular das chuvas ao longo do ano, geralmente associados à ocorrência de veranicos no período chuvoso. O Sistema São Mateus tem como base a antecipação da correção química e física do solo, via a recuperação ou renovação da pastagem, com o subsequente cultivo de soja em SPD para amortizar os custos desta recuperação ou renovação. É um sistema de produção que proporciona a diversificação das atividades, dilui os riscos de frustrações e amplia a rentabilidade e a margem de lucro da propriedade rural.

### **O componente forrageiro em sistemas integrados de produção**

As espécies que comporão o componente forrageiro devem apresentar bom crescimento, boa capacidade de perfilhamento, elevado valor nutricional e ser adaptadas às condições de sombreamento moderado, quando houver a presença do componente arbóreo no sistema. Isto porque o sombreamento provoca alterações morfofisiológicas e no valor nutritivo das forrageiras. Em ambientes sombreados, as gramíneas forrageiras apresentam folhas e colmos mais longos, menor índice de área foliar (IAF) e maior área foliar específica (AFE), permitindo à planta uma maior eficiência na captação de luz para compensar essa restrição. Nessas condições, as forrageiras também priorizam o crescimento da parte aérea, em detrimento do sistema radicular, e apresentam menor perfilhamento e menores produtividades.

As espécies forrageiras disponíveis no mercado e de maiores aceitação por parte dos pecuaristas, a exemplo das gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*): braquiarião Marandú, Xaraés, Piatã, Paiaguás, Ibyporã, MG-5, MG4, Ruzizensis e Decumbens, e as do gênero *Megathyrsus* sp. (Syn. *Panicum*): Tanzânia, Mombaça, Massai, Aruana, Zuri, Tamani, Quênia e Tobiata, são também adequadas para utilização em consorciações em sistemas integrados de produção, tanto em plantio simultâneo com a cultura ou, como no caso da soja e milho, em plantio defasado (sobressemeadura).

Com relação ao sombreamento decorrente das árvores, além das cultivares acima citadas, as cultivares do gênero *Cynodon* sp. (Tifton 85 e Estrela), *Cenchrus ciliaries* (Bufell), *Hermathria*, *Axonopus* sp. (Missioneiro e Missioneiro gigante) apresentam boa tolerância. Também podem ser utilizadas forrageiras de inverno, como a aveia e o azevém, nas regiões de clima temperado, uma vez que os resultados de pesquisa demonstram que não há redução significativa de suas taxas de crescimento sob sombreamento moderado.

As leguminosas, de modo geral, tendem a ser menos tolerantes ao sombreamento do que as gramíneas e têm baixa persistência em períodos maiores do que dois anos. O amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) é considerado tolerante ao sombreamento. Espécies como calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), centrosema (*Centrosema pubescens*) e puerária (*Pueraria phaseoloides*) são consideradas medianamente tolerantes, enquanto os estilosantes (*Stylosanthes* spp.) e o siratro (*Macroptilium atropurpureum*) são considerados de baixa tolerância. Estas leguminosas podem ser utilizadas na fase de implantação do sistema ILPF, em monocultivo, visando melhoria

na fertilidade do solo, ou em consórcio com gramíneas, visando a melhoria na qualidade da dieta do rebanho.

Não existe uma espécie ideal para todos os sistemas de produção animal. O que existe é uma espécie ou cultivar com características mais apropriadas para um determinado sistema de produção. Nesse sentido, na escolha de uma forrageira a ser implantada deve-se levar em consideração sua adaptabilidade às condições de solo-clima-manejo da propriedade e o seu potencial produtivo, em termos de quantidade e qualidade da forragem produzida. Forrageiras mais produtivas são as mais exigentes em manejo e fertilidade do solo.

Em função das características (aspectos de produção, época de florescimento, hábito de crescimento, adaptação a solos mal drenados, curva de produção de forragem no decorrer do ano, susceptibilidade a pragas e doenças etc.), das variações de solo e condições ambientais verificadas dentro de uma mesma propriedade é que recomenda-se a diversificação de espécies ou cultivares forrageiras, para que haja melhor aproveitamento dos recursos físicos disponíveis e das características mais desejáveis de cada planta, bem como a diminuição de riscos relativos a pragas.

Geralmente a produção por animal é maior em sistemas de ILPF, pelo melhor valor nutritivo da forrageira e pelo maior conforto térmico dos animais em pastejo proporcionados pelo sombreamento. Por isso, pode-se obter melhor desempenho relativo com animais de maior exigência e produtividade, desde que se atendam corretamente as demandas por água e minerais, atentando-se para a qualidade do manejo sanitário e do pasto. Nesse sentido, o produtor pode contar com animais terminados

em menor tempo e com melhor qualidade de carne, mas a produção por área pode se reduzir em sistemas com maiores densidades de árvores, pois o sombreamento excessivo prejudica a produção das pastagens e, conseqüentemente, a produção de carne.

## **Implantação e manejo da pastagem em sistemas integrados**

A implantação da pastagem em sistemas integrados poderá ser realizada de forma isolada ou em consorciação com as culturas anuais. Para a semeadura isolada dos capins é comum, em áreas com preparo convencional do solo, a utilização equipamentos para distribuição a lanço das sementes e posterior incorporação com grade niveladora fechada ou rolo compactador. Podem ser utilizadas também as semeadoras de capins para rotação ou sucessão à lavoura. Para a semeadura do capim em consórcio existem no mercado equipamentos de plantio que executam o plantio de cereais e de capim nas linhas e entrelinhas, simultaneamente. Se este equipamento for utilizado, basta fazer as regulagens para fertilizantes, sementes do cereal e do capim além dos ajustes para profundidade de deposição de fertilizante e sementes, de execução relativamente simples. Mas não há necessidade de se adquirir um novo equipamento só porque o produtor irá semear a forrageira simultaneamente com a cultura granífera. Regulagens e ajustes podem ser realizados mesmo em implementos sem a caixa de sementes miúdas, de forma a implantar as espécies evitando-se a competição interespecífica

Existe a opção de plantio com a semente da forrageira misturada ao fertilizante e semeada na mesma linha da cultura principal. Esta mistura deve ocorrer nas horas que antecedem a operação

de semeadura para evitar que o contato com o adubo danifique as sementes da forrageira. Quando o objetivo for o de formar áreas a serem utilizadas como pastagem e os espaçamentos de entrelinha forem superiores a 50 cm recomenda-se a semeadura, na entrelinha, de uma fileira de capim. Para tanto utiliza-se a mesma semeadora, misturando-se a semente do capim ao fertilizante e regulando-se a distribuição da mistura. A semeadura do capim em sulcos nas entrelinhas da lavoura exige perícia do operador para não prejudicar o desenvolvimento da cultura previamente semeada.

Se a distribuição das sementes do capim for antes do plantio da lavoura, as sementes poderão ser distribuídas por qualquer método a lanço (preparo convencional do solo) ou em sulcos (Preparo convencional ou SPD) usando o mesmo equipamento de plantio da cultura granífera com as sementes misturadas ao adubo. Depois disto, a semeadura da lavoura deve ocorrer imediatamente. No caso do plantio de sementes a lanço antecedendo o semeio da cultura principal não é necessária a operação de incorporação das sementes, uma vez que isto ocorrerá quando da passagem da semeadora na área. Neste caso, a quantidade de sementes da forrageira deverá ser aumentada, visando garantir bom estande de plantas de capim.

O plantio defasado do capim na lavoura é normalmente utilizado para contornar alguma limitação edafoclimática regional ou para suplantiar alguma característica dos materiais consorciados (porte mais baixo ou crescimento inicial lento da lavoura). Para milho ou sorgo, a lavoura é semeada primeiro e aguarda-se um período de tempo de 10 a 30 dias para semear o capim. Assim, favorece-se a lavoura em detrimento do capim. Em alguns casos o capim é semeado junto ao adubo de cobertura da lavoura.

No caso da cultura da soja, a sobressemeadura é realizada no período final do ciclo da cultura (Estádios R5 a R7). O semeio das forrageiras também pode ser feito com equipamentos especiais caso implementos não possam mais adentrar na lavoura, a exemplo da sobressemeadura feita com aviões ou equipamentos acoplados em motocicletas. Neste caso a quantidade de sementes das forrageiras deverá ser aumentada em pelo menos duas vezes em relação ao cultivo tradicional.

Na questão do manejo da pastagem busca-se o equilíbrio dinâmico entre produção e a utilização de forragem a partir do controle da frequência e da intensidade de desfolha das plantas, seja por meio de pastejo contínuo com carga variável ou por pastejo rotacionado nas diferentes épocas do ano. Neste sentido, há duas características das forrageiras perenes que são essenciais para o entendimento dos efeitos do manejo do pastejo sobre a produção de pastagens. Primeiro, o pasto apresenta uma alta taxa de renovação ('turnover') de tecidos e todo o material que não for colhido por pastejo é perdido por senescência. Segundo é que são justamente os tecidos fotossintéticos, principalmente as folhas, que são colhidos pelo corte ou pastejo. Isso causa redução na área foliar e na interceptação de luz pelo relvado, reduzindo as taxas de fotossíntese e, conseqüentemente, a capacidade da planta de produzir novas folhas. Assim, o modo e a intensidade da colheita da forragem em um determinado momento têm um efeito marcante sobre a proporção do material produzido que é aproveitado e sobre o crescimento futuro da planta.

Em relação aos métodos de pastejo em sistemas integrados, com a presença ou não do componente arbóreo, é recomendado que em pastagens que apresentam alto potencial de crescimento e suportam altas taxas de lotação seja utilizado o pastejo

rotacionado. Este método garante uma maior eficiência na utilização da forragem produzida e controle sobre os momentos de entrada e saída dos animais no piquete. Já em condições extensivas, com menores taxas de lotação, o pastejo contínuo com ajuste de carga pode ser utilizado. Outro aspecto a ser considerado é o tempo de utilização da gleba como pastagem. Em uma área a ser utilizada sob pastejo apenas na entressafra podem não ser interessantes gastos com a construção de cercas e bebedouros, mesmo com altas taxas de lotação animal.

Sistemas de ILPF com a presença do componente arbóreo apresentam um nível de intensificação intermediário para produção de carne quando comparados a sistemas pecuários intensivos sem árvores nos quais se tem uso de irrigação e/ou são submetidos a elevadas taxas de adubação anual. Isso é decorrente da influência do componente florestal sobre o desenvolvimento da forrageira no sub-bosque. Assim, o manejo das forrageiras em ILPF deve ser mais criterioso, pois elas se encontram em competição com as árvores. Competição essa mais elevada do que em monocultivo e/ou em pleno sol. Nesta situação prioriza-se o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular e há menor capacidade de rebrota e resposta à adubação. Nesse sentido, deve-se procurar manter a altura de pastejo indicada para cada forrageira, pois nesses sistemas, dependendo das condições, o manejo inadequado da pastagem, como o superpastejo, tende a acarretar um processo de degradação mais acelerado. Normalmente em sistemas integrados ILP ou ILPF, o período com pastagem pode ser superior a três anos. Dessa maneira, para se evitar outro ciclo de degradação da pastagem, é necessário evitar-se o superpastejo e realizar adubações de manutenção para manter a produtividade.

## **O componente arbóreo em sistemas integrados de produção**

O componente arbóreo é utilizado nos sistemas ILPF e IPF. Na ILPF, os três componentes envolvidos permitem o uso intensivo e sustentável do solo, com rentabilidade, desde o ano de sua implantação, e trazem diversos benefícios ao produtor e ao meio ambiente, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a ciclagem e eficiência na utilização dos nutrientes, reduzindo custos de produção da atividade agrícola e pecuária, reduzindo a pressão por abertura de novas áreas, diversificando e estabilizando a renda na propriedade rural e viabilizando a recuperação de áreas com pastagens degradadas. As produções intermediárias de grãos, fibras, carne, leite possibilitam renda a curto prazo enquanto o componente florestal apresenta prazo de maturação mais longo. Ressalta-se que a diversificação das atividades contribui para a fixação do homem no campo por causa do melhor aproveitamento da mão de obra durante todo o ano.

A espécie arbórea deve ser selecionada levando-se em consideração os seus aspectos relacionados à silvicultura, devendo apresentar boa adaptação à região de cultivo, principalmente no que diz respeito à tolerância à seca, à geada e ao encharcamento do solo, para algumas localidades. Deve gerar produtos com valor de mercado e apresentar crescimento de pelo menos 2 m de altura por ano. Não deve ser tóxica para os animais e nem produzir efeitos de alelopátia com as lavouras. Deve formar copa alta, preferencialmente de forma pouco volumosa e baixa densidade, além de proporcionar bons rendimentos de produtos madeireiros e não madeireiros.

Atualmente, a espécie de maior potencial de utilização em ILPF é o eucalipto (*Eucalyptus* spp.). Mas há outras espécies que podem ser utilizadas: acácia (*Acacia mangium*), paricá ou pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum*), mogno-africano (*Khaya ivorensis*), cedro-australiano (*Toona ciliata*), canafístula (*Peltophorum dubium*), grevilea (*Grevillea robusta*), pinus (*Pinus* spp.) e bracatinga (*Mimosa scabrella*). Há pesquisas com mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*), teca (*Tectona grandis*), nim-indiano (*Azadirachta indica*), mulateiro (*Calycophyllum spruceanum*), amarelão (*Aspidosperma vargassii*), sumaúma (*Ceiba pentandra*), taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*), glirícidia (*Gliricidia sepium*), entre outras. Também têm sido utilizadas espécies de palmáceas como macaúba (*Acrocomia aculeata*), dendê (*Elaeis guineensis*), guariroba (*Syagrus oleracea*), coqueiro (*Coco nucifera*) e outras espécies frutíferas.

A prioridade na escolha da espécie arbórea dependerá do interesse do produtor rural e deve ser precedida por uma busca de informações regionais e a troca de experiências com produtores sobre a adaptabilidade da espécie e/ou cultivar na região, com foco no produto que se quer produzir: madeireiro ou não madeireiro. O produtor deve saber que produto quer obter da árvore (fruto, resina, látex, semente, forragem, óleo essencial, casca, etc.) e escolher as espécies adequadas para a produção esperada.

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.) por apresentar rápido crescimento vem sendo difundido e amplamente utilizado nestes sistemas. Isto é importante quando se considera o uso da área para o pastejo e por possuir uma arquitetura de copa compatível com a consorciação com outras culturas. Além do mais, o eucalipto

se destaca por apresentar práticas silviculturais validadas e ter disponibilidade de cultivares no mercado; também pela produção de madeira para usos múltiplos, por apresentar boa fonte de renda para o produtor e por sua capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, o que permite que seja plantado em todos os biomas brasileiros.

## **Implantação e manejo do componente arbóreo em sistemas integrados**

Na implantação e no manejo do componente arbóreo na ILPF a distribuição espacial deve ser estrategicamente analisada pois, ao longo do seu ciclo, vai interferir diretamente no desenvolvimento e na produção das culturas que participam do sistema, tanto pela competição por água e nutrientes quanto pela baixa disponibilidade de luz no sub-bosque. A competição por nutrientes e água pode ser amenizada com o uso de fertilizantes e irrigação, caso seja necessário. Por isso, a radiação solar incidente sob o dossel torna-se o fator limitante para a inserção de culturas ou pastagem.

## **Arranjo espacial**

Para definir o arranjo espacial das árvores é necessário responder uma sequência de questões. A primeira diz respeito à densidade ou ao número de árvores por hectare. A segunda é definir a largura da faixa entre renques e, finalmente, estimar-se a distância entre as árvores no renque.

A definição do número de árvores por hectare e espaçamentos entre as árvores depende dos objetivos do sistema a ser

implantado e leva em consideração vários fatores: uso da madeira, luminosidade nas entrelinhas, adequação à largura dos implementos agrícolas disponíveis, manejo com desbastes, interesse do agricultor e limitações agrônômicas e tecnológicas. Assim, a densidade de árvores na área é basicamente em função do componente de produção a ser priorizado no sistema (lavoura, pastagem ou florestal) e do uso da produção florestal (Tabela 1). Geralmente os principais produtos madeireiros são a madeira fina (lenha, carvão, escoras e palanques), a madeira grossa (serraria, laminação e faqueados) ou a combinação para obter ambos.

Existem duas possibilidades para a definição do número de árvores por hectare em ILPF. Uma seria com a implantação do número definitivo de árvores na área, definido em função do objetivo do sistema (Tabela 1). Outra seria a implantação de um número maior de árvores seguido de um desbaste, ou desbastes intermediários, realizados quando as árvores apresentem competição entre si ou antes que o sombreamento reduza significativamente a produtividade dos componentes lavoura e/ou pastagem.

Os desbastes cumprem duas funções: favorecer o crescimento das melhores árvores para a produção de toras e evitar que o sistema fique com excesso de sombreamento, prejudicando o crescimento da lavoura e da pastagem. Também podem escalonar a produção de madeira e de grãos. Por exemplo, nos primeiros dois a três anos do sistema, é possível cultivar grãos. Depois do segundo ou terceiro ano, a sombra das árvores desfavorece o cultivo de grãos, então é possível ter pastagens e gado em pastejo. No momento de desbaste, é possível retornar ao cultivo para mais uma safra e depois novamente com a pastagem até

o próximo desbaste. Geralmente estes desbastes intermediários produzirão madeira fina para comercialização.

**Tabela 1.** Densidade de árvores em sistemas integrados em função dos objetivos do empreendimento

Nº de árv./hectare	Objetivo do sistema
> 1.000	Florestal energética (lenha, carvão, cavaco, etc.)
600 a 1.000	Sistema ILPF com enfoque madeireiro
100 a 200	Sistema ILPF com enfoque agropecuário / madeira de alto valor agregado
< 100	Sistema ILPF com enfoque agrícola ou sombreamento de pastagens

Fonte: Adaptado de Porfírio-da-Silva et al. (2015).

Uma vez definido o número de árvores por hectare, define-se a largura da faixa entre os renques, de modo a favorecer ao máximo os componentes lavouras e/ou pastagens, o trânsito de máquinas e equipamentos entre os renques. Para isso é importante conhecer a largura da barra de um pulverizador, a largura da plantadeira, a largura da plataforma da colheitadeira, entre outras. O ideal é utilizar renques de linha simples. Entretanto, no caso de sistemas com maiores densidades de árvores pode-se utilizar múltiplas linhas com duas, três ou mais.

Após a definição do estande e das larguras entre os renques e do número de fileiras calcula-se a distância entre as árvores na linha em cada renque e para tal considera-se também a declividade do terreno, a orientação do sol, os ventos dominantes e a presença

de estradas, vias de acesso e postes de energia elétrica. Assim, em áreas planas, o sentido de implantação dos renques deverá ser o Leste-Oeste, favorecendo a maior incidência de luz na área entre os renques onde estarão as lavouras e/ou pastagem. Em terrenos em declive deve-se priorizar os aspectos de conservação do solo e água, realizando-se o plantio em nível e utilizando-se o artifício da “linha mestre” como forma de se manter a faixa entre renques com a largura fixa, favorecendo a operacionalidade de máquinas e equipamentos para realização dos tratos culturais na lavoura e a entrada de luz. A linha mestre consiste na locação em nível do primeiro renque na posição intermediária do terreno, perpendicular ao declive, utilizando-a logo após como referência para locação dos renques acima e abaixo, mantendo-se fixa a largura da faixa entre renques previamente definida.

A largura da faixa de utilização e a área útil são muito importantes no momento de se definir a distância entre os renques para o transito de máquinas e para, no momento do planejamento, estimar a demanda de insumos, serviços, custos, produção e receitas da lavoura. A largura para a faixa de utilização consiste da distância entre os renques menos dois metros, pois se deve preservar um metro de cada lado do renque com vistas a proteger as árvores de danos mecânicos e/ou químicos e da competição por parte das lavouras e forrageiras.

## **Cuidados com o plantio e condução das árvores**

### **- Controle de formigas**

O controle de formigas cortadeiras (saúvas e quenquéns) deve ser iniciado dois a três meses antes do preparo da área para plantio

da floresta. Iscas à base de sulfluramida são recomendadas para o controle de formigas cortadeiras. A melhor época para o uso de isca formicida é o período seco, evitando-se a aplicação em condições de alta umidade do solo, como quando houver a presença de orvalho. Recomendações de segurança, como uso de EPIs, devem ser seguidas para aplicação da isca.

O controle de formigas cortadeiras pós-plantio pode ser feito de 60 a 90 dias após a última aplicação, para correção de alguma falha, e anualmente, no período seco, realiza-se novo monitoramento de formigas, com aplicação de iscas granuladas.

## **- Preparo e plantio**

Após o preparo e a incorporação dos corretivos ao solo faz-se as marcações das linhas de plantio das árvores. Estas devem ser realizadas por estacas para orientação do tratorista no caso de utilização de sulcadores-adubadores ou com pequenas covas para posterior coveamento quando for utilizado equipamentos manuais ou que utilizam brocas perfuradoras (furadores a gasolina ou acopladas a tomada de força do trator).

A profundidade do sulco ou cova de ser entre 40 e 50 cm, sendo necessária a distribuição do adubo fosfatado nesta profundidade. A quantidade de fertilizantes a ser aplicada no sulco no momento do plantio e em coberturas dependerá da análise química do solo e deve contemplar a exigência nutricional da espécie arbórea utilizada no sistema. O adubo de plantio, fonte de NPK mais micronutrientes (B e Zn), deve ser colocado até no máximo 5 dias após o plantio em duas covas laterais de 10 a 15 cm de distância da muda, enquanto as adubações de cobertura são realizadas a 90 dias (em covas a 15 cm) e a 12 meses (na projeção da copa)

após o plantio, evitando-se o contato direto do adubo com a planta.

As mudas devem ser adquiridas em viveiros idôneos e apresentar bom vigor e rusticidade, boa condição fitossanitária, raízes ativas (brancas) e que não apresentem “enovelamento” ou “pião torto”. O plantio deve ser realizado em solo com boa disponibilidade de águas, geralmente logo após uma chuva, ou que se faça uma irrigação logo após o plantio com dois a três litros de água por muda.

Além do combate a formigas realizados previamente na área total é recomendado que se faça um tratamento nas raízes das mudas com solução contendo inseticida à base de Fipronil para combater cupins e MAP (Fosfato Monoamônio) no momento do plantio para reduzir a necessidade de replantios e acelerar o estabelecimento das mudas.

### **- Controle da mato-competição nas linhas de plantio das árvores**

É fundamental para o sucesso na implantação das árvores a realização do controle das plantas daninhas nos renques de plantio. Pode ser necessária uma dessecação da linha antes do plantio, seguida de coroamento manual ou químico até o terceiro mês do plantio e posterior capina química ou roçada mecânica na faixa de implantação dos renques (um metro de cada lado das árvores). Entretanto, nos sistemas integrados de produção, o uso de herbicidas é mais complexo, pela combinação de várias espécies vegetais que podem ser afetadas de formas diferentes. Assim, dependendo das espécies de plantas daninhas pode-se utilizar herbicidas seletivos para a espécie florestal ou, quando utilizados herbicidas não seletivos, evitar a deriva e a queima das

mudas florestais pela aplicação do produto quando não houver vento, utilizar de bicos pulverizadores adequados (bico tipo leque uniforme com indução de ar) e protetores de bico (chapéu de Napoleão), que controlam melhor o direcionamento do jato e pelo uso de saias de proteção nos implementos. É sempre importante seguir as recomendações técnicas.

## **- Desramas e desbastes**

A desrama ou poda é uma prática silvicultural que consiste na eliminação de galhos mortos ou vivos das árvores. É importante e necessário fazer a desrama das árvores para regular o sombreamento, manter o crescimento da pastagem e produzir madeira de qualidade, principalmente, sem nós. A primeira desrama deve ser realizada quando 60% das árvores monitoradas por amostragem tiverem atingido 6 a 8 cm de DAP (Diâmetro à altura do peito). A medida do DAP das árvores é obtida a 1,30 m da base do tronco, e a desrama deve ser feita desse ponto para baixo. Outras desramas serão necessárias no futuro, e devem ser feitas retirando os galhos até a metade da altura total das árvores ou utilizando-se o diâmetro de 6 a 8 cm como limite para estas desramas anuais. Para cortar os galhos, é necessário utilizar ferramentas adequadas para a poda florestal, como o serrote curvo, o podão ou a tesoura, os quais devem estar bem afiados.

O desbaste é a retirada de árvores inteiras na linha de plantio. Tem como objetivo diminuir a competição entre árvores e permitir que as que fiquem continuem crescendo bem para produzir boa madeira e bom rendimento de tora e para regular o sombreamento, permitindo a continuação de crescimento da pastagem. O desbaste deverá ser realizado quando se observar que há competição entre árvores. Árvores que crescem rápido

poderão necessitar de desbastes mais cedo do que aquelas que apresentam crescimento mais lento, assim também as árvores plantadas em espaçamentos menores e/ou mais estreitos poderão necessitar de desbaste mais cedo do que aquelas plantadas em espaçamentos largos.

### **- Entrada de animais na área**

A entrada de animais na área implantada com árvores só deve ser permitida a partir do momento em que a maior parte das árvores apresentar o DAP em torno de 6 a 8 cm, priorizando-se a entrada de animais leves (bezerros e novilhas). Entretanto, a melhor estratégia é a adoção de sistemas ILPF com cultivo de espécies agrícolas nas entrelinhas das árvores. Nesse caso, o crescimento das árvores é maior pelo efeito residual dos fertilizantes e da correção do solo realizada na área. Outra alternativa para utilização da pastagem formada quando as árvores ainda não apresentam resistência a danos pelos animais é a utilização de cercas eletrificadas, que devem ser instaladas respeitando uma distância mínima de um metro das árvores. Cabe ressaltar que a implantação destes sistemas deverá ser realizada de forma escalonada no tempo, uma vez que nos primeiros 18-24 meses de implantação das árvores não é recomendada a entrada de animais na área.

### **- Controle de incêndios**

Em sistemas integrados com a presença do componente arbóreo é necessária atenção especial às ações que evitem a ocorrência de incêndios na área. É de extrema importância a construção e manutenção de aceiros, faixas de 4 a 6 metros de largura, margeando a área implantada de ambos os lados da cerca,

que devem ser mantidos sem vegetação. Pode ser utilizada operação com uma grade de discos ao final do período chuvoso para incorporação da matéria vegetal, evitando-se que ela fique exposta a incêndios acidentais, especialmente no período de estiagem. Esta operação deve ser realizada anualmente.

## Considerações finais

A coexistência de sistemas integrados de produção de grãos, pecuária e florestas, bem estruturados, será um dos fatores que contribuirão de forma determinante para aliar o aumento na produtividade de alimentos, a renda ao agropecuarista e a sustentabilidade ambiental, especialmente em pequenas e médias propriedades onde existem limitações para obtenção dos benefícios advindos da escala de produção.

Sistemas de produção mais eficientes na utilização dos recursos naturais, financeiros, insumos e mão de obra, além de ambientalmente mais adequados, serão fundamentais para o atendimento, atual e futuro, das demandas mundiais. Neste sentido, a estratégia ILPF pode ser fundamental para o atendimento desta demanda, uma vez que os estudos e a utilização da ILPF por produtores rurais têm demonstrado sua efetividade na sustentabilidade de sistemas de produção agropecuários, com destaque para os incrementos na produtividade e melhoria na qualidade dos solos.

## Referências

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p. il. color.

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; BEHLING, M.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MULLER, M. D.; OLIVEIRA, T. K. de; RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; TONINI, H.; PACHECO, A. R. Implantação e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 4, p. 81-101. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

## Literatura recomendada<sup>1</sup>

ALMEIDA, R. G. de; RAMOS, A. K. B.; ZIMMER, A. H.; MACHADO, L. A. Z.; KICHEL, A. N.; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; PEDREIRA, B. C. e; PACIULLO, D. S. C.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; DIAS FILHO, M. B.; QUEIROZ, H. P. de Desempenho das forrageiras tropicais em sistema de integração lavoura-pecuária e de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 202-223. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ALVARENGA, R. C.; BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M. Integração lavoura-pecuária-floresta. In: PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 16, p. 267-279. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

---

<sup>1</sup>Para elaboração do capítulo, houve a orientação de que o documento proporcionasse leitura de fácil compreensão, buscando evitar citações bibliográficas. Assim, os autores buscaram literaturas de referência e redigiram conforme proposto. Embora não havendo citações aos autores ao longo do texto, as obras elencadas na literatura consultada foram base para a estruturação do capítulo.

ALVARENGA, R. C.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, P. de; GONTIJO NETO, M. M.; SILVA, A. F. da. Implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 53-79. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; KLUTHCOUSKI, J. O milho na integração lavoura-pecuária. In: CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. (Ed.). **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. p. 269-278. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

GONTIJO NETO, M. M.; ALVARENGA, R. C. Integração lavoura-pecuária. In: ALBUQUERQUE, C. J. B.; ALVES, D. D. (Ed.). **Tecnologias sustentáveis para agricultura e pecuária**. Montes Claros: UNIMONTES, 2011. p. 9-17.

GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V. de; ALVARENGA, R. C. Benefícios e desafios da integração lavoura-pecuária na melhoria da qualidade dos solos do cerrado. **Informações Agronômicas**, n. 161, p. 9-21, mar. 2018.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, L. R.; SIMÃO, E. de P; CAMPANHA, M. M. Integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Ed.). **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 2, p. 29-43.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, E. A. dos; SIMÃO, E. de P.; CAMPANHA, M. M. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 2, p. 183-191, 2014.

GUERREIRO, M. F.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, C. E. S.; BORGES, W. L. B. **Introdução de árvores em sistemas de produção agrícola no bioma mata atlântica na região sudeste**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2013. 52 p.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M. de; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1996. 87 p. (Embrapa-CNPAF Documentos, 64).

OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida - Tecnologia Embrapa**: consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 88).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo.** Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; BEHLING, M.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MULLER, M. D.; OLIVEIRA, T. K. de; RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; TONINI, H.; PACHECO, A. R. Implantação e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 4, p. 81-101. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. de. **Sistema São Mateus - Sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 186).

VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; MARTINS, C. E.; ALBERNAZ, W. M.; FERREIRA, L. R.; GOMES, R. J. Integração lavoura-pecuária-floresta utilizando a cultura do milho. In: PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A. (Ed.). **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos.** Campinas: Instituto Agrônômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 667-687.

# Capítulo 6

---

## Gestão e avaliação de sistemas ILPF

*Rubens Augusto de Miranda*

### Introdução

Ao longo das últimas décadas, o processo de globalização provocou alterações profundas nas atividades produtivas no Brasil e no mundo, principalmente no que concerne à competição global. Essa competição tem resultado na ocorrência de margens de lucro cada vez mais estreitas, tornando a eficiência produtiva fundamental para garantir a permanência no mercado. Ademais, no novo ambiente globalizado, os clientes passaram a ter voz, e a produção agora precisa ter uma orientação focada neles, especialmente quanto à produção de bens ou serviços que respondam concretamente às necessidades dos clientes. Em meio a essas transformações, o agronegócio brasileiro foi pressionado a praticar uma agricultura mais moderna.

A escolha das culturas, práticas agrícolas e tecnologias passa, necessariamente, pelo processo de tomada de decisão do produtor, que muitas vezes carece das informações e do conhecimento técnico-gerencial para tal. Por mais que o produtor tenha seu conhecimento tradicional, além de prática e experiência

nos aspectos produtivos do seu negócio, caso ele não avalie o desempenho econômico da atividade de forma objetiva, a estagnação e/ou saída da atividade são cenários prováveis. E isso é algo que vem acontecendo em muitos setores agropecuários, com a redução do número de produtores e concentração da atividade em poucos. Nesse sentido, uma prática de gestão capaz de planejar e monitorar sistematicamente o desempenho técnico (biológico, ambiental, etc.) e econômico da atividade produtiva é fundamental para o sucesso ao longo do tempo. Em termos de sistemas irrigados, algumas estruturas demandam um investimento de recursos considerável, e, se o produtor não tiver *na ponta do lápis* uma ideia de custos e retornos esperados, o resultado pode ser muito negativo.

Ao longo deste capítulo, serão apresentados alguns princípios de gestão, assim como a elaboração de informações elementares para a tomada de decisão na produção agropecuária. A compreensão dos aspectos de gestão e aplicação deles na gestão do sistema de produção agrícola irrigado não somente é relevante como é fundamental para o sucesso da atividade.

## **Gestão da atividade rural**

Um dos maiores obstáculos ao gerenciamento adequado das atividades rurais no Brasil se deve a um aspecto cultural do produtor em realizar investimentos produtivos de forma pouco criteriosa, com pouco planejamento, controle e avaliação dos gastos e retornos obtidos.

Ao se defrontar com as decisões sobre O QUÊ, QUANDO e COMO produzir, o administrador rural precisa avaliar uma série de informações para almejar a maximização dos lucros da(s)

atividade(s) produtiva(s). Segundo Santos et al. (2002), a eficácia das decisões do administrador rural depende do conhecimento dos fatores que afetam os resultados econômicos, que podem ser de natureza externa ou interna.

### **Principais fatores externos:**

- Preço dos produtos: histórico e tendência
- Fatores climáticos: histórico e tendência
- Existência de mercado para os produtos
- Política de crédito e financiamento
- Transporte/Logística
- Disponibilidade de mão de obra na região

### **Principais fatores internos:**

- Tamanho da empresa (propriedade) agropecuária
- Rendimento dos cultivos e criações (produtividade)
- Seleção e combinação de atividades produtivas
- Eficiência de manejo e mão de obra

## **Avaliação econômica**

Um negócio, ou uma atividade produtiva, pode aparentar ser bem-sucedido em função do volume dos recursos (dinheiro) que movimenta. No entanto, somente por meio de um processo sistemático de avaliação é que será possível saber de forma mais confiável a real situação do negócio. Uma ferramenta analítica disponível aos gestores é a chamada avaliação econômica, que nada mais é que a aplicação de procedimentos para identificar, medir, avaliar e comparar custos e receitas.

Na agricultura, a avaliação econômica cria um critério para decidir entre diferentes culturas e sistemas produtivos. Além disso, ela pode auxiliar o produtor a avaliar se determinado nível de produção compensa o volume de recursos dispendidos para produzi-lo. Os custos de produção somados a informações de faturamento e produtividade possibilitam a mensuração de alguns indicadores para avaliar o desempenho econômico da atividade produtiva.

## **Sistemas de custos**

Na agricultura, assim como em qualquer negócio, o produtor só saberá se a atividade a qual se dedica está remunerando de fato os seus esforços caso consiga colocar no papel o que está entrando e saindo de recursos (dinheiro). Nesse sentido, faz-se necessário algum conhecimento básico em sistemas de custos que auxilie o produtor a fazer essa conta. Segundo Santos et al. (2002, p. 34), “Sistema de Custos é um conjunto de procedimentos administrativos que registra, de forma sistemática e contínua, a efetiva remuneração dos fatores de produção empregados nos serviços rurais”. Entretanto, para que seja possível fazer uma avaliação de um sistema produtivo irrigado por intermédio de um sistema de custos é preciso classificar as operações de forma a podermos determinar o que entra, ou não, na conta e também ordená-las adequadamente.

## **Principais nomenclaturas dos sistemas de custos**

Muitas das nomenclaturas utilizadas em sistemas de custos são utilizadas de forma inadequada, quando terminologias distintas são utilizadas como sinônimos. Seguem abaixo as principais nomenclaturas:

**Receita.** Corresponde, de forma geral, aos recursos oriundos da venda de mercadorias ou prestação de serviços. Entretanto, cabe lembrar que a receita também pode ocorrer de outras formas, como aplicações financeiras e outros investimentos.

**Gasto (dispêndio).** É todo sacrifício<sup>1</sup> (esforço) para aquisição de um bem ou serviço. Veremos a seguir que quando o gasto é pago no ato é caracterizado como um desembolso e quando a ser pago no futuro é classificado como dívida. Os gastos no decorrer do processo produtivo se transformarão em ativos, custos e despesas.

**Desembolso.** É todo recurso (dinheiro) que sai do Caixa para um pagamento. Todo gasto de certa forma é um desembolso, mas nem todo desembolso é um gasto. Uma dívida hoje no futuro passará a ser entendida como desembolso, quando for paga. Cabe ressaltar que pagamentos de empréstimos bancários são desembolsos, pois sai dinheiro do caixa, mas não são gastos, considerando que não há a aquisição de um bem<sup>2</sup>.

**Perda.** É um gasto involuntário decorrente de situações anormais, involuntárias, como de um incêndio, por exemplo.

**Ativo.** A princípio, é um termo básico utilizado para expressar os bens, valores, créditos, direitos e assemelhados que, num determinado momento, formam o patrimônio de uma pessoa singular ou coletiva (empresa). Quando o objetivo de um gasto é trazer benefícios futuros ou ter potencial para gerar receitas, ele é denominado de investimento. Como investimentos são

---

<sup>1</sup> No sentido de que há a necessidade de um pagamento.

<sup>2</sup> Os financiamentos é que consistem em dívidas para a aquisição de um bem.

classificados como ativos, é comum denominar tais gastos simplesmente de ativos.

**Custo.** Todo gasto vinculado diretamente ao processo produtivo é denominado de custo. Em outras palavras, custo é o valor gasto com bens e serviços para a produção de outros bens e serviços. Assim, gastos necessários na gestão do negócio, administração, não são custos, mas despesa, como apresentado abaixo. Como exemplos pode-se citar a aquisição e o uso de matéria-prima, energia aplicada na produção de bens, salários e encargos do pessoal da produção, etc. É importante ressaltar que quando a matéria-prima é adquirida, mas ainda não foi usada na produção, ela é considerada um ativo e a partir do momento em que ela é utilizada para produzir algo, ela passa a ser interpretada como custo.

**Custo operacional.** Pode ser entendido como todos os custos que exigem desembolso monetário, além de incluir a depreciação.

**Custo de oportunidade.** É o custo de algo em termos de uma oportunidade renunciada, ou seja, benefícios que poderiam ser obtidos em uma opção de investimento alternativa. Na agricultura, o custo de oportunidade da opção pelo uso da terra, com o plantio, por exemplo, é o dinheiro que se deixa de ganhar com arrendamento.

**Despesa.** Ao contrário do ativo, a despesa é um gasto que não traz benefícios futuros para a empresa, mas a sua ocorrência é necessária na gestão do negócio, para manter a estrutura mínima e o funcionamento das atividades. Salários em encargos do pessoal administrativo e limpeza, que não trabalham diretamente

na produção, assim como juros de empréstimos, são exemplos de despesas.

### **Classificação dos custos quanto ao volume produzido: custos variáveis e fixos**

Conforme o volume produzido é alterado, os custos podem variar proporcionalmente a essas alterações ou podem permanecer constantes. Em decorrência disso, os custos podem ser classificados em:

**Custos Variáveis.** São custos que variam proporcionalmente de acordo com o nível de produção. Exemplos: matérias-primas (insumos como fertilizantes, defensivos e sementes) e horas-máquina.

**Custos Fixos.** São custos que não sofrem alterações em caso de aumento ou diminuição da produção, ou seja, permanecem constantes. Os custos fixos fazem parte da estrutura do negócio e, por isso, também são denominados de “custos de estrutura”. Exemplos: aluguéis; depreciação<sup>3</sup> de instalações, benfeitorias e máquinas agrícolas; amortização<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup>Depreciação: encargo periódico que determinados bens sofrem, por uso, obsolescência ou desgaste natural.

<sup>4</sup>Amortização: redução de dívida por meio de pagamento parcial ou gradual acertado entre as partes.

## Custo de produção agrícola

Custos de Produção nada mais são do que o somatório de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo de uma atividade econômica. Assim, na determinação dos custos de produção de uma cultura agrícola, o dispêndio é mensurado pela soma do desembolso de cada item de custo, calculado pela multiplicação do coeficiente técnico<sup>5</sup> de cada fator pelos correspondentes preços.

Em muitos levantamentos de custos de produção é comum considerar somente os gastos com custo operacional, que envolvam a produção (custos) e que representam desembolsos monetários (dinheiro). Então, há planilhas que procuram calcular o custo operacional total e outras que calculam o custo total propriamente dito, neste último caso há a inclusão da remuneração do custo de oportunidade dos fatores de produção. Ou seja, no Custo Total consideram-se os recursos que o produtor poderia obter com aplicações alternativas do seu investimento na lavoura (como aplicar na poupança) ou por arrendar a sua terra ao invés de optar por produzir algo.

A planilha de custos de produção pode ser estruturada de diferentes formas. Uma forma de fazer é simplesmente separar os custos variáveis e fixos, com o somatório de ambos resultando no custo total. As planilhas de custos elaboradas por instituições como a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA) e a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB) fazem dessa forma. Uma estrutura alternativa bastante útil é a de separar os itens de custos (serviços e insumos) de

<sup>5</sup> É um índice que determina o tempo necessário para realizar certa operação (hora-homem, hora-máquina, etc.) ou do consumo de determinado insumo. Assim, quando se trata de materiais o coeficiente técnico é expresso em unidade (quilos, litros, metros, etc.).

acordo com as etapas de operações agrícolas (preparo do solo, plantio, condução da lavoura, etc.). Esse método tem a vantagem de permitir uma análise sobre quais etapas da produção se concentram os custos. Como exemplo, a Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG) opta por essa forma de estruturação das planilhas de custos.

## **Avaliação econômica**

Uma avaliação elementar de qualquer atividade econômica é verificar se está ocorrendo, ocorreu ou ocorrerá algum retorno pelos gastos do empresário/produtor rural. Antes de qualquer análise mais complexa, inicialmente é importante determinar se estão recebendo mais do que gastando com a atividade. O retorno positivo deste investimento, ou simplesmente ganho, é chamado de lucro. Assim, o chamado lucro é um indicador fundamental para se avaliar uma atividade econômica. Existem vários tipos de lucro, que se diferenciam pela inclusão ou exclusão de determinados itens e/ou aspectos do negócio. Considerando que o lucro é um ganho, ele é resultado de uma receita maior que os gastos em determinada atividade. Nas situações onde as receitas foram inferiores aos gastos diz-se que ocorreu prejuízo, que de certa forma é um lucro negativo.

As duas definições de lucro que utilizaremos é a de lucro operacional bruto e lucro líquido. No lucro líquido, a totalidade dos custos é subtraída da receita total. A expressão lucro líquido é comumente vista na Demonstração do Resultado de Exercício (DRE) das empresas, mas não tão comum em análises econômicas das atividades agropecuárias, feitas a partir de planilhas de custos de produção; nesta situação usualmente se

vê a expressão lucro total. Assim, pode-se optar por denominar lucro líquido simplesmente de lucro total.

No lucro operacional bruto são descontados, além dos gastos em dinheiro, as depreciações de instalações, benfeitorias, máquinas e equipamentos. O lucro operacional bruto é o ganho que o produtor enxerga da sua atividade, por envolver desembolsos, enquanto no lucro total se considera também o pagamento dos fatores terra e capital. Ou seja, no lucro total há a inclusão dos custos de oportunidade de uso da terra (o produtor poderia arrendá-la para outro) e dos investimentos (tais recursos poderiam ser aplicados no banco, por exemplo).

Assim, temos que:

$$\textit{Lucro Operacional Bruto} = \textit{Receita Total} - \textit{Custos Operacionais}$$

Podendo ocorrer os resultados a seguir:

- $< 0$  P Há prejuízo. Terra e capital não estão recebendo qualquer remuneração. A atividade produtiva não é um bom negócio, é melhor optar pelo uso alternativo da terra e do capital (arrendamento e aplicações financeiras, por exemplo).
- $= 0$  P Não há prejuízo, mas terra e capital não recebem qualquer remuneração. Assim, a fazenda é pouco atrativa como negócio. O uso alternativo da terra e do capital é uma possibilidade a levar em conta.
- $> 0$  P Os recursos terra e capital estão sendo remunerados em parte ou no todo. Este grau de remuneração, que depende da grandeza da margem, definirá a atratividade do negócio.

$$\text{Lucro Total} = \text{Receita Total} - \text{Custo Total}$$

Podendo ocorrer os resultados a seguir:

- $< 0$  P Fatores de produção não estão sendo remunerados na íntegra. Restringindo a avaliação a variáveis econômicas, é melhor optar pela aplicação da terra e do capital no seu uso alternativo (arrendamento e mercado financeiro).
- $= 0$  P Fatores de produção plenamente remunerados. Em termos de resultado, é a mesma coisa continuar com a fazenda ou optar pela aplicação da terra e do capital no seu uso alternativo (arrendamento e juros com a aplicação do dinheiro gasto na lavoura).
- $> 0$  P Todos os fatores de produção estão sendo plenamente remunerados. A fazenda é altamente atrativa do ponto de vista econômico, já que é, com sobras, a melhor alternativa de emprego da terra e do capital.

É comum em análises de viabilidade econômica tratar apenas do lucro operacional bruto, no sentido de considerar somente a situação quando ocorre desembolso de recursos. Lembrando que na remuneração dos fatores, terra e capital, presente no cálculo do Lucro Total (Custo Total) não há necessariamente desembolsos, mas esses itens são inseridos com o objetivo de incorporar o custo de oportunidade na análise.

Para ilustrar essa situação, consideremos um caso em que um agricultor/produtor, cujas terras são de sua propriedade, obtém um lucro (operacional, considerando somente o que ele ganha e gasta de fato) de R\$ 250,00 por hectare. Vamos supor que esse

mesmo produtor poderia arrendar as suas terras por R\$ 300,00 o hectare. Se analisarmos a situação operacional desse produtor, podemos chegar à conclusão de que ele está ganhando dinheiro, pois fatura mais do que desembolsa, com o lucro operacional de R\$ 250,00. Entretanto, se analisarmos a situação dele de uma forma mais ampla, incluindo custos de fatores, como a terra, concluímos que ele na verdade está perdendo dinheiro. A razão é que o produtor poderia faturar mais R\$ 50,00 por hectare fazendo nada, simplesmente arrendando as suas terras por R\$ 300,00. Essa é a ideia do custo de oportunidade, ou seja, considerar investimentos alternativos no custo. Apesar do Lucro Operacional positivo, ao incluir o custo do arrendamento como aplicação alternativa, em termos de remuneração de fatores, o Lucro Total resulta em um prejuízo de R\$ 50,00. Somente com um Lucro Total positivo é que o resultado da atual atividade produtiva seria melhor do que o uso alternativo da terra e/ou dinheiro (investido na lavoura).

### **Estudo de caso: lucratividade de um sistema ILP com rotação de culturas**

Para ilustrar uma avaliação econômica, por meio da análise de lucratividade, tomemos como exemplo os dados da Unidade Demonstrativa do Sistema de Integração Lavoura-Pecuária da Embrapa Milho e Sorgo iniciada em 2005. Nesse experimento, uma área de 24 ha foi dividida em 4 piquetes de 6 hectares, onde implantou-se um sistema de rotação de culturas (milho, sorgo, soja, pastagem) sob plantio direto por 4 anos. Nesse sistema de rotação, o milho foi plantado consorciado com a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e o sorgo foi plantado consorciado com *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Na produção animal (recria e terminação de novilhos), os animais foram adquiridos anualmente com média de 7 arrobas e ficaram no sistema por um

ano, entrando em março/abril. A Tabela 1 apresenta a sequência de rotação das culturas em cada uma das glebas.

**Tabela 1.** Sequência de rotação de culturas e pastagem.

Ano	Gleba 1	Gleba 2	Gleba 3	Gleba 4
2005/06	Soja	Milho grão + capim	Sorgo silagem + capim	Pastagem
2006/07	Sorgo silagem + capim	Pastagem	Soja	Milho grão + capim
2007/08	Pastagem	Soja	Milho grão + capim	Milho silagem + capim
2008/09	Soja	Milho grão + capim	Sorgo silagem + capim	Pastagem

Fonte: Gontijo Neto et al. (2010).

A Tabela 2 apresenta os resultados de produtividade para cada cultura nos quatro anos. Em razão do déficit hídrico causado por um “veranico”, que impossibilitou o desenvolvimento do milho em janeiro de 2006, não houve produção da cultura no primeiro ano. A soja e o sorgo para silagem também tiveram a produtividade prejudicada pela estiagem em períodos críticos de desenvolvimento. Cabe mencionar também que, em 2008/2009, por causa de problemas administrativos, não houve aquisição de animais. Assim, a pastagem foi alugada por R\$ 3.360,00 e a produtividade animal foi obtida pela divisão da receita de aluguel pelo valor da arroba.

**Tabela 2.** Produtividade anual das atividades do sistema de ILP da Embrapa Milho e Sorgo.

Safra	Soja (sacas ha <sup>-1</sup> )	Milho (sacas ha <sup>-1</sup> )	Sorgo silagem (sacas ha <sup>-1</sup> )	Carne (arroba ha <sup>-1</sup> )
2005/06	30,0	-	31,1	-
2006/07	40,5	106,6	45,0	36,7
2007/08	33,0	136,2	41,4	37,5
2008/09	46,6	134,2	40,3	8,02*
Média	37,5	94,2	39,4	28,9

\* Aluguel de pastagem = Receita (R\$ 3.360,00)/preço da arroba (R\$ 69,80) 6 ha<sup>-1</sup>.  
Obs: As médias desconsideraram o resultado nulo do milho e da produção de carne em 2005/2006.

Fonte: Gontijo Neto et al. (2010)

Considerando o preço médio dos produtos e o custo operacional médio das culturas, a Tabela 3 apresenta os resultados operacionais das atividades do sistema ILP. Olhando os dados agregados para o período de quatro anos, o resultado foi positivo em todas as atividades. Na avaliação da área total, o lucro operacional bruto foi de R\$ 16.639,32, enquanto o resultado para um hectare foi de R\$ 639,30. Cabe ressaltar que os valores de produtividade média do milho e da produção de carne não consideraram a produção nula de 2005/2006. Logo, a média do triênio seguinte foi utilizada para o primeiro ano. Uma forma mais precisa de se realizar essa análise seria considerar os preços e as produtividades ano a ano.

**Tabela 3.** Receitas, custos e lucro operacional do sistema ILP.

Atividade	Produtividade média ha <sup>-1</sup>	Preço médio (R\$)	Receita (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Custo operacional (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Lucro operacional bruto (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Lucro operacional bruto (R\$ 6 ha <sup>-1</sup> )
Soja (sc)	37,5	43,43	1.628,60	1.298,72	329,88	1.979,28
Milho (sc)	94,2	17,80	1.676,76	1.593,16	83,60	501,60
Sorgo (t)	39,4	70,00	2.758,00	1.695,48	1.062,52	6.375,12
Carne (arroba)	28,9	69,80	2.017,22	720,00	1.297,22	7.783,32
Renda anual (R\$ 24 ha)						16.639,32
Renda anual (R\$ ha <sup>-1</sup> )						693,30

Fonte: Gontijo Neto et al. (2010).

## Referências

GONTIJO NETO, M. M.; VASCONCELOS, F. V.; ALVARENGA, R. C.; GARCIA, J. C.; COSTA, A. M. da; VIANA, M. C. M.; SILVA, G. H. da. Avaliação econômica de um Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos...** Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

SANTOS, G. J. dos; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 165 p.

Impressão e acabamento:  
Gráfica Kromos - Sete Lagoas, MG

**Embrapa**

**Milho e Sorgo**

**Embrapa**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

GOVERNO  
FEDERAL



CGPE 14972