

DOCUMENTOS

357

ISSN 1517-5111  
ISSN online 2176-5081  
Fevereiro / 2020

## Integração Lavoura-Pecuária em Solos Arenosos: estudo de caso da Fazenda Campina no Oeste Paulista



**Embrapa**

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

## **DOCUMENTOS 357**

# **Integração Lavoura-Pecuária em Solos Arenosos:**

**estudo de caso da Fazenda  
Campina no Oeste Paulista**

*Luiz Adriano Maia Cordeiro  
João Kluthcouski  
Juliano Roberto da Silva  
Diogo Cardoso Rojas  
Hélio de Sena Gouvea Omote  
Edemar Moro  
Paulo Claudeir Gomes da Silva  
Carlos Sergio Tiritan  
André Longen*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br> (Digite o título e clique em “Pesquisar”)

**Embrapa Cerrados**  
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73310-970, Planaltina, DF  
Fone: (61) 3388-9898  
Fax: (61) 3388-9879  
[embrapa.br/cerrados](http://embrapa.br/cerrados)  
[embrapa.br/fale-conosco/sac](http://embrapa.br/fale-conosco/sac)

#### **Comitê Local de Publicações da Unidade**

Presidente  
*Marcelo Ayres Carvalho*

Secretária-Executiva  
*Marina de Fátima Vilela*

Secretária  
*Alessandra S. Gelape Faleiro*

Supervisão editorial  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Revisão de texto  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Normalização bibliográfica  
*Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Wellington Cavalcanti*

Tratamento das ilustrações  
*Wellington Cavalcanti*

Foto da capa  
*Juliano Roberto da Silva*

Impressão e acabamento  
*Alexandre Moreira Veloso*

**1ª edição**  
1ª impressão (2020): tiragem (30 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 Cerrados

---

I61 Integração Lavoura-Pecuária em Solos Arenosos: estudo de caso da Fazenda Campina no Oeste Paulista / Luiz Adriano Maia Cordeiro... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2020.

127 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081, 357).

1. Sistema de cultivo. 2. Solo arenoso. 3. Pecuária. I. Cordeiro, Luiz Adriano Maia. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

633.2 CDD-21

---

© Embrapa, 2020

## Autores

### **Luiz Adriano Maia Cordeiro**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

### **João Kluthcouski**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

### **Juliano Roberto da Silva**

Zootecnista, especialista em Produção de Ruminantes, Grupo Carlos Viacava, Caiuá, SP

### **Diogo Cardoso Rojas**

Engenheiro-agrônomo, especialista em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Presidente Prudente, SP

### **Hélio de Sena Gouvea Omote**

Médico-veterinário, analista da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

### **Edemar Moro**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Unoeste, Presidente Prudente, SP

**Paulo Claudeir Gomes da Silva**

Zootecnista, doutor em Agronomia, professor da Unoeste, Presidente Prudente, SP

**Carlos Sergio Tiritan**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Unoeste, Presidente Prudente, SP

**André Longen**

Engenheiro-agrônomo, especialista em Fertilidade do Solo e Fitotecnia, consultor, Presidente Prudente, SP

## Apresentação

É com extrema satisfação que apresentamos este documento, que aborda os fundamentos e os exemplos da Integração Lavoura-Pecuária (ILP) como estratégia de manejo sustentável de solos arenosos no Oeste Paulista.

Uma grande extensão territorial brasileira é coberta com solos com textura arenosa. Por exemplo, somente o Neossolo Quartzarênico, anteriormente denominado de Areia Quartzosa, ocupa 11% da área do País e 15% da área do bioma Cerrado.

O manejo sustentável de solos arenosos no ambiente tropical representa um imenso desafio, pois são conhecidamente ambientes sensíveis e muito vulneráveis aos processos de degradação quando utilizados de forma incorreta e tradicional.

A adoção dos sistemas de integração, em especial a ILP, cresce muito no Brasil, com inúmeros benefícios agronômicos, econômicos, sociais e ambientais. Portanto, a ILP, associada ao Sistema Plantio Direto (SPD), tornou-se um sistema de produção com todas as características ligadas à intensificação sustentável, sendo, neste caso, recomendada como uma das formas mais eficientes de manejo de solos arenosos.

Para comprovação prática deste conhecimento, a Embrapa Cerrados estabeleceu uma parceria estratégica com uma das mais importantes propriedades rurais de pecuária no Brasil, a Fazenda Campina, em Caiuá no Oeste Paulista, pertencente ao Sr. Carlos Viacava, reconhecida liderança na pecuária brasileira.

Este estudo de caso da Fazenda Campina é emblemático, pois trata-se de uma típica propriedade de pecuária que, até meados de 2012, dedicava-se à produção de bovinos da raça Nelore. A partir de 2013, passou a fazer agricultura em ILP com resultados impressionantes, os quais o leitor poderá observar em detalhes nesta obra. Outra característica desta propriedade rural é o seu baixo teor de argila, que, em média, é de 11%, ou seja, solos muito arenosos. Portanto, o objetivo deste documento foi mostrar como a ILP é uma das principais estratégias de manejo sustentável de solos arenosos no Brasil.

A Embrapa Cerrados dedica-se há mais de três décadas ao estudo de sistemas integrados entre agricultura e pecuária e desenvolveu farto material técnico-científico que comprova o fato de estes sistemas serem fundamentais para a agropecuária sustentável nos trópicos.

*Claudio Takao Karia*

Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

## Sumário

Introdução.....	9
Manejo sustentável de solos arenosos .....	11
Solos arenosos.....	11
Solos arenosos no estado de São Paulo .....	14
Manejo de solos arenosos .....	15
Manejo da fertilidade dos solos arenosos .....	20
Integração Lavoura-Pecuária (ILP) como estratégia de manejo sustentável de solos arenosos .....	24
Exemplos de manejo sustentável de solos arenosos no Oeste paulista .....	36
ILP na Fazenda Ybyetê Porã, Rانcharia, SP .....	42
Sistema Santa Ana de ILP .....	45
Estudo de caso da Fazenda Campina .....	49
Caracterização da Fazenda Campina.....	50
Histórico da adoção de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP).....	55
Evolução das produtividades vegetal e animal com adoção de sistemas de ILP .....	58



Produtividade vegetal com adoção de sistemas de ILP.....	61
Produtividade animal com adoção de sistemas de ILP.....	90
Diversificação produtiva com adoção de Sistemas de ILP .....	104
Principais práticas e inovações agropecuárias aplicadas na Fazenda Campina .....	107
Transferência de tecnologias na Fazenda Campina.....	113
Considerações finais .....	117
Referências bibliográficas .....	118

## Introdução

Atualmente, a humanidade enfrenta desafios cada vez maiores para produzir alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais, em especial solo e água. Por isso, são intensos os apelos para que seja difundida em todo o mundo a concepção da agricultura sustentável (Cordeiro et al., 2015a).

A intensificação da produção agropecuária depende do adequado manejo dos solos. Os desafios para suprir as demandas e, ao mesmo tempo, preservar os recursos do solo para o século 21, incluem: (i) aumento da produção agrícola para satisfazer as necessidades alimentares de mais de 3,5 bilhões de pessoas que residirão nos países em desenvolvimento, simultaneamente com provável mudança nos hábitos alimentares, partindo de uma dieta em base vegetal para uma dieta em base animal; (ii) produção de biomassa lignocelulósica por meio de cultivos de espécies para produção de agroenergia em solos marginais, incluindo os arenosos; (iii) conversão de solos degradados e áreas desertificadas e arenosas em áreas recuperadas para aumento da biodiversidade e melhoria do ambiente; (iv) sequestro de carbono em solos e biomassa e em ecossistemas aquáticos para compensar emissões industriais e estabilizar as concentrações de CO<sub>2</sub> e outros Gases de Efeito Estufa (GEE); (v) desenvolvimento de sistemas de cultivo que melhorem a eficiência do uso da água e minimizem os riscos de poluição da água, de contaminação e de eutrofização; e (vi) criação de áreas de reserva para a preservação de espécies, a recreação e o aumento de valores estéticos da paisagem e dos solos (Lal, 2009).

Os solos são recursos finitos, desigualmente distribuídos entre diversas regiões, frágeis e propensos à degradação pelo manejo inadequado. Embora exista potencial para expandir a área de produção agrícola em diferentes regiões do mundo, o foco deve ser o aumento da produtividade, contornando o vácuo de rendimento, ou seja, a diferença entre o potencial técnico e o rendimento médio de uma cultura obtido por produtores rurais. A intensificação da agricultura, baseada na diversificação, pode melhorar os rendimentos agrônômicos enquanto também melhora o meio ambiente e alivia a pobreza (Lal, 2013). Via de regra, os solos arenosos possuem baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e elevada suscetibilidade à erosão

devido à fragilidade estrutural. Entretanto, adotando-se técnicas de conservação do solo e estratégias de manejo sustentável, os solos arenosos podem ser produtivos e rentáveis (Spera et al., 1999; Kluthcouski et al., 2015a).

Dois grandes aspectos, no entanto, chamam a atenção quando se discute sustentabilidade da produção agrícola: a degradação das pastagens e o uso do solo com a agricultura tradicional, com preparo contínuo do solo. A exploração da pecuária bovina no Brasil é realizada principalmente em pastagens extensivas. Os sistemas extensivos de exploração predominam sobre os demais, mas algumas vezes combinam o pastejo com a suplementação dos animais com silagem, cana-de-açúcar picada, feno ou rações. As gramíneas forrageiras cultivadas mais importantes em uso no Brasil foram introduzidas da África e pertencem, em sua maioria, aos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon*. As pastagens cultivadas estão concentradas no bioma Cerrado, sendo essa região responsável por mais de 50% da produção de carne bovina do país. Os solos ocupados por pastagens, em geral, são marginais quando comparados àqueles usados para produção de grãos. Estes apresentam problemas de fertilidade natural, acidez, topografia, pedregosidade, alto teor de areia ou limitações de drenagem. Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial para a produção de biocombustíveis, fibras, resinas, açúcar, etc. Dessa forma, é de se esperar que as áreas de exploração para os bovinos de corte apresentem problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção (Macedo; Araújo, 2012).

Os sistemas de integração entre atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais são, na atualidade, as principais soluções tecnológicas para a agropecuária sustentável nos trópicos, uma vez que proporcionam muitos benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais (Cordeiro et al., 2015a), especialmente em solos arenosos (Vilela et al., 1999; Salton et al., 2013; Kluthcouski et al., 2015a; Salton et al., 2015a).

Os sistemas de integração com e sem componente florestal propiciam diversos benefícios, com destaque ao aumento da matéria orgânica do solo (MOS) e aumento do sequestro de carbono no solo e na biomassa vegetal. Em razão desses benefícios, os sistemas de integração foram incluídos entre as tecnologias que compõem os compromissos voluntários de redução de emissões de GEE assumidos pelo Brasil na COP-15. Tais compromissos

solos resultaram na criação do *Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura*, o que se convencionou chamar de *Plano ABC* (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Além do *Plano ABC*, existem incentivos econômicos e financiamento aos produtores por meio do *Programa ABC* (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), que é uma linha de crédito instituída no *Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011*. Na modalidade “ABC Integração”, essa linha de crédito financia investimentos destinados a projetos de implantação e melhoramento de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Floresta (ILF), Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), e de Sistemas Agroflorestais (SAFs) (Cordeiro et al., 2015a).

Estimativas recentes do último censo agropecuário apontam para o crescimento da área com adoção de todas as modalidades de sistemas de integração em mais de 15 milhões de hectares, sendo a ILP a modalidade mais adotada (Agrolink, 2019).

O presente documento teve por objetivo apresentar fundamentos e exemplos da ILP como estratégia de manejo sustentável de solos arenosos no Oeste Paulista, e especificamente, descrever o estudo de caso da adoção da ILP na Fazenda Campina, em Caiuá-SP.

## Manejo sustentável de solos arenosos

### Solos arenosos

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza em que ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas. Considera-se como textura a proporção de partículas com tamanhos diferentes (argila, silte e areia) que existe em um determinado solo. A textura de um solo é considerada como “arenosa” quan-

do o material compreende as classes texturais denominadas “areia” e “areia franca” (Santos et al., 2013).

A textura refere-se, portanto, à proporção das frações granulométricas de areia (2,0 mm a 0,05 mm), silte (0,05 mm a 0,002 mm) e argila (< 0,002 mm), na massa do solo, determinadas em laboratório. No campo, é avaliada pelo tato, pela sensação obtida ao esfregar um pouco de solo úmido entre os dedos (Correia et al., 2004). Segundo Correia et al. (2004), os solos de textura arenosa (areia e areia franca) são aqueles que têm a fração sólida mineral constituída quase exclusivamente de quartzo e de teor de argila menor ou igual a 15%. São solos com elevada suscetibilidade à erosão, com CTC baixa e dependente, quase que exclusivamente, à matéria orgânica do solo (MOS). Além disso, têm baixa adsorção de fósforo (P) e drenagem excessiva que favorece a lixiviação de nutrientes, especialmente nitratos. O tamanho dos poros é grande e possuem pequena retenção de água em altas e baixas tensões.

Os solos arenosos possuem textura leve, com composição granulométrica nas classes texturais areia, areia franca ou franco-arenosa, contendo entre 50% e 100% de areia, 0% e 20% de argila e 0% e 40% de silte. Portanto, são solos cujo material predominante no perfil é a fração do solo entre 0,05 mm e 2,00 mm. As principais classes de solos arenosos são: Argissolos, Latossolos, Planossolos, Neossolos (Quartzarênicos, Regolíticos e Litólicos) e Cambissolos. A principal classe de solo arenoso no Brasil é o Neossolo Quartzarênico, anteriormente denominado de Areia Quartzosa, que ocupa 11% da área do País e 15% da área do bioma Cerrado. Outra classe importante são os Latossolos com textura arenosa (Spera et al., 1999; Kluthcouski et al., 2015a). Somados, esses solos representam aproximadamente 25% do território e estima-se que 50 milhões de hectares estão sob pastagem degradada, distribuídos em todas as regiões brasileiras, principalmente nas áreas de fronteiras agrícolas tradicionais localizadas nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Nos estados de São Paulo e Paraná, esses solos são predominantemente ocupados com pastagens em processo de degradação, mas também são cultivados, principalmente, com mandioca, milho, amendoim, feijão, melancia e cana-de-açúcar.

Os solos de textura arenosa apresentam propriedades físicas favoráveis ao cultivo e ao preparo mecânico, porém com a desvantagem de propriedades químicas com baixa capacidade de retenção de nutrientes, ou seja, baixa Capacidade de Troca Catiônica (CTC). Outras propriedades de solos arenosos são: baixa capacidade de retenção de água; baixa coesão; consistência friável quando seco ou molhado; solos que aquecem muito quando expostos; biologicamente ativos; maior densidade aparente; menor porosidade total; maior macroporosidade; boa aeração; baixa superfície específica; e, solos com estrutura frágil (Kiehl, 1979).

Historicamente, os solos arenosos foram sempre tratados como ambientes de baixa produtividade e elevado risco para agricultura. Nesse sentido, Lopes (1984) considerava que os solos arenosos (com menos que 18% de argila) seriam a última prioridade para desenvolvimento da agricultura sem irrigação, em função da baixa capacidade de retenção de água, alto potencial de lixiviação de bases e alto risco de degradação a curto prazo. Segundo o autor, deveriam permanecer intocados e mantidos com a vegetação nativa.

Normalmente, são consideradas como limitações ligeiras (leves) ao uso da terra as texturas arenosas no horizonte A (principalmente quando aliadas à mudança textural abrupta) e a presença de cascalhos. Como limitações severas, estão os solos com textura arenosa em todo o perfil. Por suas características gerais, os solos arenosos podem ser classificados entre as classes II e IV do Grupo A (terras passíveis de serem utilizadas com cultivos anuais, cultivos perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre). Em alguns casos, poderão também se enquadrar nas classes V a VII do Grupo B (terras normalmente impróprias para cultivos intensivos, mas adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre), segundo a classificação de Lepsch et al. (1983).

No Brasil, os solos arenosos, independentemente do clima e da fertilidade natural, constituem ambientes muito frágeis (Spera et al., 1999). Nas duas últimas décadas, também os termos “solos frágeis” e “fragilidade do solo” vêm sendo cada vez mais empregados para referir-se aos solos com textura superficial arenosa, geralmente, mais suscetível à erosão hídrica e/ou eólica do que, os mais argilosos. Portanto, o termo “solo frágil” geralmente designa situações de alto risco de degradação do solo (Albuquerque et al., 2015).

Os solos arenosos podem ser de diferentes classes, podem estar localizados em diferentes biomas, em diferentes relevos e podem ser oriundos de diferentes materiais de origem. Portanto são solos com uma ampla variação de características. Entretanto, pelo fato de serem identificados pelas classes texturais com predominância de areia, ou seja, de partículas grosseiras, necessitam maiores cuidados para seu adequado manejo e uso sustentável. A ocupação desses solos tem sido em muitos casos, realizada por meio de sistemas de manejo preconizados para solos de textura média a muito argilosa de outras regiões do País, com sistemas de cultivo agrícola já estabelecidos (Kluthcouski et al., 2015a).

## **Solos arenosos no estado de São Paulo**

O Estado de São Paulo é dividido em 15 macrorregiões ou regiões administrativas. A porção Oeste compreende, principalmente, as macrorregiões de Presidente Prudente e Araçatuba (São Paulo, 2016a). Segundo mapas publicados por IBGE (2016), a área total do estado de São Paulo é ocupada por dois biomas: Mata Atlântica (68%) e Cerrado (32%). A região Oeste do estado caracteriza-se por predomínio de áreas típicas do bioma Mata Atlântica, mas também com uma parte das áreas nas proximidades do município de Presidente Prudente sob bioma Cerrado.

Conforme mapa pedológico do estado de São Paulo, a região do Oeste Paulista tem predomínio de Argissolos, seguido de Latossolos e uma área menor de Neossolos (Oliveira et al., 1999; São Paulo, 2016b), normalmente, com textura média<sup>1</sup> arenosa<sup>2</sup>.

Os Argissolos são solos minerais com nítida diferenciação entre as camadas ou horizontes, reconhecida em campo especialmente pelo aumento, por vezes, abrupto, nos teores de argila em profundidade. Podem ser arenosos, de textura média ou argilosos no horizonte mais superficial. Os Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo de textura arenosa/média são encontrados em todo o estado de São Paulo, desenvolvidos de materiais de origem diversa, exceto de rochas básicas e de rochas sedimentares finas. Suportando

---

<sup>1</sup> Compreende as classes texturais ou parte delas tendo menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes areia e areia franca.

<sup>2</sup> Compreende as classes texturais areia e areia franca.

originalmente vegetação de florestas e ocorrendo em condições de relevo desde relativamente suavizado a ondulado, por sua natureza pouco coesa em superfície e menor permeabilidade nos horizontes subsuperficiais, apresentam elevada susceptibilidade à erosão, o que exige práticas intensivas de controle de erosão quando usados para agricultura. A fertilidade é baixa, podendo ser pouco mais elevada, quando desenvolvidos de arenitos com contribuição carbonática (Oliveira et al., 1999; Santos et al., 2013; São Paulo, 2016b).

Os Latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, normalmente ácidos e de baixa fertilidade natural, constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A na profundidade 200 cm ou 300 cm se o horizonte A apresentar mais de 150 cm de espessura, podendo apresentar textura arenosa. Por sua vez, os Neossolos são solos pouco evoluídos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Entre os grandes grupos dos Neossolos, destaca-se os Neossolos Quartzarênicos, que são solos sem contato lítico até 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém, apresentando textura com areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície ou até o contato lítico (Santos et al., 2013).

## **Manejo de solos arenosos**

Entende-se por manejo do solo o conjunto de operações realizadas sobre o solo, visando à produção de plantas. Tais operações englobam desde a abertura de uma área e sua incorporação ao processo produtivo, o que deve ser feito de acordo com a legislação vigente, passando pelo preparo inicial, a correção de acidez superficial e subsuperficial, as adubações corretivas e de manutenção, a dinâmica de sistemas de preparo do solo e rotação de culturas, incluindo-se práticas culturais e conservacionistas até o uso do solo propriamente dito, seja com culturas anuais ou perenes, pastagem ou reflorestamento (Sá et al., 2009).

Os solos arenosos possuem baixa capacidade de retenção de água, altas taxas de percolação e de infiltração de água. São solos com maior facilidade



de preparo mecânico, porém, são muito sensíveis ao manejo intensivo devido à sua estrutura simples ou fraca e pouca consistência. Normalmente, são solos com baixa CTC e, conseqüentemente, menor retenção de elementos como o nitrogênio (N) e potássio (K). Portanto, são solos com baixa fertilidade natural, baixo pH, toxidez de alumínio (Al) no subsolo e baixos teores de matéria orgânica no solo (MOS), baixa capacidade de retenção de água e alta susceptibilidade à erosão. Apresentam baixo poder tampão em relação ao fósforo (P), devido à menor adsorção, o que, em princípio, implicaria na necessidade de menores quantidades de fertilizante fosfatado e de calcário para manter condições ideais ao desenvolvimento das culturas. Dessa forma, são solos, quando inadequadamente manejados, com baixa capacidade de uso ou com restrições em sua aptidão (Spera et al., 1999; Kluthcouski et al., 2015a; Santos et al., 2015).

Solos arenosos são, em geral, “soltos” e não oferecem resistência à penetração das raízes, porém, os muito arenosos com baixa porcentagem de argila, são frequentemente pobres em fertilidade e têm baixa capacidade de retenção de umidade. Em termos de manejo, os solos arenosos devem receber frequente suplementação de água e de fertilizantes para que tenham boa produção, e a adição de matéria orgânica melhora sua capacidade de retenção de umidade e dos nutrientes (Bertoni; Lombardi Neto, 1999).

Os principais sistemas de manejo ou preparo do solo são: preparo tradicional (com grade pesada ou “gradão”); preparo convencional (PC) com grade e arado de discos; preparo mínimo (com escarificador); subsolagem (com subsolador); e sistema sem preparo ou Sistema Plantio Direto (SPD) (Derpsch et al., 1991). Segundo esses autores, o preparo intensivo do solo expõe a sua superfície ao impacto direto de gotas das chuvas (ou à ação do vento), que promovem o rompimento de agregados, selamento superficial e diminuição da infiltração da água. Isso acarreta no escoamento superficial, quando há formação da enxurrada que transportam as partículas soltas de solo misturadas à água (e ao vento) para partes mais baixas do terreno. A esse processo impactante de perda do solo dá-se o nome de erosão, de origem hídrica ou eólica.

A conservação dos solos é baseada em um manejo apropriado e envolve mais do que somente prevenção de perdas de solo. A erosão dos solos é conseqüência de um inadequado manejo do solo; é, portanto, um sintoma e não

a causa primária da destruição dos solos (Tisdale et al., 1985). Conservação do solo e da água constitui mais do que prevenção da erosão e do escoamento superficial; significa também o uso do solo de forma a ser, indefinidamente, produtivo em nível máximo. A adoção de práticas conservacionistas de maneira integrada possibilita a eficácia e, para tanto, recomenda-se a implantação do SPD, rotação de culturas, cultivo de espécies produtoras de fitomassa e de cobertura do solo, terraceamento, plantio em nível, sistematização de estradas, construção de bacias de captação, obras hidráulicas para disciplinar a enxurrada, etc. Portanto, quando bem manejados, com práticas conservacionistas adequadas e sustentáveis, os solos arenosos podem se tornar produtivos e economicamente viáveis. A MOS e a palhada de cobertura são os principais componentes da sustentabilidade para esses solos. Dessa forma, pode-se aumentar as cargas da CTC, aumentar a reciclagem de nutrientes e aumentar a capacidade de retenção de água no solo.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), deve-se entender a conservação do solo como a preservação e o desenvolvimento, de modo a proporcionar o maior bem para o maior número de pessoas e pelo maior período de tempo. Isso inclui os recursos naturais de caráter renovável, quais sejam, o solo, as florestas, as pastagens, a fauna silvestre e, em certa extensão, a água. De acordo com esses autores, a conservação do solo não se reduz à simples aplicação de um número determinado de práticas conservacionistas; é todo um sistema de manejo do solo que assegura a obtenção de maiores lucros possíveis sem diminuir a produtividade da área.

As principais causas de degradação dos solos arenosos referem-se ao manejo ou ao preparo mecânico intensivo, eventualmente associado às queimadas, que originam pulverização das camadas superficiais e, em alguns casos, compactação subsuperficial. Apresentam, naturalmente, severas limitações físicas, químicas e hídricas para as plantas cultivadas. Erosão, compactação superficial e subsuperficial, encharcamento, dispersão da fração argila e, conseqüente, perda por carreamento ou eluviação são alguns dos problemas causados pelo excessivo manejo mecânico desses solos, podendo até desencadear um processo de desertificação que se inicia com a perda da matéria orgânica do solo (Kluthcouski et al., 2015a).

Muitas classes de solos arenosos, em especial, os Latossolos de textura média ou arenosa, assemelham-se aos Neossolos Quartzarênicos, sendo muito

suscetíveis à erosão, requerendo tratos conservacionistas e manejo cuidadoso. Em plantios de sequeiro, a baixa capacidade de armazenamento de águas dos latossolos arenosos e de textura média pode provocar grandes prejuízos no rendimento das culturas, haja vista a ocorrência de veranicos e o período seco pronunciado, característicos do Cerrado. Dessa forma, sistemas de produção que preconizem a cobertura do solo e que melhorem os teores de MOS e o conseqüente aumento da retenção de umidade do solo devem ser adotados. De igual forma, os Neossolos Quartzarênicos são considerados solos de baixa aptidão agrícola e práticas de manejo que mantenham ou aumentem os teores de MOS podem reduzir esse problema (Correia et al., 2004).

Segundo Troeh e Thompson (2007), os solos arenosos apresentam baixa capacidade de retenção de água e pouca estocagem de nutrientes devido à pequena superfície de área das partículas de solo. A superfície de área por grama é inversamente proporcional ao diâmetro da partícula. Além disso, as areias não apresentam capacidade para atrair íons nutricionais. Essas limitações podem ser superadas com fertilização e irrigação, mas os cultos são altos. Altos teores de MOS ajudam a compensar o pouco teor de argila, mas solos arenosos são normalmente pobres nesse componente.

A importância da MOS para solos arenosos é conhecida há muito tempo. Nesse sentido, Verdade (1956) já afirmava que, neste tipo de solo, os teores de MOS são baixos, sua decomposição é alta e sua influência na CTC é elevada. Dessa forma, o autor concluiu que a MOS é crítica para qualquer plano de fertilidade de um solo, principalmente, para os arenosos.

Em função de uso inadequado de implementos e manejo inapropriado de solos arenosos, como os Neossolos Quartzarênicos, os problemas de decomposição da MOS podem ocorrer em maior intensidade do que em outros tipos de solos, pois apresentam estrutura frágil. A monocultura de soja em solos arenosos com PC pode levar o agricultor à falência no terceiro ano de cultivo. Existem muitas áreas com solos arenosos na região do Cerrado, ocupando, na paisagem, posições com relevo plano e suave ondulado que podem ser utilizadas. Entretanto, observando-se princípios de manejo adequado para aumento dos teores de MOS, pode-se cultivar os solos arenosos com mínimo de degradação ambiental (Resck, 1991).

Resck et al. (2008) relatam que o manejo da MOS é essencial para a otimização da produtividade dos principais solos do Cerrado. Os solos arenosos, como os Neossolos Quartzarênicos, deficientes em estrutura, têm na MOS (cerca de  $1 \text{ dag.kg}^{-1}$ ) o principal fator de sustentação dessa frágil condição edáfica, o que requer cuidados especiais no seu uso e manejo. Os autores citam trabalho de Silva et al. (1994) no Oeste Baiano em que a taxa de decréscimo da MOS, devido ao preparo do solo em área de monocultura de soja, foi de 61% em solos arenosos, enquanto, em Latossolo argiloso, a redução foi de 29%.

De acordo com Stevenson (1982), os sistemas de produção com aumento da MOS proporcionam elevada retenção de água, pois o húmus pode reter até 20 vezes seu peso em água. Dessa forma, auxilia na prevenção de secamento e de rachadura do solo, podendo aumentar a retenção de umidade em solos arenosos e atender de forma mais adequada à demanda hídrica de plantas cultivadas.

Em SPD ocorre maior disponibilidade de água (pela conjugação entre aumento dos teores de MOS e dos poros médios com menor perda de água por evaporação do solo), maior agregação e estabilidade de agregados, maior infiltração de água, maiores teores de carbono e, principalmente, menor erosão (Derpsch et al., 1991; Bayer; Mielniczuk, 2008).

Algumas recomendações feitas por Spera et al. (1999) devem ser observadas para o uso sustentável de solos arenosos: (i) respeito a classe de aptidão agrícola e o nível tecnológico; (ii) reposição constante de MOS e nutrientes para evitar a degradação desses solos; (iii) orientar e apoiar produtores rurais sobre o uso sustentável desses solos; (iv) não promover queimadas de restos culturais; (v) não desmatar nascentes e margens de cursos d'água; e (v) priorizar os sistemas agrossilvipastoris ou de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no planejamento do uso de solos arenosos, pois, tem sido a melhor maneira de utilizá-los de maneira sustentável.

O manejo inadequado de solos arenosos, notadamente sob PC, tem provocado alterações em sua estrutura, diminuindo a porosidade original observada nas áreas nativas e conseqüentemente promovendo sua degradação, a qual está relacionada com alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas desses solos, causadas pelo preparo excessivo, assim como pela

ausência de uma cobertura morta efetiva. O SPD e os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) são considerados opções viáveis para formação de uma cobertura morta, decorrente da rotação de culturas. Esses sistemas podem servir como alternativa ao monocultivo com preparo convencional contínuo (Marchão et al., 2008).

Assim, como as taxas de perda de MOS são maiores em solos mais arenosos, sistemas conservacionistas (como o SPD e ILP) promovem maior acúmulo líquido de carbono nesses solos do que nos solos mais argilosos, ou seja, o benefício do SPD é mais evidente e mais impactante nos solos de textura leve (Santos et al., 2015).

Historicamente, os solos arenosos foram considerados solos marginais e de baixa aptidão agrícola, por isso não existem suficientes informações de pesquisa para seu manejo adequado. Com a possibilidade da adoção de novas tecnologias de manejo preconizadas por sistemas de produção sustentáveis, os solos arenosos passaram a despertar maior interesse econômico por parte dos produtores rurais e, conseqüentemente, pela pesquisa, que hoje buscam maiores informações tecnológicas para o uso sustentável no sentido de melhor aproveitar o potencial produtivo dessas áreas (Kluthcouski et al., 2015a).

### **Manejo da fertilidade dos solos arenosos**

Segundo Primavesi (1979), do solo necessita-se que: permita um bom desenvolvimento das raízes das plantas; tenha quantidade e qualidade suficiente de nutrientes para a nutrição das plantas; conserve a maior quantidade de água disponível para as plantas; seja suficientemente arejado; e, não contenha substâncias tóxicas que sejam prejudiciais às raízes.

Solos férteis permitiram o desenvolvimento de civilizações e a criação de riquezas em inúmeras regiões do mundo e, ainda hoje, isso acontece, enquanto ainda há este tipo de solo, em situações virgens a serem conquistadas. Contudo, o advento da agricultura moderna científica ampliou as fronteiras e derrubou os limites que a baixa fertilidade natural do solo impunha ao desenvolvimento da agricultura em vastas regiões. Assim, muitas terras, como, por exemplo, com solos arenosos, outrora consideradas impróprias para cultivos, podem ser hoje ocupadas com atividades agrícolas (Raj, 1991).

Em solos de textura leve ou arenosa, diversos fatores extrínsecos às suas propriedades, como manejo, intensificação de cultivos com diferentes sistemas radiculares, doses de corretivos e fertilizantes, exercem grande influência na dinâmica de nutrientes. Sendo assim, o planejamento da produção nesses solos frágeis deve priorizar sistemas conservacionistas, com rotação de culturas, estratégias de fertilização que proporcionem maior exploração do perfil de solo pelas raízes das plantas, com menor movimentação mecânica do solo, aporte de resíduos que favoreçam o acúmulo de MOS, entre outros. Em solos de textura leve, o manejo correto, mais que suas fragilidades ou limitações, será determinante para o sucesso e custo da exploração agrícola (Santos et al., 2015).

Os solos arenosos apresentam CTC efetiva baixa ou muito baixa, sendo dependente quase que exclusivamente da contribuição da MOS. São solos pobres em nutrientes para as plantas e, em geral, são álicos, ou seja, saturados com Al tóxico para as plantas. O pH desses solos indica acidez de média a elevada. Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) são baixos ou muito baixos. Consequentemente, a saturação por bases é baixa ou muito baixa. Também os teores de fósforo são muito baixos (Spera et al., 1999).

Conforme Sousa e Lobato (2004a), a quantidade de calcário a ser utilizada em determinada área depende do tipo de solo e dos sistemas de produção a ser desenvolvido. Na região do Cerrado, para solos arenosos, como os Neossolos Quartzarênicos (cujo teor de argila é menor que 15%), a quantidade de calcário a ser utilizada, ou seja, a necessidade de calcário (NC), é dada pelo maior valor encontrado em uma das seguintes fórmulas:  $NC (t ha^{-1}) = (2 \times Al) \times f$ , e,  $NC (t ha^{-1}) = 2 - (Ca + Mg) \times f$ ; em que  $f$  é um fator de correção para a qualidade do calcário. Deve-se ressaltar que esses solos arenosos têm, em geral, uso agrícola limitado, devido ao fato de apresentar baixa CTC, baixa capacidade de retenção de água e grande suscetibilidade à erosão.

A NC não está somente relacionada com o pH do solo, mas também com a sua capacidade tampão e a sua CTC. Solos mais tamponados (mais argilosos) necessitam de mais calcário para aumentar o pH do que solos menos tamponados (mais arenosos). A capacidade tampão relaciona-se diretamente com os teores de argila e da MOS, assim como com o tipo de argila (Alvarez V.; Ribeiro, 1999).

A interpretação da análise química do solo quanto aos teores de P varia com os teores de argila, sendo os níveis críticos de P (níveis mínimos adequados) no sistema de sequeiro: 4 mg.dm<sup>-3</sup>, 8 mg.dm<sup>-3</sup>, 15 mg.dm<sup>-3</sup> e 18 mg.dm<sup>-3</sup> para solos de textura muito argilosa, argilosa, média e arenosa, respectivamente, suficientes para obtenção de 80% do rendimento potencial na ausência de aplicação de P naquele ano agrícola (Sousa; Lobato, 2004b).

O manejo da fertilidade de solos arenosos não deve seguir as mesmas recomendações para solos argilosos. Adicionalmente, o conhecimento da composição granulométrica, incluindo o fracionamento da areia é fundamental, pois há grande variação com predominância de areia fina em algumas regiões. A aplicação de calcário em solos arenosos, tanto para correção de acidez e reposição de Ca e Mg, deve ser feita a lanço em área total seguindo as recomendações de calagem vigentes. Porém, a diferença é que essa operação deve ser mais frequente e com doses menores. Para se construir fertilidade de solos, deve-se ter em mente que são solos com mais possibilidades de perdas por lixiviação de alguns nutrientes, como N, K e enxofre (S), baixa capacidade de retenção de elementos e restrição hídrica mais frequente. Por outro lado, o manejo do P em solos arenosos é menos crítico, pois, a fixação é menor em comparação a solos argilosos. A alternativa para a correção da acidez desses solos em profundidade é a aplicação de gesso agrícola, que diminui, em menor tempo, a saturação de alumínio nas camadas mais profundas do solo. Desse modo, criam-se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundar no solo e, conseqüentemente, minimizar o efeito de veranicos. Porém, o gesso agrícola não neutraliza a acidez do solo.

Para o manejo do N, as doses devem ser mais altas em solos arenosos (faixa mais alta das tabelas) e realizar o parcelamento para evitar perdas. Para o manejo do K, deve-se parcelar as aplicações e evitar altas doses somente no sulco para impedir danos a sementes por efeito salino. Além disso, a aplicação a lanço em área total pode ser uma boa opção. Além desses elementos, o S e o boro (B) apresentam altas perdas por lixiviação em solos arenosos, e a alternativa de manejo seria aplicações mais frequentes (Kluthcouski et al., 2015a).

A aplicação parcelada de adubos potássicos é uma opção para aumentar a eficiência de uso desse nutriente em solos arenosos. Além disso, em solos com baixa CTC, em que as perdas de K por lixiviação podem ser acentua-

das, o emprego de adubos potássicos deve ser preferencialmente à lanço. Para doses acima de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  a serem aplicadas em solos que apresentam CTC a pH 7,0 menor que  $4,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ , o parcelamento deve ser o modo preferencial (Vilela et al., 2004). Esses autores citam trabalho em que a produtividade de soja foi 14% superior quando houve parcelamento de adubação potássica, quando comparada à produtividade com aplicação de K somente no sulco.

Para solos arenosos, com baixa CTC e pequena capacidade de adsorver sulfatos, a movimentação de bases seria, potencialmente, maior que aquela para solos argilosos. Portanto, em solos arenosos com elevado potencial de movimentação de bases, o cuidado com a quantidade de gesso agrícola aplicada no solo deve ser maior, a fim de evitar o risco de uma movimentação além das camadas exploradas pelo sistema radicular da planta cultivada (Alvarez V. et al., 1999).

Em trabalho realizado por Rheinheimer et al. (1998), a camada de 0 cm–5 cm de um solo arenoso sob SPD apresentou mais teores de carbono em ácidos fúlvicos e húmicos, mais quantidades de cargas negativas, acidez potencial e disponibilidade de P, K e N, comparativamente ao preparo convencional do solo.

O cultivo agrícola de solos arenosos promove gradual melhoria da fertilidade do solo. Na região Oeste da Bahia, a composição química da superfície dos solos sob cultivo foi influenciada pela aplicação de corretivos e fertilizantes, indicada pelos altos teores de Ca, Mg e P disponíveis, em comparação com os solos sob Cerrado nativo (Fontana; Oliveira, 2015).

Com a adoção da ILP, é possível a elevação do teor de nutrientes do solo. Alguns nutrientes aplicados às culturas anuais não são totalmente utilizados. Os resíduos de P, K, Ca e outros se acumulam no solo, ao longo dos cultivos agrícolas, e ficam disponíveis para a pastagem (Macedo, 2009; Macedo; Zimmer, 2007). A fertilidade residual da lavoura pode ser suficiente para manter elevada produtividade das pastagens na ILP por alguns anos, necessitando apenas de aplicação de adubação nitrogenada ou o consórcio com leguminosas forrageiras (Machado et al., 2011).



## **Integração Lavoura-Pecuária (ILP) como estratégia de manejo sustentável de solos arenosos**

Conforme definem Hirakuri et al. (2012), o sistema de produção é composto de sistemas de cultivo vegetal ou de criação animal no âmbito de uma propriedade rural, definidos com base nos fatores de produção (terra, capital e mão de obra) e interligados por um processo de gestão. De acordo com esses autores, os sistemas em integração são aqueles em que ocorrem sistemas de cultivo/criação de diferentes finalidades (agricultura ou lavoura, pecuária e floresta) que são integrados entre si, em uma mesma gleba da propriedade rural, com intuito de maximizar o uso da área e dos meios de produção e ainda diversificar a renda.

Segundo Balbino et al. (2011a), os sistemas de produção em integração podem ser classificados em quatro modalidades: (i) Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou sistema agropastoril – sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; (ii) Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou sistema silvipastoril – sistema de produção que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio; (iii) Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou sistema silviagrícola – sistema de produção que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes); e (iv) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou sistema agrossilvipastoril – sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

Ao mesmo tempo, os sistemas de integração também podem ser classificados em duas categorias: os sistemas de integração sem componente florestal (ou seja, a ILP); e os sistemas de integração com componente florestal (ou seja, a IPF, a ILF e a ILPF). Independentemente da forma como são classificados ou denominados, os sistemas de integração são sistemas mistos de produção agropecuária e seguem os mesmos princípios, em especial, a diversificação de atividades (Kluthcouski et al., 2015b). Já Carvalho et al. (2014) sugerem o termo “Integração Lavoura-Pecuária” ou “Sistema Integrado de Produção Agropecuária” para identificar todos os sistemas de integração.

A sustentabilidade do setor agropecuário deverá estar diretamente relacionada com a evolução do sistema de produção, tal qual o SPD e a ILP. O SPD, devido as suas prerrogativas básicas, é mais importante para as regiões tropicais, graças aos seus efeitos na conservação do solo, entre outros. A ILP proporciona benefícios recíprocos à lavoura e à pecuária, reduzindo as causas de degradação física, química e biológica do solo, resultantes de cada uma das explorações (Kluthcouski; Stone, 2003).

No Brasil, antes da introdução das pastagens cultivadas na região dos Cerrados, a lotação animal era de 0,3–0,4 animal por hectare e os bovinos só atingiam a idade de abate após os 48 a 50 meses. No começo da década de 1970, teve início a introdução de espécies do gênero *Brachiaria* (syn. *Urochloa*), notadamente a espécie *B. decumbens*. Essa espécie adaptou-se muito bem ao bioma Cerrado, de solos ácidos e de baixa fertilidade natural. A lotação inicial média proporcionada passou a ser de 0,9 animal por hectare a 1,0 animal por hectare e o ganho de peso animal também aumentou, em média, de 2 a 3 vezes. Essa maior produtividade resultou em um grande impulso na exploração da pecuária de corte no Brasil e ampliou consideravelmente a fronteira agrícola (Macedo; Araújo, 2012).

O sistema de ILP é um aperfeiçoamento do SPD, diferenciando-se pela inclusão da pecuária de corte ou leiteira integrada à produção de grãos. Esse sistema tem sido bastante adequado para o bioma Cerrado em que as forrageiras do gênero *Brachiaria* têm possibilitado produção animal a pasto na entressafra do inverno seco e cobertura morta para o cultivo de grãos no verão úmido (Machado et al., 2001).

A ILP é descrita como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que haja benefícios para ambas (Vilela et al. 2001; Kluthcouski; Yokoyama, 2003; Alvarenga; Noce, 2005). A ILP possibilita que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo entre lavoura e pastagem.

Os sistemas de produção em integração propiciam diversos benefícios como aumentos de produtividade dos componentes; melhoria dos atributos físicos,

químicos e biológicos do solo em virtude do aumento da MOS; aumento do estoque de carbono; redução da pressão de desmatamento de novas áreas pelo efeito “poupa-terra”; estabilidade econômica e aumento da renda com a diversificação das atividades; redução de custos em médio e em longo prazos; redução da vulnerabilidade aos riscos climáticos; e melhoria na qualidade de vida do produtor e sua família. Por todos esses aspectos e pelo fato que, com a adoção dos sistemas em integração, é possível ampliar o aproveitamento dos fatores de produção e a oferta ambiental das áreas agrícolas entre 90% e 100% do tempo, pode-se concluir que tais sistemas se caracterizam como estratégias eficientes de intensificação sustentável do uso dos solos nas regiões tropicais (Cordeiro et al., 2015a).

Bayer e Mielniczuk (2008) afirmam que a manutenção ou recuperação dos teores de MOS e da qualidade do solo podem ser alcançadas pela utilização de pastagens ou, no caso de sistemas agrícolas intensivos, pela utilização de métodos de preparo sem revolvimento ou com mínima mobilização do solo e por sistemas de culturas com alta adição de resíduos vegetais, resultando, respectivamente, em menores taxas de perda e maiores taxas de adição de MOS ao sistema solo.

A degradação de pastagens tornou-se um dos principais sinais da baixa sustentabilidade da pecuária nas diferentes regiões brasileiras. O manejo inadequado do rebanho normalmente é considerado como a principal causa de sua degradação. Macedo e Zimmer (1993) definem a degradação de pastagens como um processo evolutivo de perda do seu vigor, da produtividade e da capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais.

Aidar e Kluthcouski (2003) alertam que, entre os principais problemas da pecuária brasileira, está a degradação das pastagens e dos solos; o manejo animal inadequado; a baixa reposição de nutrientes no solo; os impedimentos físicos dos solos; e os baixos investimentos tecnológicos. Tais restrições trazem consequências negativas para a sustentabilidade da pecuária, tais como: baixa oferta de forragens, baixos índices zootécnicos e baixa produtividade de carne e leite, além de reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema.

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. Quando se considera apenas a engorda de bovinos, uma pastagem degradada pode ter a produção até seis vezes menor que uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção (Macedo et al., 2000).

A degradação das pastagens é o fator mais importante, na atualidade, que compromete a sustentabilidade da produção animal. Os sistemas agrícolas tradicionais de lavouras anuais, por sua vez, com excessivo preparo do solo, cultivos contínuos sem rotação de culturas, têm prejudicado a qualidade física e química do solo, assim como aprofundado os problemas de pragas, doenças e invasoras. Esses problemas têm sido mitigados pela utilização de tecnologias importantes como o SPD, que contempla não só o preparo mínimo do solo, mas também a prática de rotação de culturas, e os sistemas de ILP e ILPF. A ILP e a ILPF são alternativas que se enquadram tanto na recuperação indireta como na renovação indireta de pastagens. No entanto, é preciso ter-se em mente que sua implantação deve respeitar os limites dos estádios de degradação das pastagens, sendo mais eficiente e de sucesso quando instaladas nas fases de perda de vigor e ou manutenção, e no início da degradação das pastagens (Macedo; Araújo, 2012).

Macedo (2009) afirma que o monocultivo e as práticas culturais inadequadas têm causado perda de produtividade, ocorrência de pragas e doenças, degradação do solo e dos recursos naturais. A reversão desse quadro pode ser conseguida por meio de tecnologias como o SPD e os sistemas de ILP. A utilização do SPD em sua plenitude, nas diversas condições climáticas e edáficas, no entanto, é altamente dependente de culturas adequadas para a produção e manutenção de palha sobre o solo, para que o sistema seja eficiente e vantajoso. Os sistemas de ILP são alternativas para a agricultura anual, melhorando a produção de palha para o SPD, as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo; e para a recuperação de pastagens degradadas, assim como, a utilização de equipamentos, a renda e o emprego no campo.

Dias Filho (2005) define “pastagem degradada” como uma área com acentuada diminuição na produtividade agrícola ideal (diminuição da capacidade de suporte animal ideal), podendo ou não ter perdido a capacidade de manter a produtividade biológica (acumular biomassa) de forma significativa. O autor

comenta ainda que um dos principais objetivos da ILP, além de restabelecer a produtividade ideal da pastagem, é viabilizar economicamente o processo de renovação da pastagem degradada, amortizando parte dos custos de recuperação, por meio da comercialização da produção da cultura anual.

A recuperação de pastagens cultivadas, nos moldes da ILP, apresenta uma vantagem comparativa em relação ao método tradicional sem agricultura, devido à receita gerada pelo grão, que cobre parte dos custos da formação da pastagem. Há evidências de que a implementação e a manutenção da pastagem cultivada com ILP, em associação com arroz ou milho, é uma atividade economicamente viável (Yokoyama et al., 1999).

Macedo (1994) já alertava para o fato de que os níveis de produtividades obtidos na região do Cerrado poderiam ser triplicados, e dessa forma, evitaria que novas áreas com vegetação nativa fossem incorporadas ao processo produtivo e, também, possibilitaria o aumento da margem de lucro dos agricultores e pecuaristas da região. Segundo o autor, muitas tecnologias seriam utilizadas como medidas para tornar as atividades agrícolas em solos suscetíveis à erosão, como os solos arenosos, mais sustentáveis, com destaque para: o controle integrado de pragas e doenças, o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio em substituição à adubação nitrogenada, a ILP, a silvicultura e o aproveitamento de espécies nativas do Cerrado.

Em condições tropicais e subtropicais, as perdas de carbono em solos arenosos pelo excessivo manejo mecânico ou preparo convencional pode ser de 30% a mais de 70% do teor original. Por sua vez, com a adoção de sistemas de produção sustentáveis, como o SPD e os sistemas de integração, é possível aumentar os teores de carbono do solo, melhorar a cobertura do solo, com melhoria da qualidade do solo e sua produtividade, lembrando que o pousio não contribui para a sua melhoria nem tampouco para o uso sustentável dos solos arenosos. Deve-se ao contrário, promover a sua ocupação permanente com plantas comerciais intercaladamente com plantas de produção de biomassa ou formação de palhada num sistema de rotação de culturas que viabilize aumento da atividade biológica e incremento nos teores de carbono e MOS (Kluthcouski et al., 2015a).

As pastagens bem manejadas, em contraste com os cultivos anuais em plantio convencional e até aqueles em SPD, têm a capacidade de frequentemente

aumentar o teor de MOS para acima dos níveis originais observados com vegetação nativa. Durante 13 anos de cultivo de soja, o teor de MOS reduziu-se 24,4% em relação ao valor original (que era de 3,6%). Por sua vez, a inclusão de *Brachiaria humidicola*, manejada sob cortes, aumentou continuamente o teor MOS durante os 9 anos de avaliação passando a valores acima de 4,0%. Durante o período em que a área foi cultivada com *B. humidicola*, a taxa de aumento no teor de MOS foi estimada em 1,67 Mg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Com o retorno da lavoura de grãos (rotação soja-milho) no sistema, o teor de MOS passou a decrescer, tendo-se mantido, contudo, uma diferença de aproximadamente 30% a mais em relação ao sistema de rotação contínua com cultivos anuais até o último ano (Sousa et al., 1997).

Um importante impacto técnico da ILP é o aproveitamento do efeito residual da adubação realizada sobre as culturas de grãos pelas pastagens. A rotação de culturas com inclusão de espécies com alta eficiência em extrair P, como as braquiárias, resulta em aumento na recuperação de P adicionado ao solo de até 69% a mais do que no sistema composto apenas de culturas anuais (Sousa et al., 2007).

Sistemas que aumentam o aporte de biomassa vegetal e o teor de MOS têm grande impacto sobre a biologia do solo com reflexos positivos sobre a diversidade biológica. A melhoria das propriedades físicas do solo proporcionada pela ação das raízes das forrageiras nos sistemas de integração, como a ILP, melhora também a estrutura do solo e provoca efeito positivo sobre a qualidade biológica do solo (Macedo, 2009).

Mesmo com avanços das previsões climáticas, ainda é difícil prever como será a distribuição das chuvas e a ocorrência de veranicos durante o próximo período chuvoso, especialmente nestes últimos anos em que o padrão se alterou bastante. Resta ao produtor rural planejar os plantios na época mais propícia para que o florescimento e o enchimento de grãos das culturas anuais não coincidam com a época provável de veranico. Também, torna-se estratégico adotar práticas adequadas de manejo de solo e de água e das culturas, na tentativa de melhor convivência com estes fenômenos climáticos de tal modo que haja menor interferência destes sobre o desempenho da agropecuária. Diante dessa realidade, a busca por alternativas de convivência com as peculiaridades do clima e com a eficiência produtiva da propriedade é um desafio para todo agropecuarista. Nesse contexto, a ILP surge

como estratégia sustentável de produção, pois, possibilita a exploração do solo durante o ano todo, alternando, na mesma área, lavoura e pastagem. Como resultado haverá a produção de grãos, de forragens conservadas e de pastagens de boa qualidade (Alvarenga et al., 2018).

O primeiro sistema de ILP estudado e validado pela Embrapa foi o Sistema Barreirão que é composto por um conjunto de tecnologias e práticas de recuperação de áreas de pastagens em degradação, embasadas no preparo do solo com grade e arado de aiveca, correção e adubação, plantio do arroz consorciado com forrageiras (Kluthcouski et al., 1991).

Atualmente, uma das principais formas de adotar a ILP é por meio do Sistema Santa Fé, que se fundamenta na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente milho, sorgo, milheto e arroz, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria*, em áreas de lavoura com solo parcial ou totalmente corrigido. Os principais objetivos desse sistema são: produção de forragem para a entressafra; produção de palhada em quantidade e qualidade para o SPD; e produção de grãos (Kluthcouski et al., 2000; Kluthcouski; Aidar, 2003).

No bioma Cerrado, vários sistemas de ILP são caracterizados de acordo com o perfil e os objetivos da fazenda. As diferenças nos sistemas podem ser atribuídas às peculiaridades regionais e da propriedade, como condições de clima e de solo, infraestrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível. Contudo, três modalidades de integração se destacam: (i) fazendas de pecuária, em que culturas de grãos, geralmente arroz, soja, milho e/ou sorgo, são introduzidas ou consorciadas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade dos pastos; (ii) fazendas especializadas em lavouras de grãos, que utilizam gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura de solo em SPD e para uso da forragem na alimentação de bovinos na entressafra seca (Sistema Boi Safrinha); e (iii) fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação de pasto e de lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades. Esses sistemas podem ser praticados por parcerias entre agricultores e pecuaristas (Vilela et al., 2011).

Os benefícios econômicos da ILP se concentram na possibilidade de diversificação de atividades com custos de produção menores, que refletem a ampliação do potencial de produção do sistema (por exemplo, em razão de

aumentos na MOS e da maior capacidade de armazenamento de água e de nutrientes) para um dado nível de uso de insumos, a maior eficiência no uso de fertilizantes e a menor demanda por defensivos agrícolas, em razão da quebra no ciclo de insetos-praga, de doenças e de plantas daninhas (Vilela et al., 2012).

Segundo Marchão et al. (2009), a adoção de sistemas de ILP na modalidade Boi Safrinha em solos arenosos do Oeste da Bahia, em que os animais permanecem nas áreas de lavoura apenas durante a entressafra, não causa compactação muito drástica no solo. Ademais, os autores sugerem que, para solos arenosos, os valores críticos de resistência do solo à penetração podem ser mais baixos que os críticos para solos argilosos, em que efetivamente há uma estrutura agregada.

Vilela et al. (2015; 2017) definem o Sistema Boi Safrinha de ILP como aquele em que propriedades rurais especializadas em lavouras de grãos adotam as gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura de solo para o SPD e, na entressafra, utilizam essa forragem na alimentação de bovinos. Em analogia à segunda safra de milho, esse sistema tem sido denominado de “boi safrinha”, tendo como variantes os termos “safrinha de boi” ou “pasto safrinha”. Portanto, os termos “boi safrinha” ou “pasto safrinha” referem-se ao uso da forragem produzida em consórcio no verão, com a finalidade de cobertura de solo para o SPD e também para a alimentação de bovinos na estação da seca (inverno). É uma pastagem de curta duração num período em que, normalmente, ocorre déficit de forragem.

A pastagem pode ser utilizada para cria, recria ou terminação de bovinos, bem como para produção de feno. A intensificação do uso dos fatores de produção merece destaque, pois é possível manter a área produzindo o ano todo, por exemplo: soja na primeira safra de verão, milho consorciado com uma gramínea forrageira e, depois da colheita, alimentação animal na estação da seca. Com essa diversificação de atividades, há uma redução de risco de produção e financeiro (diluição dos custos), além da possibilidade de manutenção de mão de obra definitiva nas propriedades.

As espécies forrageiras tropicais e subtropicais desempenham papel fundamental em sistemas de ILP em solos arenosos, uma vez que, pelo alto potencial de produção de biomassa da parte aérea e de raízes, promovem signifi-



cativo incremento dos teores de carbono e de MOS, conseqüentemente, com melhoria da qualidade química, física e biológica desses solos. Além disso, a palhada oriunda de pastagens tem alta qualidade para o SPD de lavouras em rotação ou sucessão a pastagens, pois, tem ampla relação carbono/nitrogênio (C/N) com decomposição mais lenta e maior tempo de proteção do solo. A utilização de forrageiras em sistemas de produção de solos arenosos também aumenta a infiltração e a retenção de água no perfil do solo, bem como, reduz-se as temperaturas nas camadas superficiais, favorecendo a germinação de sementes, emergência de plântulas e desenvolvimento inicial de culturas. Outro ponto importante que é observado por efeito da presença de espécies forrageiras em sistemas de ILP, é o aumento da reciclagem de nutrientes, em especial o potássio lixiviado em camadas mais profundas, que nesse processo, é realocado e disponibilizado para camadas superficiais (Kluthcouski et al., 2015a).

Salton et al. (2015b), em observações de experimentos de longa duração, afirmam que a utilização do sistema de ILP com a rotação entre os sistemas de lavoura e pecuária a cada 2 anos resultou em aumento da MOS ou, em outras palavras, que o solo atingiu qualidade e houve aumento da capacidade produtiva. Além disso, esses autores relatam que a ILP favorece a manutenção da diversidade da fauna invertebrada, a formação de agregados estáveis e a fertilidade do solo. A melhor estruturação do solo encontrada no sistema de ILP, nas camadas mais superficiais do solo, configura um ambiente edáfico biologicamente mais ativo.

O potencial de adoção de sistemas de integração em diferentes ecossistemas brasileiros está condicionado a diversos fatores, de acordo com Vilela et al. (2001), que incluem: disponibilidade de solos favoráveis; infraestrutura para produção e armazenamento da produção; recursos financeiros próprios ou acesso a crédito; domínio da tecnologia para produção de grãos e pecuária; acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção; acesso a assistência técnica; e possibilidade de arrendamento da terra ou de parceria com produtores tradicionais de grãos.

Um sistema de ILP desenvolvido, particularmente, para solos arenosos é o Sistema São Mateus, desenvolvido na região do Bolsão Sul-Mato-Grossense com solos que apresentam apenas 9% de argila, fruto de um trabalho con-

junto da Embrapa e da Fazenda São Mateus, em Selvíria, MS. Nesta região, desenvolveu-se este modelo tendo como base a utilização da ILP com a antecipação da correção química e física do solo e do cultivo de soja em SPD para amortizar os custos da recuperação de pastagens degradadas. Tal sistema de produção proporciona a diversificação das atividades, diluindo os riscos de frustrações e ampliando a rentabilidade e a margem de lucro da propriedade rural (Salton et al., 2013). Este sistema também contribui para a redução das perdas por evaporação, com a manutenção da cobertura permanente do solo com palha e o maior aprofundamento do sistema radicular das plantas cultivadas, pela eliminação de alumínio tóxico no perfil e melhoria da estrutura física do solo. Dessa forma, serão mantidos mais volumes de água armazenados no interior do solo e melhores condições das plantas para absorção dessa água armazenada em camadas mais profundas do solo.

O procedimento indicado por Salton et al. (2013), para adotar o Sistema São Mateus de ILP, inicia-se com a realização de um diagnóstico técnico da região e da propriedade rural, no qual, são identificadas as limitações e aptidão de cada unidade de produção. Em seguida, estabelece-se as providências necessárias relacionadas à adequação do terreno, aplicação e incorporação de corretivos e adubos, implantação das pastagens e lavouras. Posteriormente, no período do inverno e primavera, realiza-se a limpeza e a adequação da área, terraceamento, correção das deficiências químicas do solo com a aplicação de calcário, gesso e adubos, visando a construção de camada corrigida com 20 cm a 30 cm. No início do período chuvoso, implanta-se a pastagem temporária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cv. Piatã ou cv. Xaraés, por exemplo, com 4 kg ha<sup>-1</sup> a 6 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis), com o objetivo de adequação física do solo pelo desenvolvimento das raízes da forrageira bem como a formação da cobertura de palha para o SPD da soja e proporciona-se o tempo necessário para a solubilização dos adubos e corretivos, com a reação química no solo e neutralização da acidez. Em seguida, utiliza-se a pastagem formada por 6 a 9 meses, com início de pastejo aos 60 a 70 dias após a emergência até o mês de setembro, considerando cuidadosamente a capacidade de suporte da forrageira. Nesse período pode-se obter elevada produção de carne, entre 10 @ ha<sup>-1</sup> a 13 @ ha<sup>-1</sup> de equivalente carcaça, na recria e na engorda de animais.

A produtividade de carne obtida nesse período poderá amortizar parcial ou totalmente os custos da adequação química e física do solo e adequada produção de palhada para o SPD da soja. Logo após o início das chuvas (outubro) proceder a dessecação da pastagem com herbicida e, cerca de 20 dias após, efetuar a semeadura em SPD da soja sobre a palhada da pastagem dessecada ( $4 \text{ t ha}^{-1}$  a  $6 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca). Para o sucesso nesta operação, o produtor deve contar com acompanhamento técnico e dedicar atenção especial aos procedimentos de dessecação, escolha de cultivares de soja, semeadura, adubação e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio (rizóbios). Após a colheita da soja, deve-se semear imediatamente a pastagem que será utilizada na produção pecuária nos próximos 2 anos (*B. brizantha* cv. Marandu, *B. brizantha* cv. Xaraés, *B. brizantha* cv. Piatã, por exemplo, com  $4 \text{ kg ha}^{-1}$  a  $6 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes puras viáveis), retornando à soja no terceiro ano. Deve também ser estabelecido um planejamento com a definição do período de tempo dos ciclos de lavoura (soja) e com pecuária em cada talhão da propriedade natural neste sistema de integração.

Segundo Zimmer et al. (2015), a principal vantagem de se utilizar o Sistema São Mateus para a pecuária de corte em ILP em solos arenosos é a utilização da pastagem de boa qualidade por 6 a 9 meses antes do plantio das lavouras de grãos podendo produzir  $8 @ \text{ ha}^{-1}$  a  $12 @ \text{ ha}^{-1}$  de equivalente carcaça de carne, aumentando a rentabilidade da pecuária, como também proporcionar a adequação química e física do solo. Além disso, a produção de palhada para o SPD reduz os riscos climáticos, aumentando a produtividade da soja em 3 sacas a 12 sacas por hectare em relação ao sistema tradicional, podendo obter lucro já no primeiro ano de cultivo.

Segundo resultados do trabalho realizado por Verdi (2018), a análise de viabilidade econômica de sistemas produtivos para pecuária de corte em solos arenosos baseados em pastagens aponta a melhor viabilidade econômica com base nas premissas adotadas do Sistema São Mateus de ILP, em que se faz o consórcio de pastos e cultivo de soja. Além disso, observou-se que é possível dobrar a produção de carne utilizando uma menor área produtiva em sistemas integrados, via aumento de produtividade. Portanto, neste trabalho, pode-se concluir que, em solos arenosos em regiões com clima

instável com presença de veranicos, o Sistema São Mateus mostrou-se uma boa alternativa.

Outro sistema de ILP desenvolvido com foco regional, como, por exemplo, o Sistema Santa Brígida, que é um consórcio triplo entre milho, braquiárias e uma espécie leguminosa – nos casos de ILP, especialmente o guandu-anão –, com os objetivos principais de produzir forragem mais rica em proteína, aumentar a fixação biológica do nitrogênio (FBN) e, com isso, reduzir a necessidade de fertilizante nitrogenado mineral no cultivo em sucessão (Oliveira et al., 2010).

Uma pesquisa realizada recentemente mostra que a área com algum tipo de adoção de sistema integração (ILP, IPF, ILF ou ILPF) no Brasil abrange 11,5 milhões de hectares. Os estados que se destacam em área de adoção são Mato Grosso do Sul, com 2 milhões de hectares; Mato Grosso, com 1,5 milhão de hectares; Rio Grande do Sul, 1,4 milhão de hectares, que se destacou também como o estado com maior número de propriedades participantes de alguma das modalidades; Minas Gerais, 1 milhão de hectares, e Santa Catarina, com 680 mil hectares. No âmbito dos produtores rurais com atuação predominante na pecuária e que adotam alguma estratégia de integração, 83% utilizam o sistema de ILP (dos quais, somente 9% utilizam a ILPF e 7%, a IPF). Os principais fatores motivadores para a adoção desses sistemas foram a redução de impactos ambientais, entendida como uma preocupação de adequar ambientalmente a atividade diante das pressões da sociedade e dos mercados e o interesse dos pecuaristas na recuperação das pastagens. Entre os produtores de grãos que fazem algum tipo de integração, 99% deles adotam o sistema de ILP (dos quais, somente 0,4% adotam a ILPF e 0,2%, a ILF). Os principais fatores que justificaram a adoção pelos agricultores estão diretamente relacionados ao aumento da produtividade de grãos e ao incremento na resiliência dos sistemas produtivos com consequente diminuição dos riscos financeiros na atividade (Embrapa, 2016).

Andrade et al. (2010) citam cenário elaborado por outros autores, em que a ILP, utilizando os princípios do SPD, torna possível o aumento de produção de grãos, de fibras e de carne nas pastagens degradadas, com desmatamento zero, acomodando toda a expansão da demanda à atual fronteira agrícola para os próximos 20 anos ou mais.

## Exemplos de manejo sustentável de solos arenosos no Oeste paulista

O estado de São Paulo conta com uma área ocupada com pastagens da ordem de 40% do total de terras cultiváveis, o que corresponde à perto de 7,8 milhões de hectares, entretanto, cerca de 20% delas (1,5 milhão de hectares) encontram-se fora do sistema produtivo e outras 60% (4,6 milhões de hectares) em estágios de iniciais a moderados de degradação, com perspectivas de se ver agravada a situação, caso não sejam adotadas ações para a correção dessa tendência. Segundo dados do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA), houve uma ocupação das áreas de pastagens por culturas como a cana-de-açúcar, reflorestamento e fruticultura perene, especialmente com a busca por alternativas energéticas e com relação às preocupações sanitárias da cultura dos citros. Nota-se claramente a ocupação por pastagens em áreas normalmente consideradas com baixa aptidão às culturas com enfoque industrial, consideradas marginais, o que tem sido, o grande motivo do baixo investimento, por parte dos pecuaristas tradicionais.

As áreas com pastagens ocupam espaços anteriormente exploradas por culturas como algodão e café, que alavancaram o desenvolvimento regional em meados do século 20. Com a escassez e o esgotamento da fertilidade natural do solo em prover de fartas colheitas, essas culturas foram sendo abandonadas e, em seu lugar, houve a ocupação por gramíneas nativas e cultivadas, especialmente as do gênero *Brachiaria* (syn. *Urochloa*). Pela comparação entre os dados do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (Lupa) nos anos 1995/1996 e 2007/2008, observa-se um acréscimo da área ocupada pela cana-de-açúcar da ordem de 90% (de 2,8 para 5,5 milhões de hectares) contra uma regressão da área ocupada por pastagens de 22% (de 10,3 para 8,0 milhões de hectares). Pode-se inferir que a cultura da cana-de-açúcar avançou sobre as áreas de pastagens e que estudos demonstram que 80% dessas áreas encontra-se em algum estágio de degradação. Estima-se que cerca de 60% da área total ocupada por pastagens encontra-se entre um estágio inicial e mediano de degradação, como por exemplo, erosão laminar aparente ou formação de sulcos rasos ou ocasionais, demandando normalmente apenas correções no manejo, e outros 20% já em estágio avançado de degradação,

necessitando de intervenção para reintegrá-las à capacidade de produzir alimentos, fibras ou energia. A primeira e principal medida mitigadora da erosão é o impedimento físico do impacto da gota da chuva no solo desprotegido, que absorve toda a energia cinética dela. Nessa fase, o primordial é proporcionar uma boa cobertura ao solo, visando quebrar esta energia e impedir as etapas subsequentes. A melhor alternativa para aplicar esse conceito é o SPD, que, no caso específico de pastagens, sugere a adoção da ILP ou ILPF (Drugowich et al., 2012).

O uso de sistemas de integração em São Paulo vem crescendo a cada ano. São várias ações no estado para difundir o sistema. Pode se destacar dias de campo, criação de unidades de referência tecnológica, criação de programas estaduais de fomento específicos para sistemas integrados, setor comercial com profissionais treinados para orientar os produtores. Além disso, destaca-se a criação de disciplinas em universidades totalmente voltadas ao tema e ainda a oferta de um curso de Pós-Graduação Lato Sensu em ILPF pela Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), em Presidente Prudente, SP. Levantamentos recentes mostram que o estado de São Paulo destina uma área estimada de 861.140 ha a todas as modalidades de sistemas integrados (ILP, ILF, IPF e ILPF). No ano de 2010, a área estimada com sistemas integrados no estado de São Paulo foi de 120 mil hectares e, dessa forma, considerando os valores atuais, houve um aumento 7,2 vezes (Embrapa, 2016; Franca; Silva, 2017; Moro; Borghi, 2018).

A área apta, edafoclimaticamente, para a cultura de grãos atinge 14,6 milhões de hectares no estado de São Paulo, excedendo em muito a área cultivada com grãos em todas as regiões. Entretanto, a área considerada apta não se encontra disponível para o plantio de grãos, visto estar ocupada com atividades como cana-de-açúcar (industrial e forrageira), culturas perenes (laranja, banana, outras frutíferas, seringueira e macadâmia) e pastagens (cultivadas, incluindo áreas de produção de sementes de capineiras). Uma constatação que emerge do cruzamento das áreas aptas para grãos e o uso do solo é que a cana-de-açúcar e as culturas perenes estão situadas nas melhores terras do estado, enquanto as pastagens cultivadas encontram-se estabelecidas em terras aráveis, porém, na maioria dos casos, em solos arenosos com baixa fertilidade natural. Assim, a expansão das culturas de grãos teria que deslocar parte das pastagens cultivadas ou canaviais ou laranjais nas

regiões (DIRAs) de Registro, São José dos Campos, Sorocaba, Campinas, Ribeirão Preto e Bauru. Por outro lado, nas regiões de São José do Rio Preto, Araçatuba, Presidente Prudente e Marília, há possibilidade de expansão dos grãos em uma área que totaliza 588 mil hectares, cerca de 3% da área cultivada do Estado, que engloba, além das culturas (anuais e perenes), as pastagens (naturais e cultivadas) e as matas (naturais e cultivadas). A região Oeste Paulista, que envolve o entorno de Presidente Prudente, SP, detém uma área superior a 2 milhões de hectares aptos para a produção de grãos (Martins et al., 2000). Essa área pode ser incorporada, especialmente, em áreas de pastagens degradadas por meio da adoção de sistemas ILP.

Peres et al. (2011) relatam que a adoção de sistemas de ILP diminui os efeitos da estacionalidade de produção e melhora a qualidade da pastagem, nitidamente no primeiro ano após a colheita de milho no Oeste do estado de São Paulo. Segundo os autores isso se deve, principalmente, pela quantidade de massa verde disponível no período seco do ano. Nos três primeiros anos do trabalho, os resultados médios para lotação animal foram 1,77 UA ha<sup>-1</sup>; 2,33 UA ha<sup>-1</sup> e 2,42 UA ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para pasto com manejo moderado, pasto com manejo intensivo e pasto formado com ILP. Na mesma ordem, os resultados para ganho de peso vivo médio diário por área de novilhas Nelore foram, respectivamente, 1,60 kg ha<sup>-1</sup>; 2,14 kg ha<sup>-1</sup>; e, 2,20 kg ha<sup>-1</sup>.

Produtores rurais que adotam ILP em solos arenosos relatam produtividades de soja superiores a 80 sacas por hectare no SPD em palhada de braquiária em safras com boas condições climáticas. Existem outros relatos de adequadas produtividades, por exemplo, na região do Oeste da Bahia, onde se tem adotado sistemas de ILP com base no consórcio de milho com braquiária e no Sistema Boi Safrinha, em alguns casos utilizando também a sobressemeadura do capim na cultura da soja (Vilela et al., 2015). Também na região Noroeste do Paraná, especificamente no Arenito Caiuá, existem propriedades rurais que adotam diferentes modalidades de integração, como a ILPF. Assim, esses sistemas podem ser importantes para a sustentabilidade agropecuária naquela região (Franchini et al., 2011).

Levantamento informal realizado pela Embrapa e pela Unoeste na região Oeste de São Paulo, especificamente nos municípios de Presidente Prudente, Rancharia, João Ramalho, Presidente Bernardes, Santo Anastácio e Presidente Venceslau, mostram que áreas com solos arenosos têm apre-

sentado altas produtividades agrícolas, em razão da facilidade nas operações de manejo, por causa de suas características físicas e químicas, com a adoção correta e integral dos sistemas conservacionistas de manejo do solo e da água, caracterizados pelo uso do SPD, ILP, rotação de culturas e cobertura permanente do solo.

Neste diagnóstico, observou-se unanimidade na aplicação das seguintes práticas: manutenção da palhada de braquiária para cobertura do solo; descompactação do solo; dessecação antecipada; correção de acidez do solo; aplicação do cloreto de potássio a lanço; e, adoção da rotação soja-pastagem a cada 2 anos. Também se registrou exemplos de problemas, como: alta frequência de ocorrência de veranico nos meses de janeiro e fevereiro, falta ou pouca palhada em algumas áreas, manejo convencional com grade e perda de rendimento em algumas lavouras nessas condições.

Os teores de argila, aplicação de calcário e gesso, sistema de produção em ILP, rendimento de grãos da soja e o desempenho da pecuária nessas propriedades rurais são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Destacam-se a baixa concentração de argila, baixas doses de calcário e alguns registros de elevadas produtividades de soja superiores a 70 sacas por hectare (a média foi de 44,4 sacas por hectare) e, mesmo com longo período de veranico (na média foi de 37,6 dias) ainda foi possível produzir, em média, 24,8 sacas por hectare (Tabela 2).

**Tabela 1.** Área, percentual de argila, dosagens de calagem + gessagem e principais sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) em propriedades rurais no Oeste do estado de São Paulo na safra 2014/2015.

Propriedade rural	Município	Área total (ha)	Argila (%)	Calagem + Gessagem (t ha <sup>-1</sup> )	Sistema ILP <sup>(1)</sup>
Ybyetê Porã	Rancharia	692	8-10	1,2+0,0	S-Mt+Br; S- Mi+Bm
Experimental	P. Bernardes	112	8-15	2,0+1,0	S-Mt+Br; S-Mi+Bm; S-So+Br+G
Paraíso	S. Anastácio	2.420	10-12	2,5-4,0+0	S-Mt+Br; S- Mi+Bm
Campina	Caiuá	2.053	5-18	2,0+0,5	S-Mt+Br; S- Mi+Bm; S-Mt+Bm+G
Alvorada	J. Ramalho	523	8-12	1,03+0,0	S-Mt+Br; S- Mi+Bm

<sup>(1)</sup> S=soja; Mt=milheto; Mi=milho; Br=B. ruziziensis; Bm= B. brizantha cv. Marandu e G=guandu-anão.



**Tabela 2.** Produtividade de soja (na média, na melhor safra, na pior safra e duração do período seco) e indicadores desempenho animal (lotação, ganho de peso vivo, produção animal e idade de abate) em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) implantados em propriedades rurais no Oeste do estado de São Paulo na safra 2014/2015.

Propriedade rural	Soja			Desempenho animal após cultivo da soja				
	Média <sup>(1)</sup>	Melhor safra <sup>(1)</sup>	Pior safra <sup>(1)</sup>	Veranico <sup>(2)</sup>	Lotação animal <sup>(3)</sup>	Ganho peso vivo <sup>(4)</sup>	Produção anual <sup>(5)</sup>	Idade abate <sup>(6)</sup>
Ybyetê Porã	45	75	29	42	5,5	930	25	24-30
Experimental	45	58	25	39	4,0	800	22	24-30
Paraiso	47	58	25	40	4,2	500-700	18-20	30-48
Campina	39	74	26	35	4,6	600-900	22	24-36
Alvorada	46	53	19	32	4,5	700-1.000	Até 24	30-36
<b>Média</b>	<b>44,4</b>	<b>63,6</b>	<b>24,8</b>	<b>37,6</b>	<b>4,5</b>	<b>786</b>	<b>22,4</b>	<b>31,2</b>

<sup>(1)</sup>Sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>; <sup>(2)</sup>Duração em dias; <sup>(3)</sup>Unidade Animal (UA) de 450 kg ha<sup>-1</sup> no primeiro pastejo de outono e inverno após a colheita da soja; <sup>(4)</sup>Ganho de Peso Vivo (diário) em g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>; <sup>(5)</sup>@ ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; <sup>(6)</sup>Idade em meses.

Por sua vez, a lotação animal, que em média na região é de 0,7 UA ha<sup>-1</sup>, foi elevada para 4,5 UA ha<sup>-1</sup> no primeiro pastejo de outono e inverno após a colheita da soja. Nessas condições, com oferta de forragem em grande quantidade e de alta qualidade, o ganho de peso médio diário observado foi de 786 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, sendo possível produzir 22,4 @ ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> com animais abatidos em média com 31,2 meses (Tabela 2).

O uso de sistemas de integração, em especial a ILP, será de suma importância para alavancar a economia de regiões com pastagens degradadas, a exemplo do Oeste Paulista. Em função desse cenário, é que em torno de 83% dos recursos do Integra-SP foram solicitados por produtores desta região. Assim, acredita-se que o enfoque maior para a importância dos sistemas integrados em São Paulo será para a região Oeste Paulista. Isso porque essa região é considerada uma das mais pobres do estado, possui predominância de solos arenosos e ainda não encontrou uma atividade que garanta sustentabilidade ao longo do tempo. A atividade agropecuária da região Oeste Paulista passou por diversos ciclos e a pecuária já teve seu auge. Mas, atualmente, as áreas com pastagem se encontram em processo de degradação com baixa capacidade de suporte de animais. Na agricultura, já tiveram êxito as culturas café, algodão e amendoim. O cultivo de grãos na região ainda é incipiente devido à falta de tradição, bem como condições de clima e solo desfavoráveis, que exigem manejo diferenciado e técnicas de cultivo não tradicionais. Em razão dessas condições, as principais commodities ainda não ganharam espaço expressivo. A cultura do milho não se consolidou por ser uma região de baixa altitude com noites quentes. Além disso, os Argissolos da região exigem manejo diferenciado em razão de sua fragilidade estrutural e exigência de quantidades mais altas de fertilizantes, principalmente fósforo. Em relação à cultura da soja, apregoa-se que essa oleaginosa não apresenta bom desenvolvimento na região. Assim, a ocupação predominante na região é pastagem com mais de 50% da área e cana-de-açúcar com 20% da área da região. A solução para ajustar o sistema produtivo para obter êxito com culturas de grãos como a soja é a ILP. Esta forma de conduzir os sistemas de produção está cada vez mais sendo adotada na região. O sucesso dos sistemas integrados se deve a proteção física do solo em virtude do acúmulo de palha deixada pela pastagem, com isso há aumento de MOS e melhorias das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Moro; Borghi, 2018).

Portanto, com a adoção de sistemas de ILP sob SPD em solos arenosos é possível reincorporar, de forma sustentável, milhões de hectares de solos frágeis ao sistema produtivo de grãos, proteína animal, madeira, biomassa, energia, etc., com impactos positivos para a agropecuária brasileira, como por exemplo: aumento da oferta de postos de trabalho; aumento da renda do produtor rural; aumento do volume de produção da safra nacional; incremento das exportações de alimentos; melhoria na balança comercial brasileira; e redução da pressão por desmatamento de áreas com vegetação nativa para expansão e intensificação sustentável da produção agropecuária em áreas já antropizadas (Kluthcouski et al., 2015a).

### **ILP na Fazenda Ybyetê Porã, Rancharia, SP**

A Fazenda Ybyetê Porã é uma propriedade rural do Sr. Edinaldo Auri Mathias localizada no município de Rancharia, SP, com uma área de 692 ha em que predomina o solo classificado como Argissolo com textura arenosa, cujo teor de argila são de 8% a 10% na superfície e de 57% na subsuperfície. Esta é uma das propriedades rurais pioneiras que adota sistemas de ILP na região do Oeste do estado de São Paulo (Figura 1). O sistema de ILP utilizado é a rotação lavoura-pastagem sob Sistema de Plantio Direto (SPD), com manutenção da palhada de braquiária na superfície do solo, sendo dois anos de soja no verão seguido de pastagem anual de milheto consorciado com *B. ruziziensis* no outono/inverno, de modo que, nesse período, toda a área cultivada é destinada para a terminação de bovinos de corte.

Segundo Moro e Borghi (2018), a ILP é adotada nessa propriedade rural para viabilizar a produção em solos arenosos, desde o ano 2000, onde se produz soja, milho e carne. O sistema predominante adotado é de 50% da área útil da fazenda com soja e 50% com pastagem no verão. Após a colheita da soja é semeado capim, de modo que, de abril a setembro, 100% da fazenda permanece com pastagem. Nesse modelo, 25% da área é ocupada com soja de primeiro ano e 25% com soja de segundo ano (após a pastagem). Da mesma forma, ocorrem com as pastagens, 25% da área com pasto de primeiro ano e 25% com pasto de dois anos (após a soja). Em síntese, o sistema da Fazenda Ybyete Porã consiste no cultivo de dois ciclos de soja no verão (com pasto no inverno), seguidos de 30 meses de pastagem permanente antes do retorno da soja.



**Figura 1.** Vista geral da Fazenda Ybyetê Porã, Rancharia, SP, com áreas destinadas a produção de soja e de pastagens em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) com teores de argila do solo entre 8% e 10% e manejados sem terraceamento (a); área de soja em fase de colheita com produtividade em torno de 45-50 sacas por hectare (b); e plântulas de braquiária emergidas a partir do banco de sementes do solo, oito dias após a colheita da soja (c).

No verão, a área utilizada para o cultivo da soja tem produtividade média de cerca de 50 sacas por hectare, mesmo nos anos em que ocorrem restrições hídricas e veranicos. Após os 2 anos de cultivo da soja, a área é mantida com 2 anos de pastagem dos gêneros *Brachiaria* ou *Panicum*. Na safra 2009/10, registrou-se 27 dias com apenas 10 mm de precipitação pluvial durante a fase de enchimento de grãos da soja, a qual teve produtividade aproximada de 45 sacas por hectare.

A fazenda utiliza o sistema de recria e engorda a pasto, predominando a raça Nelore. Os animais são abatidos com idade de 24-26 meses, com peso entre 18 @.animal<sup>-1</sup> a 20 @.animal<sup>-1</sup>, e a única suplementação no cocho é o fornecimento de sal comum. Não se utiliza silagem para suplementação dos animais no período seco, portanto, a estratégia de planejamento forrageiro é baseada em pastos novos de inverno após soja ou milho na ILP. A lotação animal nas áreas de ILP é de 3-4 UA ha<sup>-1</sup> e todas as áreas com pastagem são divididas, permitindo o manejo adequado de pastejo. Nos anos de 2013 a 2016, a fazenda também implantou milho safrinha, consorciado com forrageiras.

Com declividade média de 8%, não se utiliza terraceamento para controle da erosão e, apesar deste procedimento não ser recomendado, não ocorre perda de solo por esse fenômeno. Além disso, de acordo com o proprietário, as nascentes de água tiveram aumento gradual da vazão após adoção da ILP, com pastagens permanentemente recuperadas e manutenção constante do solo coberto com plantas vivas ou palhada de forrageiras.

Em virtude dos bons resultados obtidos, a Fazenda Ybyeté Porã serve de referência para mais de 20 pequenas e médias propriedades rurais da região, todas com predomínio de Argissolos, que, por sua vez, também adotam sistemas de ILP semelhantes no tocante a grãos e pecuária.

Os resultados obtidos nessa propriedade rural foram publicados por Yassu (2012), o qual registra elevação da produtividade média de soja em 22% no sistema de ILP, evoluindo de 45 sacas por hectare para 55 sacas por hectare, porém, nas melhores áreas chegou ao patamar de 62 sacas por hectare. Na safra 2010/2011, foram registrados rendimentos entre 72 e 74 sacas por hectare em ano sem restrição hídrica. Na pecuária de corte, foi possível manter mil cabeças em recria em 266 ha no período chuvoso, com uma lotação de 3,7 cabeça ha<sup>-1</sup> (2,0 UA ha<sup>-1</sup>), ocorrendo a terminação de 700 bovinos por ano.

Com a adoção da ILP, não é necessária a adubação das pastagens e, somente com a oferta de sal mineral, é possível alta lotação animal com ganhos nas águas de 700 g.animal.dia<sup>-1</sup> a 800 g.animal.dia<sup>-1</sup> peso vivo em recria. No período das águas é possível um ganho de 4,8 @.animal<sup>-1</sup> equivalente carcaça e, em 6 meses na pastagem, é possível alcançar 18,9 @ ha<sup>-1</sup> equivalente carcaça de produtividade de carne. Na terminação, em área com milho após soja, o ganho de peso passou de 1.000 g.animal.dia<sup>-1</sup> ou 182,5 kg de peso vivo em 6 meses, o que corresponde a 6,5 @.animal<sup>-1</sup> e 25 @.ha<sup>-1</sup>.

Em virtude da satisfatória geração de lucros nessa propriedade rural devido à adoção da ILP em solos arenosos, foi possível a aquisição de outras propriedades rurais nas vizinhanças, modernização e ampliação do parque de máquinas e implementos agrícolas, veículo para transporte da produção, silos armazenadores, com pré-limpeza e pesagem, e sistemas de irrigação tipo pivô central.

Com uma produtividade média de soja em torno de 45 sacas por hectare, ressalta-se que o solo da Fazenda Ybyetê Porã é arenoso, a temperatura do ar atinge 40 °C, todo ano há ocorrência de veranicos, muitas vezes, por períodos de até 30 dias. Apesar de a produtividade de soja ainda ser baixa nessas condições, é possível considerar que a melhoria no ambiente produtivo proporcionado pela ILP permite o desenvolvimento e a produção da cultura mesmo sob intenso veranico. Isso se deve aos efeitos da palhada e das raízes na estruturação do solo, aumentando o armazenamento de água no solo, possibilitando o aprofundamento do sistema radicular da soja. Nos anos de veranicos, a produtividade de soja de fazendas próximas que não utilizam a ILP é metade daquela observada na Fazenda Ybyete Porã. Outro ponto que chama atenção é a elevação do lençol freático após adoção da ILP, pois a propriedade contém uma represa e, por duas ocasiões, a área de cultivo de soja precisou ser afastada por encharcamento do solo e dificuldade nas operações agrícolas nas proximidades (Moro; Borghi, 2018).

### *Sistema Santa Ana de ILP*

A Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) de Presidente Prudente, SP, em parceria com a Embrapa, desenvolveu um sistema de ILP que atende as reais necessidades do produtor rural e as demandas da pecuária, que é o

Sistema Santa Ana. Esse sistema foi validado em outras propriedades rurais, como as fazendas Campina, em Caiuá, SP e Santa Gina, em Presidente Epitácio, SP, do Grupo Carlos Viacava. Posteriormente, foram realizados cultivos experimentais com o Sistema Santa Ana, na Fazenda Santa Brígida, em Ipameri, GO, e na Fazenda São José, em Bela Vista, GO.

O Sistema Santa Ana de ILP consiste no consórcio de culturas anuais (como milho, sorgo, milheto, girassol) com espécies forrageiras visando à colheita da cultura anual para confecção de ensilagem e, após a colheita da silagem, a recuperação da pastagem. Portanto, o objetivo é produzir silagem e recuperar pastagens simultaneamente.

O sistema consiste, ainda, na realização de boas práticas para a correção da acidez do solo antes do cultivo das espécies anuais, bem como, no aproveitamento do banco de sementes de forrageiras que existe no solo. Assim, para a semeadura, é preciso conhecer o banco de sementes da forrageira e utilizar sempre a mesma espécie. Caso haja uma quantidade de sementes no solo provenientes de semeadura anterior, o estabelecimento é espontâneo.

Se, por algum motivo, isso não acontecer, deve-se complementar com uma semeadura a lanço para enriquecimento populacional da espécie pré-existente, utilizando recomendação padrão. Em alguns casos, nessa operação de semeadura adicional das espécies forrageiras gramíneas, pode ser somada sementes de espécies leguminosas forrageiras, mediante recomendações técnicas vigentes.

De forma alternativa, pode-se proceder o mesmo procedimento de plantio e destinar a cultura anual para colheita de grãos. Dessa forma, quando a semeadura é de espécies graníferas, essa operação precisa ser feita antes da emergência das forrageiras. Também, nesse caso, se houver a pretensão de adicionar leguminosas forrageiras, como o guandu-anão, ela pode ser misturada no adubo; e, no caso de estilosantes, a profundidade de semeadura deve ser de até 1 cm.

As recomendações técnicas para culturas no Sistema Santa Ana são similares àquelas utilizadas para os sistemas tradicionais de produção, ou seja, utilizam-se as mesmas informações tecnológicas em termos de espaçamento, densidade, adubação de base e de cobertura. Se for preciso, pode-se

acrescentar K, P e micronutrientes para que a produção de grãos ou silagem e de forragem sejam beneficiadas. Além disso, a adubação nitrogenada de cobertura deve, sempre que possível, ser parcelada em duas vezes, sendo a primeira até 10 dias após a emergência.

Para a colheita da silagem é importante que seja observado o ponto de maturação da cultura anual. Contudo, o que deve ser analisado é o equilíbrio de matéria seca entre as duas espécies (silageira e forrageira). Terminada a colheita, a área deverá ser vedada pelo menos por um período de 30–40 dias ou até atingir o ponto ideal de pastejo.

O Sistema Santa Ana se destina principalmente a pecuaristas que precisam reformar pastagens e, ao mesmo tempo, produzir silagem. A ideia é fazer uma ILP de baixo custo (e risco), utilizando máquinas que o pecuarista já possui na propriedade: trator, grade aradora ou escarificador, pulverizador, semeadora-adubadora e equipamentos para semeadura à lanço de forrageiras (tipo “Vicon” ou moto semeadora). Com esse maquinário simples, é possível melhorar as pastagens e ainda produzir alimento ensilado para o gado na época seca (Franco, 2015).

O Sistema Santa Ana pode ser adotado em sistema de recuperação ou reforma de pastagem, no PC ou no SPD, sendo este último, indicado para solos arenosos, podendo ser considerado, a solução para este tipo de solo que são comuns em todas as regiões do país. O sistema de PC é mais recomendado para áreas em que existem sulcos de erosão, infestação de plantas daninhas de difícil controle ou adultas, alta presença de cupinzeiros, compactação superficial do solo e alto teor de alumínio. Para solos com compactação subsuperficial, recomenda-se a escarificação ou o uso de equipamentos, como o mata-broto, que melhora a areação do solo e sem o revolvimento da superfície.

Na operação de preparo do solo, é preciso proceder a aplicação de calcário, conforme a análise de solo, pelo menos 6 meses antes da semeadura, para que ocorra reação do corretivo. Desse modo, indica-se que o calcário seja distribuído no final da estação chuvosa do ano anterior. Além disso, a incorporação desse calcário pode ser feita com o revolvimento do solo ou apenas com escarificação profunda cuja operação deve ser perpendicular ao escoamento da água. Observa-se, ainda, que demais insumos podem ser utilizados antes ou em pré-semeadura como, por exemplo, o gesso agrícola.



Para o caso de adotar o SPD, a dessecação deve ser realizada em torno de 30-45 dias antes da semeadura da forrageira, em dose única ou, em alguns casos, de elevado volume de biomassa em doses parceladas.

A primeira validação desse sistema foi realizada em duas propriedades rurais com solos arenosos (em torno de 12% de argila) e pastagens degradadas: a Fazenda Experimental da Unoeste, em Presidente Bernardes, SP; e a Fazenda Santa Gina, em Presidente Epitácio, SP. Nessas áreas, foram observados resultados muito promissores com o Sistema Santa Ana. Por exemplo, na Fazenda Experimental da Unoeste, o pasto obtido após a colheita do milho para silagem sustentou lotação animal de 3,0 UA ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Tabela 3).

**Tabela 3.** Índices zootécnicos médios de bovinos no período de pastejo (365 dias) em área com pastagem formada por meio do Sistema Santa Ana de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), entre 2013 e 2014, na Fazenda Experimental da Unoeste, Presidente Bernardes, SP e na Fazenda Santa Gina, Presidente Epitácio, SP.

Fazenda	Área de pastejo <sup>(1)</sup>	Lotação animal <sup>(2)</sup>	Ganho de peso vivo <sup>(3)</sup>	Produção animal <sup>(4)</sup>	Produção de carne <sup>(5)</sup>	Receita total <sup>(6)</sup>
Experimental	6,0	3,0	600	648,0	23,7	3.335
Santa Gina	90,0	3,0	650	702,0	24,3	3.529

<sup>(1)</sup> Em hectares (ha); <sup>(2)</sup> Unidade Animal (UA) de 450 kg ha<sup>-1</sup>; <sup>(3)</sup> Ganho de Peso Vivo (diário) em g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>; <sup>(4)</sup> Produção Animal de Peso Vivo em kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; <sup>(5)</sup> Equivalente Carcaça de Carne em @ ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; <sup>(6)</sup> Receita Total em R\$ ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; <sup>(6)</sup> Valor = R\$ 145,00.@<sup>-1</sup>.

Fonte: Unoeste e Franco (2015)

O grupo de machos desmamados colocados na área, no mês de agosto, permaneceram lá por 12 meses, com direito apenas à suplementação mineral. O ganho de peso foi entre 600 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e 700 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> no período, chegando, em setembro, com peso vivo individual de 502,5 kg aos 27 meses. Após breve período em confinamento para terminação, os animais foram abatidos com 19 @.animal<sup>-1</sup> de equivalente carcaça. Na mesma área, as fêmeas entraram na pastagem com peso médio de 201 kg e engordaram 529 g.cabeça<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, alcançando individualmente 328 kg aos 15 meses, quando foram postas em cobertura. De maneira geral, o Sistema Santa Ana aumentou a taxa de lotação e ganho de peso por hectare, antecipando o abate no caso da engorda e da fase reprodutiva em novilhas de reposição.

Os índices zootécnicos médios de bovinos no período de pastejo (365 dias) em área com pastagem formada por meio do Sistema Santa Ana de ILP, na Fazenda Santa Gina, em Presidente Epitácio, SP, também se encontram na Tabela 3. Em uma área de 90 ha, a lotação animal foi de 3,0 UA ha<sup>-1</sup>, chegando-se a uma produção de 24,3 @ ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Na Fazenda Experimental da Unoeste, o Sistema Santa Ana garantiu produção de 35 t ha<sup>-1</sup> de silagem de sorgo, mesmo após a cultura ter passado por uma estiagem de 42 dias. Na Fazenda Santa Gina, o sistema apresentou resultados semelhantes. A área escolhida para testar o sistema alojava 1,0 UA ha<sup>-1</sup>, e após a adoção do sistema, passou a sustentar 3,0 UA ha<sup>-1</sup>, com ganho de peso médio diário 650 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>. Nessa propriedade, optou-se pelo plantio de milho, que forneceu 42 t ha<sup>-1</sup> de silagem (Franco, 2015).

## Estudo de caso da Fazenda Campina

O Grupo CV, de propriedade do Sr. Carlos Viacava, é um grupo empresarial ligado ao agronegócio com foco principal na pecuária de elite para seleção, produção e comercialização de genética animal melhoradora da produção de carne. O foco do Grupo CV é o fornecimento de reprodutores e matrizes geneticamente superiores da raça Nelore Mocho (Figura 2) com fertilidade, rusticidade e precocidade, além de sêmen e embriões. Entretanto, também se dedica a produção de laranja, de grãos e de silagem em suas propriedades rurais.

Atualmente, o Grupo CV tem quatro propriedades rurais localizadas no estado de São Paulo: Fazenda São José, em Paulínia, SP; Fazenda Santa Gina, em Presidente Epitácio, SP; Fazenda Campina e Fazenda Nelore CV, ambas em Caiuá, SP.

A produção de genética animal teve início em novembro de 1986, com a aquisição de 50 fêmeas OB, escolhidas por Ovídio Carlos de Brito. Sempre buscou orientação técnica e científica, começando pela visita do professor Randal Grooms da Universidade do Texas, EUA. Em seguida, o Grupo CV se associou ao Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN), desenvolvido pelo Departamento de Genética da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), atualmente, conduzido pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP).



Fotos: Carlos Viacava

**Figura 2.** Padrão genético do rebanho de bovinos da raça Nelore Mocho machos (a) e fêmeas (b) produzidos pelo Grupo CV.

O Grupo CV especializou-se na produção de animais zebu férteis e precoces, com boa habilidade maternal para garantir a desmama de bezerros mais pesados ao desmame e que possam encurtar o ciclo da pecuária permitindo a produção de carne de excelente qualidade. A Fazenda Campina, em Caiuá, SP, tornou-se a principal propriedade do Grupo CV com concentração na produção de touros e matrizes melhorados, bem como as atividades de produção de grãos dentro dos preceitos da ILP.

## Caracterização da Fazenda Campina

A Fazenda Campina está localizada no Oeste do Estado de São Paulo, na macrorregião de Presidente Prudente, SP. Essa propriedade rural tem área

total de 2033,15 ha e está localizada no município de Caiuá, SP nas coordenadas  $21^{\circ}36'26,3''S$  e  $51^{\circ}51'57,9''W$ , a uma altitude de 270 m a 330 m. Adjacente à essa propriedade rural, localiza-se a Fazenda Nelore CV com área total de 427,79 ha. Neste estudo, ambas áreas serão consideradas como uma propriedade única, pois estão nas mesmas condições edafoclimáticas e muito próximas fisicamente (Figura 3). O tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho Amarelo textura arenosa com teores de argila variando de 3,1 a 19,6% (Tabela 4).

Dessa forma, a Fazenda Campina (Figura 4) tem, em conjunto com a Fazenda Nelore CV (Figura 5), uma área de 2.460,94 ha. Desde a aquisição, em meados da década de 1980, essas propriedades rurais são destinadas a criação de bovinos da raça Nelore com rebanho identificado sob a marca “CV Nelore Mocho”.



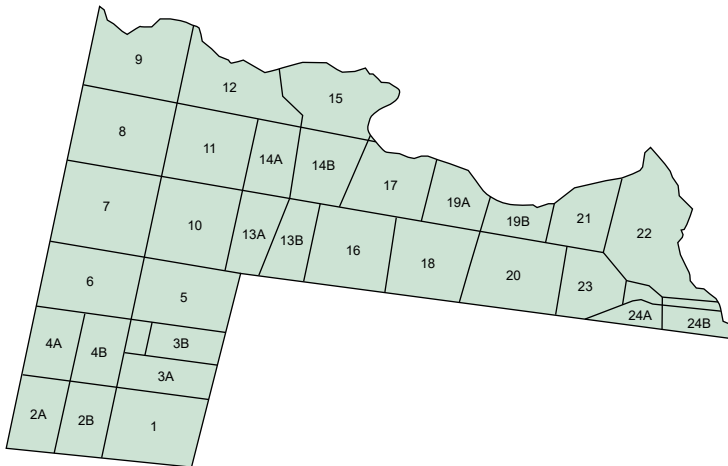
**Figura 3.** Limites (linha amarela) da Fazenda Campina e da Fazenda Nelore CV, Caiuá-SP.

Fonte: Google Earth (2019).

**Tabela 4.** Área total, área de reserva, área de compensação, área útil (em ha) e teor de areia no solo (%) das Fazendas Campina e Nelore CV, Caiuá, SP.

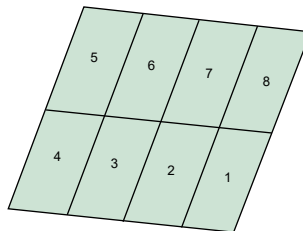
Área (ha)	Fazenda Campina	Fazenda Nelore CV	Soma ou média
Área total	2.033,15	427,79	2.460,94
Área de reserva	406,63	-	406,63
Área de compensação	206,95	-	206,95
Área útil	1.419,57	427,79	1.847,36
Teor de argila no solo (%)	3,1%-19,6% (11,3%)	12%-19% (15,5%)	13,4%

Fonte: Grupo CV.



**Figura 4.** Mapa da Fazenda Campina com identificação numérica das glebas (invernadas), Caiuá-SP.

Fonte: Grupo CV.



**Figura 5.** Mapa da Fazenda Nelore CV com identificação numérica das glebas (invernadas), Caiuá, SP.

Fonte: Grupo CV.

O clima da região, onde localizam-se ambas as propriedades rurais, segundo a classificação de Köppen, é Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de inverno. Na Tabela 5 e na Figura 6, constam a temperatura (°C) e a precipitação pluvial (mm), no período entre os anos de 2013 a 2018, conforme dados da Estação Meteorológica Automática do Município de Presidente Prudente, SP, distante 75 km e 92 km de Caiuá e Presidente Epitácio, respectivamente (Agritempo, 2018).

Em 2013, na região de Presidente Prudente, SP, a temperatura média foi de 23,6 °C e a precipitação pluvial acumulada foi 1.871 mm (Figura 6a). Em 2014, a temperatura média foi de 24,3 °C e a precipitação acumulada foi de 1.484 mm (Figura 6b). Em 2015, a temperatura média foi de 24,4 °C e a precipitação acumulada foi de 2.069 mm (Figura 6c). Ressalta-se redução dos volumes de precipitação pluvial no final de dezembro de 2013 (Figura 6a) e início de janeiro de 2014 (Figura 6b), o que se repetiu no final de 2014 e início de 2015 (Figura 6c), isso pode afetar negativamente o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de espécies vegetais anuais pela ocorrência destes “veranicos” em cultivo na safra de verão (Agritempo 2018).

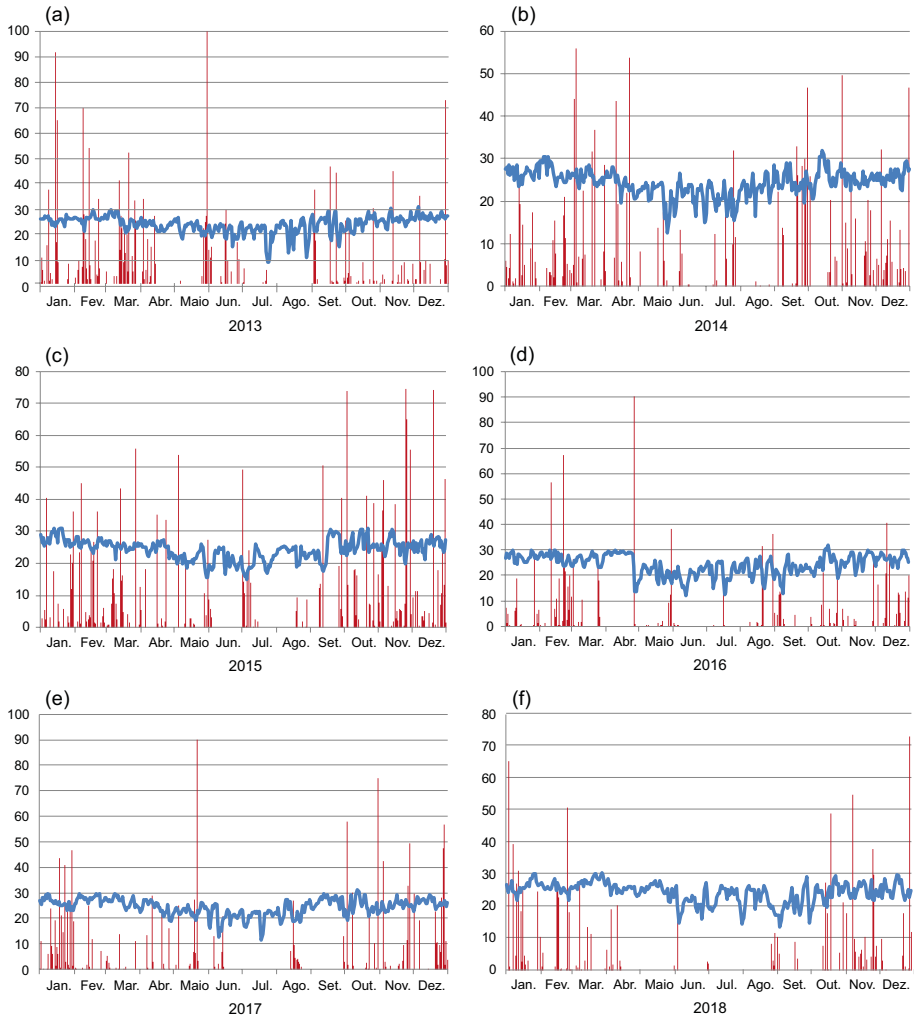
**Tabela 5.** Temperatura média (°C) e precipitação pluvial média (mm) entre os anos de 2013 e 2018 conforme dados da estação meteorológica automática do município de Presidente Prudente, SP.

Ano	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)
2013	23,6	1.871
2014	24,3	1.484
2015	24,3	2.069
2016	24,3	1.089
2017	24,4	1.411
2018	24,2	1.053

Fonte: AGRITEMPO (2018).

Em 2016, a temperatura média foi de 24,3 °C e a precipitação acumulada foi de 1.081 mm (Figura 6d). Já no ano de 2017, a temperatura média foi de 24,5 °C e a precipitação acumulada foi de 1.411 mm (Figura 6e), não se observou veranico no início desse ano. E, no ano de 2018, a temperatura média foi de 24,2 °C e a precipitação acumulada foi de 1.053 mm (Figura 6f), até

final de novembro, na região de Presidente Prudente, SP (Agritempo 2018). É possível observar crescente aumento de temperatura média ao longo dos três anos na região.



**Figura 6.** Temperatura média (°C) na linha azul e precipitação pluvial (mm) nas barras vermelhas, nos anos de 2013 (a), 2014 (b), 2015 (c), 2016 (d), 2017 (e) e 2018 (f) conforme dados da estação meteorológica automática do município de Presidente Prudente, SP.

Fonte: Agritempo (2018)

## **Histórico da adoção de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP)**

O processo de adoção de sistemas de integração pelo Grupo CV se iniciou no ano de 2013, quando uma equipe de pesquisadores da Embrapa Cerrados visitou a Fazenda Campina, em Caiuá, SP, com objetivo de se estabelecer uma parceria para a implantação de uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) de ILP em solos arenosos na região Oeste de São Paulo.

Nessa oportunidade, estabeleceu-se um debate, com questionamentos e intercâmbio de experiências entre os participantes, envolvendo os técnicos da Embrapa, os proprietários e a equipe gerencial, em torno da gestão das propriedades à época e sobre a qualidade das pastagens, bem como as possíveis alternativas para melhorar os desempenhos da pecuária.

Apesar da averiguação de que as duas propriedades rurais eram bem geridas, organizadas e produtivas, identificou-se que o desempenho da pecuária poderia ser multiplicado por três, com menos adubação de pastagem e menos suplementação no cocho, portanto, com muita redução nos custos de produção se adotando a ILP.

Um dos problemas identificados foi de que, apesar de ter produtividade animal adequada, as propriedades rurais do Grupo CV apresentavam elevado custo de produção da pecuária. Por exemplo, anualmente, eram realizados altos investimentos em adubação de pastagens e utilizava-se um volume significativo de ração animal, de suplementação mineral e de volumoso no cocho durante o ano todo, por tratar-se de fazendas produtoras de genética de gado Nelore Mocho.

Nessa reunião, optou-se pela adoção de sistemas de ILP como forma de aumentar a viabilidade da atividade pecuária nas Fazendas Campina, principalmente, na busca de redução de custos. De uma maneira geral, os objetivos de se adotar a ILP nessas propriedades rurais eram:

- 1) Recuperar e melhorar as pastagens com custo mais baixo.
- 2) Conservar os solos e aumentar os teores de MOS.
- 3) Produzir pastagens produtivas no inverno (época seca).



- 4) Reduzir o consumo de ração animal, de suplementação mineral e de volumoso.
- 5) Diversificar o sistema produtivo sem afetar a atividade pecuária.
- 6) Proporcionar diversificação de faturamento e renda.

Porém, os técnicos da Embrapa ressaltaram que somente seria possível iniciar este processo de adoção tecnológica, comparativamente de maior complexidade, com a visitação de outras propriedades rurais que já adotavam sistemas de integração em solos arenosos para aprendizado e aumento do conhecimento.

Esse aspecto é muito importante, pois, como ressaltam Machado et al. (2011), na condução de sistemas de ILP, são necessários muitos conhecimentos, já que duas atividades são desenvolvidas simultaneamente. Conforme destacam os autores, esses sistemas não se viabilizam com uma pecuária ou agricultura tradicional. O produtor deve ter ou buscar o conhecimento do sistema como um todo, ter clareza quanto às possíveis sucessões, rotações e consórcios de culturas e buscar constantemente por atualização, já que é crescente o interesse das empresas e dos órgãos de pesquisa por esse tema.

De igual forma, Cordeiro et al. (2015b) afirmam que os sistemas de integração contemplam diferentes sistemas de produção que envolvem a coexistência espaço-temporal de diferentes componentes e atividades (agrícola, pecuária e/ou florestal), sendo, portanto, sistemas mistos, mais complexos e mais dependentes de tecnologia e conhecimentos. Parte desses conhecimentos é gerada pelos centros de pesquisa e universidades; porém, muitos conhecimentos são também gerados pelas experiências dos próprios agricultores. Dessa forma, a integração entre os atores (pesquisadores, professores, técnicos, empresários e produtores rurais) permite produzir inovações apropriadas, encurtando o tempo para a sua adoção. Essa integração deverá contemplar a capacitação contínua de multiplicadores e a avaliação dos processos e das atividades empregados na transferência de conhecimento e tecnologia, baseada em demandas e considerações a partir da prospecção com os atores envolvidos. São aspectos que transcendem os referenciais agrônomo, florestal e zootécnico, que também deverão ser considerados na adaptação e na aplicação desse tipo de sistema às diferentes unidades de

produção e regiões brasileiras. Dessa forma, fazem-se necessárias diferentes ações de transferência de tecnologia com objetivo principal de capacitar continuamente, de forma teórica e prática, tanto os técnicos como os produtores rurais para a adequada adoção de sistemas de integração.

Dessa forma, decidiu-se realizar visita à Fazenda Ybyetê Porã, em Rancharia, SP, que já adotava sistema de ILP. Nesta visita, foi possível a averiguação in loco da qualidade das pastagens formadas ou recuperadas por meio da rotação com soja, isso no final do período de entressafra. Porém, apesar de reconhecer os benefícios da ILP para a pecuária, os proprietários e o gerente da Fazenda Campina demonstraram preocupação com relação aos investimentos para se iniciar atividade de agricultura em propriedades pecuárias, com a necessidade de aquisição de colhedora e o pulverizador automotriz, tratores, plantadoras de precisão, etc.

Após a decisão gerencial de se adotar a ILP na Fazenda Campina, iniciou-se um programa de longo prazo com sistemas de integração, tendo como principais passos para a adoção:

- 1) **Planejamento:** foi realizado um planejamento estratégico de uso da terra nos médio e longo prazos, a coleta de amostras e análise dos solos, as operações de calagem e gessagem, paralelamente, às recomendações técnicas para a implantação do sistema ILP.
- 2) **Investimento:** foi feita aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento de regulagem dos equipamentos para início das semeaduras com frequente troca de informações sobre o andamento dos cultivos. Até então a propriedade só dispunha de tratores pequenos para o abastecimento de sal mineral e silagem nos cochos e uma pequena máquina forrageira e, por último, uma plantadora SPD de tamanho médio. Foi preciso, ao longo dos anos e com financiamento, adquirir as máquinas e equipamentos que, atualmente, possibilitam a adoção de ILP, como semeadoras-adubadoras para SPD de maior porte, um pulverizador autopropelido, uma colhedora de grãos e outros equipamentos.
- 3) **Aprendizado:** buscou-se o aprofundamento do conhecimento da tecnologia de integração, tanto pelas visitas da Embrapa, visitas em outras propriedades rurais, como pelo intercâmbio com universidades e consultores.

- 4) Início da adoção:** implantação das primeiras áreas com o sistema de ILP, introduzindo a atividade agrícola em áreas tradicionalmente destinadas à pecuária, com objetivo de formação de novas áreas de pastagens e recuperação de pastagens degradadas.
- 6) Expansão e melhoria dos sistemas:** aumentou-se a produção de palhada para cobertura do solo por meio da utilização de pastagens de braquiária. Nos primeiros anos, em muitas das áreas, a pastagem estava escassa e com muitas falhas, que, mesmo nessas condições, procedeu-se a dessecação e a semeadura da soja em SPD. Ao longo do tempo, foram realizados ajustes na produção vegetal e na produção animal.

## **Evolução das produtividades vegetal e animal com adoção de sistemas de ILP**

O início da implantação de sistemas de ILP no Grupo CV ocorreu na safra 2013/2014, com cultivos em safra e safrinha, principalmente, com as seguintes modalidades: (i) soja para grão e soja para silagem sob SPD em áreas de pastagens; (ii) milho em cultivo de safra e de safrinha consorciado com braquiária (Sistema Santa Fé), destinado à produção de silagem no verão e posterior pastejo no outono/inverno (Sistema Boi Safrinha); (iii) consórcio de milho + braquiária + guandu para produção de silagem; (iv) milho em cultivo de safrinha para silagem de planta inteira em áreas de pastagens; (v) milho em cultivo de safrinha para produção de grão úmido em áreas de pastagens; e (vi) cultivo de pastagens do gênero *Brachiaria* (syn. *Urochloa*) e do gênero *Panicum* consorciadas com leguminosas (guandu-anão e feijão-caupi).

Ao longo das últimas safras, a área média de plantio de culturas agrícolas em sistemas de ILP foi de 550,5 ha, sendo que aumentou de uma área inicial de 275,5 ha, chegando a uma área total somada de 839,0 ha na safra 2015/2016, e reduzindo para 474,6 ha na safra 2017/18, conforme pode-se observar na Tabela 6.

A Fazenda Campina adota um arranjo de ILP com cultivo de dois anos de agricultura, sendo soja na safra e/ou milho para silagem consorciado com forrageiras (em safra ou safrinha) seguidos de 2 anos de pastagens consec-

tivos. Dessa forma, em algumas áreas, a soja era cultivada em safra e o milho consorciado com forrageiras do gênero *Brachiaria* na safrinha.

**Tabela 6.** Evolução das áreas (ha) de cultivo de soja para produção de grãos e de milho em safra e safrinha para produção de silagem de planta inteira consorciado com braquiária (Sistema Santa Fé) em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), nas últimas cinco safras, Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Safr	Fazenda Campina		Total
	Soja	Milho	
2013/2014	156,4	119,1	275,5
2014/2015	447,5	103,8	551,3
2015/2016	655,0	184,0	839,0
2016/2017	589,1	23,0	612,1
2017/2018	389,6	85,0	474,6
<b>Média</b>	<b>447,52</b>	<b>102,98</b>	<b>550,5</b>

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Eventualmente, em outras áreas, procedia-se uma sucessão contínua de soja na época de safra, porém, na maioria dessas áreas, foi cultivada uma espécie forrageira diretamente em safrinha para pastejo na entressafra; na sequência, essa pastagem era dessecada e cultivava-se soja novamente.

O manejo de solo predominante é o SPD em palhadas de espécies forrageiras anteriores (tanto dos gêneros *Brachiaria* como de *Panicum*) e, em todas as áreas em que se iniciou a ILP, foram aplicados superficialmente calcário com dosagens variando de 2,0 t ha<sup>-1</sup>–3,0 t ha<sup>-1</sup>, dependendo dos resultados da análise de solo, e gesso agrícola com dosagens em torno de 0,5 t ha<sup>-1</sup>, seguindo as recomendações de Sousa e Lobato (2004)<sup>3</sup>.

Para tal, foi necessária a realização de investimentos na aquisição de máquinas e equipamentos apropriados para a prática agrícola em áreas de pastagem, bem como, dimensionados para as metas e porte da Fazenda Campina. Destacam-se a importância das máquinas básicas para o cultivo de grãos, como por exemplo, semeadora-adubadora específica para SPD, pulverizador autopropeleido e colhedora de grãos. Além dessas máquinas, foi adqui-

<sup>3</sup> D.G. (Dose de Gesso Agrícola em kg/ha) = 50 x Argila (%).

rido outros equipamentos importantes, como ensiladeiras de maior porte e mata-broto para descompactação subsuperficial (Figura 7).

O cultivo de milho consorciado com forrageiras (normalmente, *B. brizantha* ou *B. ruziziensis*), no Sistema Santa Fé, destinava-se à produção de silagem de planta inteira ou grão úmido, tanto em safra como em safrinha, dependendo do planejamento forrageiro e da programação de uso das glebas. O Sistema Santa Fé fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria*, tanto no SPD como no PC, com solo devidamente corrigido (Kluthcouski et al., 2000).



**Figura 7.** Semeadora-adubadora para Sistema Plantio Direto (SPD) em operação em área com palhada de pastagem de *B. brizantha* em Integração Lavoura-Pecuária (ILP) (a); equipamento mata-broto para descompactação subsuperficial em área de pastagem (b). Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Após a colheita, os pastos de *B. ruziensis* eram utilizados por menos de 1 ano na época seca (Sistema Boi Safrinha) quando ainda eram alternados com um outro ciclo de agricultura ou então, no caso da *B. brizantha*, por 2 anos consecutivos. Como visto anteriormente, o Sistema Boi Safrinha de ILP resume-se na formação de pastagens durante a estação chuvosa e início da época seca em área de agricultura, e utilização das forrageiras para formação de palhada para o próximo plantio e para alimentação animal na entressafra seca (Vilela et al., 2015, 2017).

Mais recentemente, na Fazenda Campina, em uma área com teores de argila extremamente baixos, foi implantada uma área com sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), com diferentes arranjos espaciais e tendo como espécie florestal o eucalipto (gênero *Eucalyptus* syn. *Corymbia*). O primeiro sistema de ILPF, na modalidade agrossilvipastoril, foi implantado em abril de 2015, numa área de 29 ha cujo solo tem em torno de 5% de argila. As mudas de eucalipto foram plantadas com arranjo espacial em renques de uma, duas, três e quatro fileiras, com espaçamento de 24 m entre renques, e obedecendo o alinhamento leste-oeste. Em todos os arranjos, o espaçamento entre plantas é de 1,5 m e, nos renques múltiplos, o espaçamento entre fileiras no renque é de 2,0 m.

Na safra de verão de 2015, foi realizado cultivo de soja, milho consorciado com braquiária e guandu-anão, sorgo e milheto na maioria dos intervalos entre renques da área com ILPF. Nessa fase, o eucalipto encontra-se aproximadamente com 8 m de altura, demonstrando alto potencial de produção de madeira, sombra e conforto térmico para os animais. Na entressafra seguinte, os animais jovens pastejaram nas áreas que foram formadas com pastagem de braquiária e guandu-anão no espaço entre renques.

## **Produtividade vegetal com adoção de sistemas de ILP**

### **Safra 2013/2014**

A primeira safra com ILP na Fazenda Campina foi a de 2013/2014 com cultivo de soja sob SPD em palhadas de pastagens. Apesar de o resultado dessa primeira safra ter sido abaixo do esperado, isso não gerou desestímulo, pois, já

no primeiro ano da ILP, começou a se observar os benefícios nas pastagens formadas pós-soja para pastejo no inverno.

Assim, na safra 2013/2014, a produtividade média das duas áreas colhidas com soja para grão (Invernadas 5 e 7) foi de 26,63 sacas por hectare (Tabela 7, Figura 8 e Figura 9), em que registrou-se a ocorrência de 35 dias de veranico sem precipitação pluvial quando a cultura se encontrava aos 28 a 35 DAE (dias após emergência), entre os estádios vegetativos V3 e V4. Em duas glebas (Invernadas 4A e 4B), a cultura da soja foi colhida para silagem em uma área total de 61,8 ha, com produtividade de 7,87 t ha<sup>-1</sup>, e, em outras glebas (Invernadas 17 e 19A), com área total de 139,8 ha, ocorreu perda total por estrangulamento de coleto por severo estresse hídrico em uma área com um dos menores teores de argila da propriedade (em torno de 5%).

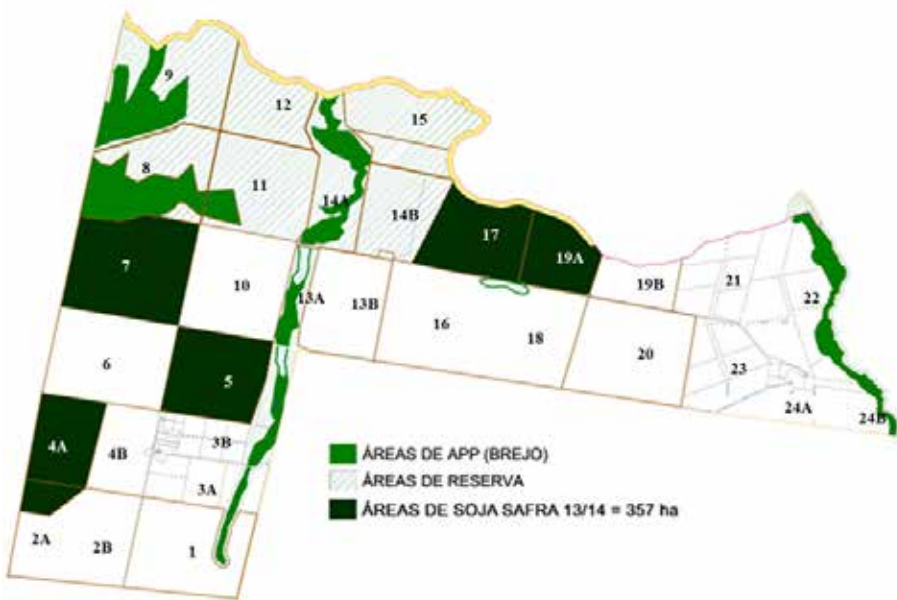
**Tabela 7.** Produtividade de soja para grão cultivada em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2013/2014.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 5 <sup>(5)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	SPD	59,2	269	2.109
Invernada 7 <sup>(5)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. MG-4	SPD	97,2	265	2.057
<b>Total</b>	-	-	156,4	267	4.166
<b>Média final<sup>(6)</sup></b>	-	-	-	-	26,63

<sup>(1)</sup> SPD = sistema plantio direto; <sup>(2)</sup> Área em hectares; <sup>(3)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre dezembro de 2013 e abril de 2014; <sup>(4)</sup> Produção líquida em sacas de 60 kg; <sup>(5)</sup> Produtividade média final em sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>; <sup>(6)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de dezembro de 2013.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Além do cultivo da soja, a produção de milho para silagem em ILP trouxe ganhos importantes, pois, tornou-se uma nova estratégia para alimentação do gado no período seco, dando mais segurança com oferta alimentar do rebanho disponível durante todo o período de inverno. Nesse sistema, a produção de milho para silagem foi em consórcio com *B. ruziziensis*, que, após a colheita do milho, a pastagem estava formada para pastejo durante o período de inverno.



**Figura 8.** Mapa da Fazenda Campina na safra 2013/2014, com distribuição das glebas (invernadas) com áreas de preservação permanentes (APP); área de reserva; e, áreas com soja de primeiro ano em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Caiuá, SP.



Fotos: Carlos Viacava (a) e Edemar Moro (b)

**Figura 9.** Aspectos gerais da Invernada 5 da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na primeira experiência com Integração Lavoura-Pecuária (ILP) na safra 2013/2014, sendo: (a) palhada de *B. brizantha* cv. Marandu antes do plantio da soja; (b) cultivo de soja em Sistema Plantio Direto (SPD) em palhada de *B. brizantha* cv. Marandu.



Dessa forma, a produtividade média de milho safrinha para silagem consorciado com *B. ruziziensis* (Sistema Santa Fé) foi de 36,9 t ha<sup>-1</sup>, resultado este referente ao material com 33%–35% matéria seca (MS). Nessas áreas, também ocorreu veranico, entre 16 e 26 dias, quando as culturas estavam entre 42 e 61 DAE (Tabela 8). E, nas áreas em que foi cultivado o consórcio milho + *B. brizantha* cv. Marandu + feijão-guandu para silagem, o rendimento foi de 7,2 t ha<sup>-1</sup>, com aproximadamente 33% MS.

**Tabela 8.** Produtividade de milho para produção de silagem de planta inteira (1ª e 2ª safrinha) consorciado com *B. ruziziensis* (Sistema Santa Fé) em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2013/2014.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 2/A <sup>(5)</sup>	Soja	SPD	18,2	354	684
Invernada 4 <sup>(5)</sup>	Soja	SPD	43,6	354	1.703
Subtotal (1ª safrinha)	-	-	61,8	354	2.387
Invernada 2/B <sup>(6)</sup>	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	SPD	57,3	281	2.011
Subtotal (2ª safrinha)	-	-	57,3	281	2.011
<b>Total</b>	-	-	<b>119,1</b>	<b>329,6</b>	<b>4.398</b>
<b>Média final<sup>(7)</sup></b>	-	-	-	-	<b>36,92</b>

<sup>(1)</sup> SPD = sistema plantio direto; <sup>(2)</sup> Área em hectares; <sup>(3)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre fevereiro e julho de 2014; <sup>(4)</sup> Produção líquida em toneladas; <sup>(5)</sup> Produtividade média final em toneladas ha<sup>-1</sup>;

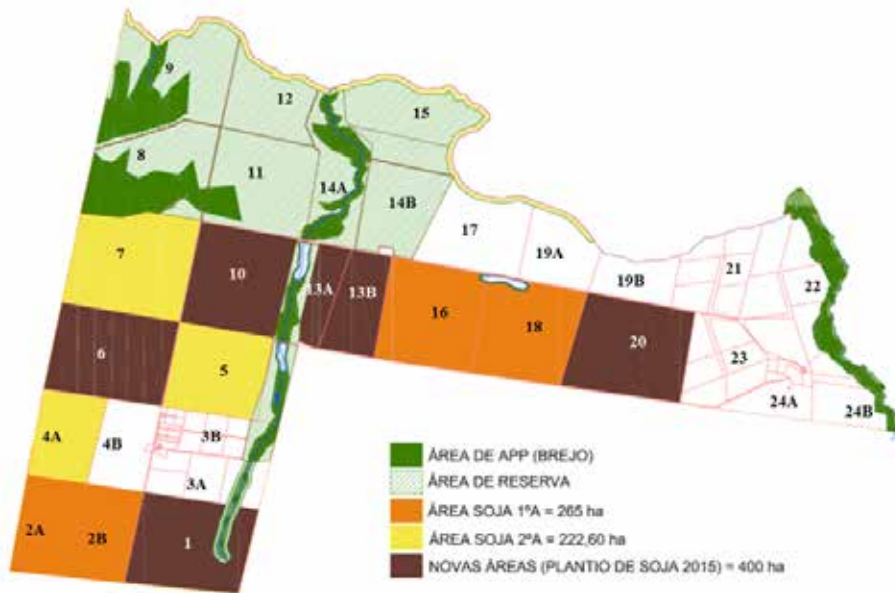
<sup>(6)</sup> Data de plantio: segunda quinzena de fevereiro de 2013; <sup>(7)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de março de 2013.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

## Safra 2014/2015

Na safra 2014/2015, houve expansão dos sistemas de ILP (Figura 10) e os resultados com a soja foram satisfatórios, mesmo sendo um ano agrícola em que a Fazenda Campina passou por severos períodos de veranico durante o ciclo da cultura. Portanto, nessa safra, registrou-se uma produtividade média da soja de 39,6 sacas por hectare (Tabela 9). Ressalta-se que, na fase ini-

cial de adoção do sistema de ILP, ainda não havia suficiente palhada para a proteção da superfície do solo, a operação de calagem era muito recente e a técnica ainda não era bem dominada. Além disso, em segundo ano de cultivo, as áreas com soja obtiveram excelentes resultados.



**Figura 10.** Mapa da Fazenda Campina na safra 2014/2015, com distribuição das glebas (invernadas) com áreas de preservação permanentes (APP); área de reserva; área com soja de primeiro ano; área com soja de segundo ano; e, as novas áreas com cultivo de soja em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Caiuá, SP.

Apesar de o volume de precipitação pluvial acumulado ter sido alto, com 750 mm em média, verificou-se a ocorrência de veranico de 29 dias em todas as glebas, incidindo déficit hídrico às cultivares de soja em diferentes estágios reprodutivos entre o estágio reprodutivo R3 (início da formação da vagem, “canivete”) e o estágio R5 (início da formação da semente, enchimento dos grãos nas plantas de soja).

Dessa forma, a produtividade de soja de algumas glebas foi mais prejudicada do que outras. Por exemplo, nas glebas em que a cultura da soja apresentava 64 DAE na Invernada 16 (primeira data de plantio), 74 DAE na Invernada 7, e, 78 DAE na Invernada 18; e, a produtividade foi de 37,5; 32,8; e, 14,6 sacas

por hectare, respectivamente. Além disso, a menor produtividade foi observada na gleba Invernada 18, em que a soja estava em estágio reprodutivo mais avançado. Isso porque, foi onde ocorreu a primeira semeadura no início de novembro de 2014 e cujo sistema de manejo foi o preparo convencional do solo (PC).

Por outro lado, as maiores produtividades foram obtidas nas glebas sob SPD (Tabela 9), certamente, pelo efeito da melhor cobertura do solo com diferentes tipos de palhada de braquiária que promovem melhor estrutura do solo e maior armazenamento de água no solo, conforme afirmam Franchini et al. (2009) e Oliveira et al. (2015).

**Tabela 9.** Produtividade de soja para grão cultivada em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2014/2015.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 18 <sup>(5)</sup>	<i>B. decumbens</i>	PC	79,8	711	1.166
Invernada 7 <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milho + aveia-preta	SPD	102,6	800	3.364
Invernada 16 <sup>(6)</sup>	<i>B. decumbens</i>	SPD-MB	23,0	817	862
Invernada 4 <sup>(6)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milho	SPD	44,1	763	3.245
Invernada 2 <sup>(7)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milho silagem	SPD	73,1	693	3.604
Invernada 5 <sup>(7)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milho	SPD	64,9	735	2.608
Invernada 16 <sup>(7)</sup>	<i>B. decumbens</i>	SPD-MB	60,0	734	2.864
<b>Total</b>	-	-	<b>447,5</b>	<b>750,4</b>	<b>17.716</b>
<b>Média final<sup>(8)</sup></b>	-	-	-	-	<b>39,58</b>

<sup>(1)</sup> PC = preparo convencional; SPD = sistema plantio direto; SPD-MB = sistema plantio direto após mata-broto; <sup>(2)</sup> Área em hectares; <sup>(3)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre novembro de 2014 e abril de 2015; <sup>(4)</sup> Produção líquida em sacas de 60 kg; <sup>(5)</sup> Produtividade média final em sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>; <sup>(6)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de novembro de 2014; <sup>(7)</sup> Data de plantio: segunda quinzena de novembro de 2014; <sup>(8)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de dezembro de 2014.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Diferença similar entre produtividade de soja sob SPD em áreas com palhada de braquiária em solos arenosos sob Sistema São Mateus de ILP versus o sistema de PC foi observada por Salton et al. (2013). A produtividade de soja neste sistema de ILP foi de 66,2 sacas por hectare ( $3.973 \text{ kg ha}^{-1}$ ), enquanto, no PC, foi 50,5 sacas por hectare ( $3.027 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Na safra de 2012/2013, a produtividade da soja no Sistema São Mateus foi de 65,8 sacas por hectare ( $3.950 \text{ kg ha}^{-1}$ ), enquanto, no SPD convencional (sem palhada de braquiária), foi de 44,2 sacas por hectare ( $2.650 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Segundo Franchini et al. (2009), a cobertura do solo proporcionada por sistemas produtivos que incluam forrageiras tropicais na ILP, associada às melhorias na qualidade física do solo e no enraizamento da soja, proporcionadas por essas espécies, tem refletido no aumento da produtividade dessa cultura em relação a outros sistemas de produção, especialmente em anos caracterizados por períodos de deficiência hídrica. Isso foi comprovado pelos autores que observaram a cultura da soja com melhor desenvolvimento sobre palhada de braquiária comparativamente ao milho safrinha em duas safras. Isso se refletiu na produtividade da soja que, na safra 2007/2008, foi de 56 sacas por hectare sobre palhada de *B. ruziziensis*, seis sacas por hectare a mais do que a observada para a soja implantada após o milho safrinha. Na safra 2008/2009, quando ocorreu um período de 28 dias sem chuvas, as diferenças foram ainda maiores. Quando semeada em sequência à *B. brizantha*, a soja produziu 45 sacas por hectare, 11 sacas por hectare a mais em relação à soja após milho safrinha.

De acordo com Oliveira et al. (2015), isso ocorre porque a proteção da palhada de braquiária impede a ação direta dos raios solares no aumento da temperatura do solo, e, conseqüentemente, há redução da evaporação, mantendo o solo úmido por mais tempo. Com maior disponibilidade de água, as culturas subseqüentes podem se beneficiar, tornando-se menos susceptíveis a estresses hídricos causados por períodos de veranico. Os autores enfatizam também que o armazenamento de água no solo é maior em decorrência, principalmente, da aração biológica e do aumento do teor de MOS promovidos pela braquiária em rotação.

As Invernadas 7, 4 e 5 eram áreas com segundo ano sequencial de cultivo de soja. Maior produtividade de soja foi observada na Invernada 4, obtendo 73,6 sacas por hectare com veranico de 29 dias aos 55 DAE. Isso mostra o

potencial produtivo que existe em solos arenosos corrigidos e em segundo ano de cultivo, mesmo com veranicos (Tabela 9). A partir do segundo ano de implantação, na safra 2014/2015, mesmo com outro veranico de 29 dias, tanto a colheita de grãos como as pastagens foram formadas em melhores condições. De igual forma, a cobertura do solo com palhada foi mais adequada.

Na gleba Invernada 16/1 a cultura soja produziu 37,5 sacas por hectare com veranico de 29 dias aos 64 DAE (Tabela 9). Isso se deve, provavelmente, pelo manejo de solo adotado com utilização do implemento denominado “mata-broto”, que é um descompactador subsuperficial que promove rompimento de camadas compactadas do solo sem revolvimento das camadas superficiais e maior aeração do solo. Isso proporciona a manutenção da palhada na superfície do solo para o SPD e, ao mesmo tempo, permite melhor aprofundamento radicular pela descompactação do perfil do solo.

As áreas destinadas à produção de milho para silagem receberam aplicação superficial de calcário dolomítico ( $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ ) e de gesso agrícola ( $0,5 \text{ t ha}^{-1}$ ), dependendo dos resultados da análise de solo, e seguindo as recomendações de Sousa e Lobato (2004). No início de dezembro de 2014, as pastagens foram dessecadas com a primeira aplicação do herbicida glyphosate, repetida em sequência 12 dias depois. Em todas as áreas o milho foi consorciado com *B. ruziziensis* no Sistema Santa Fé de ILP.

O milho para silagem de planta inteira na safra 2014/2015 produziu em média  $41,9 \text{ t ha}^{-1}$ . Observou-se que milho obteve produtividades acima de  $40 \text{ t ha}^{-1}$  em glebas onde foi cultivado sob SPD em palhada de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Por outro lado, a menor produtividade de milho silagem foi de  $32,8 \text{ t ha}^{-1}$ , obtida na gleba Vizinho sob SPD em palhada de *B. decumbens*, que comparativamente ao *P. maximum* cv. Tanzânia produz menor volume de biomassa (Tabela 10).

As produtividades em cultivo de safra observadas na gleba Invernada 1 foram, respectivamente, de  $44,2 \text{ t ha}^{-1}$ , apesar de 29 dias de veranico durante o desenvolvimento vegetativo. A maior produtividade foi no cultivo de safrinha da mesma Invernada 1, possivelmente, devido ao fato de a época de semeadura ter sido no início de fevereiro de 2015, quando as condições climáticas haviam se estabilizado sem a ocorrência de déficits hídricos durante o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Por outro lado, na gleba Vizinho foi a

menor, pois, era uma área com pastagem degradada de *B. decumbens* com pouca palhada na superfície do solo e com pouco prazo para reação dos corretivos (Tabela 10).

**Tabela 10.** Produtividade de milho em safra e safrinha para produção de silagem de planta inteira consorciado com *B. ruziziensis* (Sistema Santa Fé) em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2014/2015.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação	Produtividade <sup>(3)</sup>
Invernada 1 <sup>(4)</sup>	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	SPD	63,8	673	2.817
Subtotal (Safra)	-	-	63,8	673 <sup>(5)</sup>	2.817
Invernada 1 <sup>(6)</sup>	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	SPD	15,0	578	710
Vizinho <sup>(6)</sup>	<i>B. decumbens</i>	SPD	25,0	578	820
Subtotal (Safrinha)	-	-	40,0	578 <sup>(7)</sup>	1.530
<b>Total</b>	-	-	<b>103,8</b>	<b>625,5</b>	<b>4.347</b>
<b>Média final<sup>(8)</sup></b>	-	-	-	-	<b>41,87</b>

<sup>(1)</sup> SPD = sistema plantio direto; <sup>(2)</sup> Área em hectares; <sup>(3)</sup> Produção líquida em toneladas; <sup>(4)</sup> Data de plantio: segunda quinzena de dezembro de 2014; <sup>(5)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre dezembro de 2014 e abril de 2015; <sup>(6)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de fevereiro de 2015; <sup>(7)</sup> Precipitação pluvial (em mm) acumulada entre fevereiro e maio de 2015; <sup>(8)</sup> Produtividade média final em toneladas por hectare.

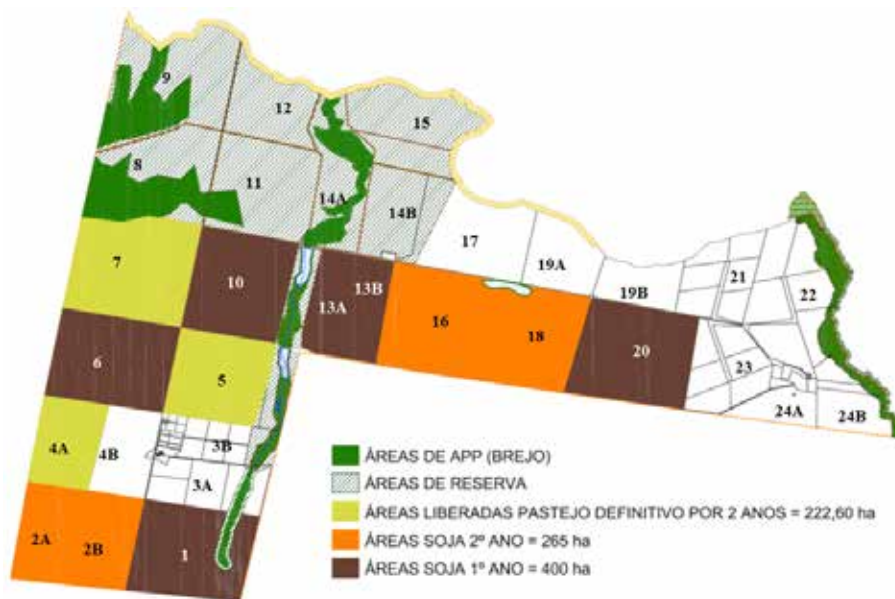
Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Também houve a produção de silagem de grão úmido na gleba Invernada 7, processo em que se estoca somente os grãos de milho colhidos com umidade em torno de 30%–40% e moídos para facilitar a compactação. O cultivo de milho nessas áreas foi sob SPD sobre palhada de soja e a produtividade média foi de 80,8 sacos ha<sup>-1</sup>.

Nesta safra, foram implantados, na Invernada 2B, três áreas com consórcios entre *P. maximum* e quandu-anão, como os seguintes cultivares: *P. maximum* cv. BRS Tamani, *P. maximum* cv. BRS Zuri e *P. maximum* cv. MG-12 Paredão.

## Safra 2015/2016

No terceiro ano de adoção da ILP, na safra 2015/2016, na Fazenda Campina (Figura 11), todo o processo foi mais adequado, inclusive com um veranico somente em algumas áreas (Invernadas 1, 2 e 10) e com duração de apenas 17 dias, quando a cultura estava com aproximadamente 65 a 76 DAE, ou seja, entre o estágio reprodutivo R3 (início da formação da vagem, “canivete”) e o estágio R5 (início da formação da semente, enchimento dos grãos nas plantas de soja).



**Figura 11.** Mapa da Fazenda Campina na safra 2015/2016, com distribuição das glebas (invernadas) com áreas de preservação permanentes (APP); área de reserva; áreas liberadas para pastejo definitivo por dois anos; área com soja no segundo ano; e, área com soja de primeiro ano em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Caiuá, SP.

Das quatro áreas com rendimentos superiores a 50 sacas por hectare, três delas eram áreas de segundo ano de soja em sequência (Invernadas 16, 18 e 2), com produtividades de 63,0 sacas por hectare, 56,0 sacas por hectare e 53,0 sacas por hectare, respectivamente. Nessa safra, o rendimento médio de grãos de soja foi de 48,7 sacas por hectare (Tabela 11), ou seja, 7 sacas por hectare superior ao da safra anterior.

Esses resultados corroboram com as observações de Vilela et al. (2008), os quais apresentaram dados que evidenciam o benefício da pastagem no rendimento de grãos de soja depois de um ciclo de 3 anos de pasto de *B. brizantha* cv. Marandu, que foi de 59,5 sacas por hectare, ou seja, 17% superior ao obtido no sistema de lavoura contínua que produziu 51,0 sacas por hectare. Ressalte-se, ainda, que esse maior rendimento de grãos foi obtido em área que recebeu menores quantidades de fertilizantes, em média 45% a menos, durante os 17 anos de cultivo, ou seja, com conseqüente economia no uso de fertilizantes e redução nos custos de produção.

**Tabela 11.** Produtividade de soja para grão cultivada em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2015/2016.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 16 <sup>(5)</sup>	<i>B. decumbens</i>	SPD	80	980	5.039
Invernada 18 <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milheto	SPD	80	981	4.479
Invernada 1 <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> após milheto	SPD	74	1070	2.937
Invernada 2 <sup>(6)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milheto	SPD	90	1004	4.771
Invernada 10 <sup>(6)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. Piatã	SPD-MB	84	865	3.535
Invernada 20 <sup>(6)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	SPD-MB	88	816	4.150
Invernada 6 <sup>(6)</sup>	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	SPD-MB	84	787	3.772
Invernada 13 <sup>(7)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. Piatã + <i>B. decumbens</i>	SPD-MB	74,6	771	3.226
<b>Total</b>	-	-	<b>655</b>	<b>895,7</b>	<b>31.910</b>
<b>Média final<sup>(8)</sup></b>	-	-	-	-	<b>48,7</b>

<sup>(1)</sup> SPD = sistema plantio direto; SPD-MB = sistema plantio direto após mata-broto; <sup>(2)</sup> Área em hectares;

<sup>(3)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre novembro de 2015 e março de 2016; <sup>(4)</sup> Produção líquida em sacas de 60 kg; <sup>(5)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de novembro de 2015; <sup>(6)</sup> Data de plantio: segunda quinzena de novembro de 2015; <sup>(7)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de dezembro de 2015; <sup>(8)</sup> Produtividade média final em sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Na safra 2015/2016, a produtividade de milho para produção de silagem de planta inteira foi de 27,4 t ha<sup>-1</sup>, sendo 36,7 t ha<sup>-1</sup> na safra (com 43% MS) e 22,5 t ha<sup>-1</sup> na safrinha (com 34% MS) (Tabela 12).



**Tabela 12.** Produtividade de milho em duas épocas de plantio (safra e safrinha) para produção de silagem de planta inteira consorciado com *B. ruziziensis* (Sistema Santa Fé) em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2015/2016.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação	Produtividade <sup>(3)</sup>
Invernada 4/B <sup>(4)</sup>	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	SPD	40	567	1.448
Invernada 3/A <sup>(4)</sup>	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	SPD	23	567	863
<b>Subtotal (Safra)</b>	-	-	<b>63</b>	<b>567<sup>(5)</sup></b>	<b>2.311</b>
Invernada 16 <sup>(6)</sup>	Soja (com mata-broto)	SPD	60,5	272	1.450
Invernada 18 <sup>(6)</sup>	Soja	SPD	60,5	263	1.276
<b>Subtotal (Safrinha)</b>	-	-	<b>121</b>	<b>267,5<sup>(7)</sup></b>	<b>2.726</b>
<b>Total</b>	-	-	<b>184</b>	<b>417,2</b>	<b>5.037</b>
<b>Média final<sup>(8)</sup></b>	-	-	-	-	<b>27,37</b>

<sup>(1)</sup>SPD = sistema plantio direto; <sup>(2)</sup>Área em hectares; <sup>(3)</sup>Produção líquida em toneladas; <sup>(4)</sup>Data de plantio: primeira quinzena de janeiro de 2016; <sup>(5)</sup>Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre janeiro e abril de 2016; <sup>(6)</sup>Data de plantio: primeira quinzena de março de 2016; <sup>(7)</sup>Precipitação pluvial (em mm) acumulada entre fevereiro e maio de 2016; <sup>(8)</sup>Produtividade média final em toneladas por hectare.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

A produção de silagem de grão úmido foi realizada em três glebas, com sistema de manejo do solo sob SPD sobre palhada de soja e a produtividade média foi de 59,6 sacas por hectare.

### Safra 2016/2017

Na safra 2016/2017, a cultura da soja ocupou áreas com teor de argila variando de 5% a 14%. Nessa safra, houve algumas variáveis de grande interferência da produtividade da soja, como por exemplo, áreas com muita pouca palhada, ano de poucas chuvas no período de agosto a novembro de 2016 e distribuição irregulares de chuva em todo período vegetativo.

No início do ciclo da soja, o cenário climático apresentou condições bastante favoráveis de precipitação pluvial, grande desenvolvimento estrutural e pouco crescimento radicular. Posteriormente, no enchimento de grãos, chuvas mal

distribuídas, além de altíssimas temperaturas, proporcionando o amadurecimento precoce das plantas, comprometendo significativamente o tamanho e o peso dos grãos de soja.

Assim, no quarto ano de adoção da ILP, algumas áreas (Invernadas 1, 21 e 10) apresentaram veranicos com duração de 17 dias, quando a cultura estava com aproximadamente 65 a 76 DAE, ou seja, entre o estágio reprodutivo R3 (início da formação da vagem, “canivete”) e o estágio R5 (início da formação da semente, enchimento dos grãos nas plantas de soja). Assim, nessa safra, o rendimento médio de grãos de soja foi de 40,8 sacas por hectare (Tabela 13), ou seja, 8 sacas por hectare inferior ao do ano anterior.]

**Tabela 13.** Produtividade de soja para grão cultivada em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2016/2017.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 1 <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i>	SPD	74,0	698	3.555
Invernada 10 <sup>(6)</sup>	<i>B. ruziziensis</i>	SPD-MB	81,3	719	3.498
Invernada 13 <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i>	SPD-MB	70,1	682	2.294
Invernada 17 B <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + sorgo	SPD	25,4	662	171
Invernada 20 <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i>	SPD	91,0	662	3.967
Invernada 21 A <sup>(5)</sup>	<i>B. decumbens</i>	SPD	26,5	662	481
Invernada 21 B <sup>(5)</sup>	<i>B. decumbens</i>	SPD	7,5	662	280
Invernada 23 <sup>(5)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	SPD	46,2	662	2.314
Invernada 24 <sup>(5)</sup>	<i>B. decumbens</i> + <i>B. humidicola</i>	SPD	42,5	662	1.546
Invernada 4/B <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milho	SPD	40,8	698	1.455
Invernada 6 <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i>	SPD-MB	83,8	719	4.481
<b>Total</b>	-	-	<b>589,1</b>	<b>682,2</b>	<b>24.042</b>
<b>Média final<sup>(7)</sup></b>	-	-	-	-	<b>40,8</b>

<sup>(1)</sup> SPD = sistema plantio direto; SPD-MB = sistema plantio direto após mata-broto; <sup>(2)</sup> Área em hectares;

<sup>(3)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre dezembro de 2016 e março de 2017; <sup>(4)</sup> Produção líquida em sacas de 60 kg; <sup>(5)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de dezembro de 2016; <sup>(6)</sup> Data de plantio: segunda quinzena de novembro de 2016; <sup>(7)</sup> Produtividade média final em sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Na Invernada 3/A foi realizado o cultivo de milho silagem em uma área de segundo ano com agricultura. No primeiro ano, utilizou-se o cultivo de milho para silagem consorciado com forrageira em uma área com *Panicum maximum* cv. Tanzânia estabelecido há mais de 18 anos. Foram feitas a calagem (2,0 t ha<sup>-1</sup>–2,5 t ha<sup>-1</sup>) e gessagem (0,5 t ha<sup>-1</sup>) seguindo as recomendações de Sousa e Lobato (2004), e o plantio direto de milho com *B. ruziziensis* em safrinha no ano de 2016 cuja produtividade foi de 37,5 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 12) e, em seguida, realizou-se pastejo de animais jovens com ganhos de 550 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>.

Na safra 2016/2017, foi implantada nesta área o consórcio de milho com *B. brizantha* cv. Marandu no Sistema Santa Fé de ILP de consórcio em sequência (semeadora-adubadora de milho e a braquiária com semeadora-adubadora de trigo). Em dezembro de 2016, foi realizado o plantio de milho consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu (com densidade de semeadura de 480 PVC<sup>4</sup>). A produtividade média de milho para produção de silagem em cultivo de safrinha nesta área foi de 47,5 t ha<sup>-1</sup> (com 32%–34% MS) (Tabela 14).

**Tabela 14.** Produtividade de milho em duas épocas de plantio em safrinha para produção de silagem de planta inteira consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu (Sistema Santa Fé) em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2016/2017.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 3/A <sup>(5)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milho	SPD	18	601	849,6
Invernada 3/A <sup>(6)</sup>	<i>B. ruziziensis</i> + milho	SPD	5	601	242
<b>Total</b>	-	-	<b>23</b>	<b>601</b>	<b>1.091,6</b>
<b>Média final<sup>(7)</sup></b>	-	-	-	-	<b>47,46</b>

<sup>(1)</sup> SPD = sistema plantio direto; <sup>(2)</sup> Área em hectares; <sup>(3)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre dezembro de 2016 e março de 2017; <sup>(4)</sup> Produção líquida em toneladas; <sup>(5)</sup> Data de plantio: segunda quinzena de janeiro de 2017; <sup>(6)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de fevereiro de 2017; <sup>(7)</sup> Produtividade média final em toneladas por hectare.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

<sup>4</sup> Pontos de Valor Cultural: é o produto da multiplicação entre a quantidade de sementes (kg ha<sup>-1</sup>) recomendada para plantio e o valor cultural (VC = %Pureza x %Germinação/100) de sementes de forrageiras.

Uma condição climática mais favorável e a ausência de veranicos foram importantes fatores para se atingir essa alta produtividade neste talhão, principalmente, por se tratar de uma região de baixa altitude e em solo arenoso (12% de argila). Segundo dados da propriedade, os custos de produção ficaram em torno de R\$ 110,00 por tonelada .

Depois da colheita com equipamento automotriz, foi realizado um pastejo imediato com 90 novilhas de 20 meses de idade para o consumo da sobra de milho e da braquiária em formação. Em seguida, após 20 dias, novamente um segundo pastejo com 152 garrotes (com 385 kg) em 18 ha da área, o que resultou em uma taxa de lotação de 7,2 UA ha<sup>-1</sup>. Em ambas situações, observou-se ganhos de peso diários de 550 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>–600 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, sem a utilização de adubos e fornecimentos de suplementação, apenas com o residual da lavoura e o sal mineral.

Nas áreas de silagem, por se retirar quase toda a massa da parte aérea das plantas e como a colheita ocorre mais cedo, normalmente ainda existem condições climáticas adequadas (chuvas e temperaturas), que vão favorecer o desenvolvimento da forrageira, permitindo que a pastagem se forme mais rápido e seja utilizada primeiro em relação àquela formada depois da colheita do milho grão (Alvarenga et al., 2011).

Guimarães Júnior et al. (2010) também observaram, por 2 anos, que pastagem de *B. ruziziensis* estabelecida em sistema de ILP em solos arenosos do Oeste da Bahia apresenta elevada disponibilidade de forragem 30 dias após a colheita do milho para grãos. No ano de 2008, a disponibilidade média total de massa de forragem foi de 14,8 t MS ha<sup>-1</sup>. Em 2009, a disponibilidade foi de 8,3 t MS ha<sup>-1</sup>. Em 2008, 4,3 t (29,1%) corresponderam à forragem e o restante, 10,5 t (70,9%), à resteva de milho. No ano de 2009, a disponibilidade de forragem foi 4,9 t MS ha<sup>-1</sup>, o que representa 59% da massa total de forragem. A resteva de milho representou 41%, correspondendo a 3,4 t MS ha<sup>-1</sup>.

A produção de silagem de grão úmido foi realizada na Invernada 7A com sistema de manejo do solo sob SPD e a produtividade média foi de 64,0 sacos ha<sup>-1</sup> com umidade de 29%.

## Safra 2017/2018

Na safra 2017/2018, a soja foi cultivada em 389,6 ha na Fazenda Campina, sendo, portanto, uma redução de área de mais de 200 ha com relação à safra anterior. Isso se deu por razões de ajuste econômico da atividade agrícola na propriedade, com objetivo de reduzir os custos de produção e os riscos em razão da instabilidade climática.

A produtividade média de soja foi de 59,1 sacas por hectare, alcançando mais de 62,9 sacas por hectare e 66,8 sacas por hectare nas Invernadas 4/B e 5, respectivamente. Essas produtividades foram obtidas em primeiro ano no segundo ciclo, ou seja, após 2 anos de agricultura e 2 anos de pastagens, sendo 13% superiores (8,7 sacas por hectare) do que as demais áreas que foram cultivadas no segundo ano, porém, ainda no primeiro ciclo, que somente foram cultivadas somente por uma vez com agricultura (Invernadas 1, 23, 24, NCV 2, NCV 3 e NCV 4). Essa produtividade superior ocorreu mesmo com veranico de 14 dias no período vegetativo próximo de 70 DAE nas áreas de soja no segundo ciclo de ILP (Tabela 15).

Na safra 2017/2018, o cultivo de milho para silagem de planta inteira foi realizado em 85 ha, com rendimento médio de 40,3 t ha<sup>-1</sup> (com 42%–45% MS) (Tabela 16). Apesar de o volume total de chuvas ter sido adequado, com volume médio de 613 mm, houve uma redução de produtividade comparativamente à safra anterior, que teve uma produtividade de 47,46 t ha<sup>-1</sup> com precipitação pluvial média de 601 mm. Isso pode ter ocorrido pelo fato de as áreas para produção de silagem nessa safra serem áreas de primeiro ano de cultivo.

Na Invernada 1, a semeadura do milho ocorreu em dezembro de 2017 e verificou-se um veranico de 15 dias aos 60 DAE. Por sua vez, na Invernada 22, a semeadura ocorreu em janeiro de 2018 e ocorreu um veranico de 15 dias, porém, aos 29 DAE. Portanto, a produtividade na Invernada 22 foi mais afetada e acabou reduzindo a produção anual de silagem.

**Tabela 15.** Produtividade de soja para grão cultivada em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas da Fazenda Campina (invernadas) e da Fazenda Nelore CV (NCV), Caiuá, SP, na safra 2017/2018.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 4/B <sup>(5,6)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	SPD	47,2	785	2.968
Invernada 5 <sup>(5,6)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	SPD	72,1	882	4.813
Invernada 23 <sup>(5)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	SPD	50,3	798	2.199
Invernada 24 <sup>(5)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	SPD	29,2	798	1.282
Invernada 1 <sup>(7)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	SPD	32,5	725	1.765
NCV 2 <sup>(7)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	SPD	55,0	754	3.256
NCV 3 <sup>(7)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	SPD	51,0	809	3.715
NCV 4 <sup>(5)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	SPD	52,3	823	3.044
<b>Total</b>	-	-	<b>389,6</b>	<b>804</b>	<b>23.043</b>
<b>Média final<sup>(7)</sup></b>	-	-	-	-	<b>59,14</b>

(1) SPD = sistema plantio direto; (2) Área em hectares; (3) Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre novembro de 2017 e abril de 2018; (4) Produção líquida em sacas de 60 kg; (5) Data de plantio: segunda quinzena de novembro de 2017; (6) Cultivo em 1º ano no segundo ciclo de ILP, ou seja, após dois anos de agricultura e dois anos de pastagens; (7) Data de plantio: primeira quinzena de dezembro de 2017; (8) Produtividade média final em sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Em 2017, também foi cultivada uma área de 48 ha de sorgo para silagem de planta inteira em safrinha, com uma produtividade de 24 t ha<sup>-1</sup> (com 38% MS). Esses resultados evidenciam que o cultivo em safra (novembro ou dezembro) gera melhores produtividades de silagem do que os cultivos em safrinha (janeiro em diante). Ainda ocorreu a produção de sorgo silagem de grão úmido, realizada na Invernada 5B com sistema de manejo do solo sob SPD e a produtividade média foi de 29,0 sacos ha<sup>-1</sup> com umidade de 32%.

**Tabela 16.** Produtividade de milho em duas épocas de plantio em safra e safrinha para produção de silagem de planta inteira consorciado com *B. ruziziensis* (Sistema Santa Fé) em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), palhada dos cultivos antecessores, sistema de manejo do solo, área e precipitação pluvial média acumulada em glebas (invernadas) da Fazenda Campina, Caiuá, SP, na safra 2017/2018.

Gleba	Palhada do cultivo anterior	Manejo do solo <sup>(1)</sup>	Área <sup>(2)</sup>	Precipitação <sup>(3)</sup>	Produtividade <sup>(4)</sup>
Invernada 1 <sup>(5)</sup>	<i>B. brizantha</i> cv. BRS Paiguás	SPD	67	688	296,1
Invernada 22 <sup>(6)</sup>	<i>B. decumbens</i>	SPD	18	538	468
<b>Total</b>	-	-	<b>85</b>	<b>613</b>	<b>3.429</b>
<b>Média final<sup>(7)</sup></b>	-	-	-	-	<b>40,34</b>

<sup>(1)</sup> SPD = sistema plantio direto; <sup>(2)</sup> Área em hectares; <sup>(3)</sup> Precipitação pluvial (em mm) média acumulada entre dezembro de 2017 e abril de 2018; <sup>(4)</sup> Produção líquida em toneladas; <sup>(5)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de dezembro de 2017; <sup>(6)</sup> Data de plantio: primeira quinzena de janeiro de 2018; <sup>(7)</sup> Produtividade média final em toneladas por hectare.

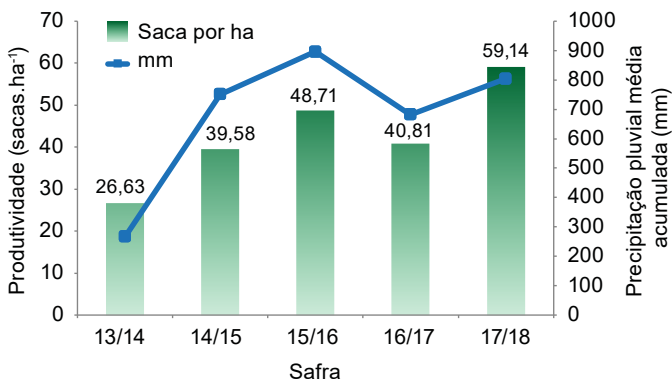
Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

### Evolução da produtividade vegetal

Pode-se observar uma evolução crescente nas produtividades de soja em sistemas de ILP na Fazenda Campina, saindo de 28,4 sacas por hectare na safra 2013/2014 para 59,1 sacas por hectare na safra 2017/2018 (Figura 12). Já na segunda safra 2014/2015 de adoção da ILP, a produtividade da soja foi 13,0 sacas por hectare maior do que na primeira safra. Na safra 2015/2016, a produtividade de soja foi 9,1 sacas por hectare superior do que no ano anterior. Porém, na safra 2016/2017, a média ficou em 40,8 sacas por hectare, ou seja, houve uma queda de 7,9 sacas por hectare comparativamente à safra anterior, provavelmente, devido à má distribuição das chuvas e as altas temperaturas na fase de enchimento de grãos. O volume final de precipitação nessa safra foi de 682,2 mm, ou seja, mais de 200 mm a menos que na safra anterior.

Dessa forma, houve aumento de produtividade nos três primeiros anos que iniciou a ILP, em que, na safra 2013/2014, fechou média de 26,6 sacas por hectare. Na safra 2014/2015, obteve-se média de 39,6 sacas por hectare e, na safra 2015/2016, média de 48,7 sacas por hectare. Na safra 2017/2018, a produtividade de soja voltou a crescer atingindo 59,1 sacos ha<sup>-1</sup>, totalizando

18,3 sacas por hectare a mais do que a safra anterior 2016/2017 (Tabela 13). Muitos fatores podem estar envolvidos, além da melhor distribuição de chuvas que atingiu 804 mm durante o ciclo da soja. Isto porque o cultivo de algumas áreas nesta safra já foi realizado em segundo ciclo, ou seja, após dois anos de agricultura em rotação com pastagens por 2 anos subsequentes, o que confere melhoria significativa na fertilidade do solo ao longo do tempo bem como aumento dos teores de MOS e melhor estruturação física do solo por meio do cultivo de forrageiras após soja e milho.



**Figura 12.** Evolução das produtividades de soja (sacas por hectare) em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e a precipitação pluvial média acumulada (mm) durante o ciclo de produção, entre as safras de 2013/2014 e 2017/2018. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

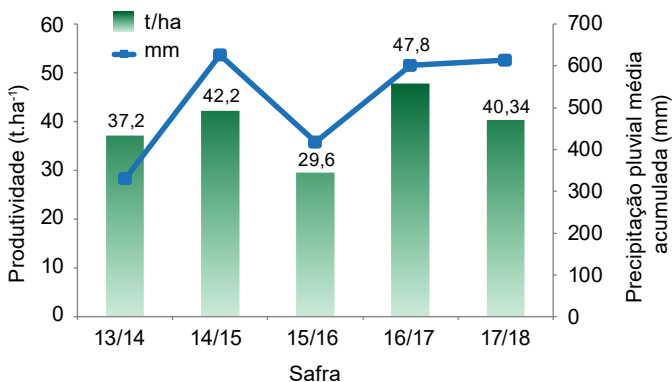
Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Os desafios para produzir soja nos solos arenosos, ou seja, em 70% da região Oeste Paulista, mesmo com adoção de ILP, são enormes. Os problemas não se referem apenas a baixa qualidade do solo. É necessário conviver com frequentes veranicos que, muitas vezes, atingem a cultura na fase de enchimento de grãos, nesse caso, a perda de produtividade será maior. Além dos veranicos em solos arenosos, a degradação da palhada e a mineralização da matéria orgânica é muito intensa. Mesmo com problemas de rápida decomposição da palhada e com veranicos, a Fazenda Campina vem utilizando a soja como estratégia para recuperação das pastagens. Os dados de produção de soja da Fazenda Campina desde o início da implantação dos sistemas integrados, nas safras 2013/2014 e 2014/2015, as produtividades foram de



26,6 sacas por hectare e 39,6 sacas por hectare, respectivamente. Nessas safras, as produtividades foram mais baixas em razão do longo veranico na fase de enchimento de grãos. Na safra 2015/2016, as condições climáticas foram melhores e a produtividade média foi de 48,7 sacas por hectare. Na safra seguinte (2016/2017), embora o período de veranico tenha sido o mesmo quanto ao número de dias (sem chuva), o impacto na produtividade foi maior em relação à safra anterior. Isso ocorreu em razão de o período sem chuvas ter atingido um número maior de talhões na fase de enchimento de grãos, ocasionando uma queda mais acentuada na média geral da fazenda, que foi de 40,8 sacas por hectare. A diferença entre as áreas de primeiro e segundo ano de soja foi extremamente significativa e demonstra que a construção da qualidade do solo é um processo dinâmico e contínuo e quando o manejo é bem feito sempre agrega benefícios a cada ano de cultivo (Moro; Borghi, 2018).

A evolução nas produtividades de milho para a produção de silagem de planta inteira iniciou-se com 37,2 t ha<sup>-1</sup> na safra 2013/2014, elevando-se para 42,2 t ha<sup>-1</sup> na safra 2014/2015 e caindo significativamente para 29,6 t ha<sup>-1</sup> na safra 2015/2016. Na safra 2016/2017, a produtividade de silagem subiu para 47,5 t ha<sup>-1</sup>, com uma precipitação acumulada de 601 mm; em 2017/2018, caiu para 40,3 t ha<sup>-1</sup>, com uma precipitação de 613 mm (Figura 13).



**Figura 13.** Evolução das produtividades de milho para produção de silagem (t ha<sup>-1</sup>) em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e a precipitação pluviométrica acumulada (mm) durante o ciclo de produção, entre as safras de 2013/2014 e 2017/2018. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Isso se deve, provavelmente, em razão de uma combinação de fatores, como por exemplo, cultivos em diferentes condições (áreas de primeiro, de segundo e terceiro cultivo), diferentes manejos e coberturas do solo, variação muito grande nas épocas de plantio entre as safras e distribuição irregular de chuvas tanto na safra como na safrinha.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Alvarenga et al. (2018), em Sete Lagoas, MG. Os autores apresentaram produtividades de milho para a produção de silagem de planta inteira em sistema de ILP, com 32,0 t ha<sup>-1</sup> na safra 2013/2014 (em uma safra com dois veranicos, um em novembro de menor intensidade e outro em janeiro mais severo); elevando-se para 39,0 t ha<sup>-1</sup> na safra 2014/2015 (com um veranico severo); passando para 45,9 t ha<sup>-1</sup> na safra 2015/2016 (em uma safra com dois veranicos: um em novembro de menor intensidade e outro em janeiro mais severo); na safra 2016/2017, a produtividade de silagem subiu para 49,8 t ha<sup>-1</sup> (com um veranico severo); e, por fim, na safra 2017/2018, caiu para 30,2 t ha<sup>-1</sup> (com um veranico severo).

Muitos dos benefícios verificados da adoção de ILP na Fazenda Campina estão em acordo com aqueles apresentados por Salton et al. (2015a), que destacam: maior produtividade das culturas anuais e da pecuária; redução dos custos de produção com a estabilização do sistema em médio prazo; maior estabilidade de renda em razão da diversificação das atividades econômicas; redução da vulnerabilidade das lavouras aos riscos climáticos e às oscilações de mercado.

Porém, os desafios dos sistemas de integração no Oeste de São Paulo são a construção da química e física do solo em profundidade, tendo em vista que a orientação é o SPD. Em solos arenosos, os maiores desafios são manutenção da palhada, elevar os teores de MOS e a fertilidade do solo, bem como, aumentar a retenção de água do solo. Fica claro que o grande obstáculo da ILP nesta região é na fase de lavoura, pois, produzir massa verde de forrageiras sempre foi e sempre será mais fácil do que produzir grãos (Moro; Borghi, 2018).

### **Evolução da fertilidade do solo**

O aumento dos rendimentos de grãos de soja na Fazenda Campina, bem como de milho e de forrageiras, deve-se especialmente ao maior provei-

tamento e reciclagem de nutrientes, pois, com a adoção da ILP, ocorre recuperação da fertilidade do solo com benefícios mútuos entre a agricultura e a pecuária (Kichel; Miranda, 2001; Kluthcouski; Aidar, 2003; Kluthcouski; Stone, 2003; Macedo, 2009; Macedo; Zimmer, 2007; Vilela et al., 2008; Vilela; Martha Júnior, 2010; Vilela et al., 2015).

Os resultados de algumas análises químicas dos solos de áreas de pastagens convencionais antes da adoção de ILP na Fazenda Campina apontaram para teores médios na camada de 0 cm–20 cm, por exemplo: (i) pH entre 4,0 e 4,5; (ii) saturação por bases (V%) entre 30% e 40%; (iii) fósforo (P) entre 2 mg.dm<sup>-3</sup> a 3 mg.dm<sup>-3</sup>; (iv) potássio (K) entre 1 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> a 2 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; (v) matéria orgânica do solo (MOS) entre 6 g.dm<sup>-3</sup> a 16 g.dm<sup>-3</sup>.

Essa baixa fertilidade de solo pode ser verificada pelos resultados de análise de solo em uma área considerada testemunha, pois, ainda é mantida como pastagem da forma tradicional da Fazenda Campina, ou seja, sem adoção de ILP. Na Tabela 17, pode-se constatar a presença de acidez elevada; baixos teores de P e K; elevados teores de H+Al, Al e m%; e, baixo valor de V%.

**Tabela 17.** Resultados de análise química do solo (0 cm–20 cm) da área testemunha, no ano de 2015. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Ano	pH	M.O	P Res.	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma Bases	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	S SO <sub>4</sub>
	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				-----	V%	m%	mg.dm <sup>-3</sup>		
2015	4,5	14	3	1,3	6	4	18	4	11	29	39	26	2

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Em uma área denominada Invernada 4 (solos com 17,8% de argila), que iniciou a ILP com o cultivo de milho na safra 2013/2014 e com soja em 2014/2015, foi possível observar melhoria nas propriedades químicas do solo, que, posteriormente, em 2015, alguns teores dos macronutrientes se elevaram. Assim, o pH, MOS, P e S tiveram incremento; enquanto, por outro lado, os valores de K, Ca, Mg, H+Al, CTC e V% tiveram seus teores reduzidos (Tabela 18).

Na Invernada 4, houve cultivo de milho para silagem consorciado com forrageira na safra 2013/2014 com produtividade de 39 t ha<sup>-1</sup>; cultivo de soja na

safrá 2014/2015, com produtividade de 73,6 sacas por hectare; cultivo de milho para silagem consorciado com forrageira na safrá 2015/2016 em parte da área, com produtividade de 36,2 t ha<sup>-1</sup>; cultivo de soja na safrá 2016/2017 em parte da área, com produtividades entre 24,8 sacas por hectare e 46,6 sacas por hectare; e, cultivo de soja na safrá 2017/2018 em parte da área, com produtividade de 62,9 sacas por hectare.

Com a intercalação de dois cultivos de milho para silagem consorciado com forrageira e subsequente manutenção de áreas com pastagens, entre três cultivos de soja, destacam-se o provável aumento dos teores de MOS de 9 para 14 g.dm<sup>-3</sup> (55,5%) pelo maior aporte de biomassa das forrageiras e elevado acúmulo de P, que passou de 8 mg.dm<sup>-3</sup> para 31 mg.dm<sup>-3</sup> (aumento de 287%).

**Tabela 18.** Resultados de análise química do solo (0 cm–20 cm) da Invernada 04, no ano de 2013 (com pastagem) e de 2015 (após cultivo de soja). Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Ano	pH	M.O	P Res.	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma Bases	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	S SO <sub>4</sub>
	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----					-----		V%	m%	mg.dm <sup>-3</sup>
2013	4,9	9	8	2,0	15	8	22	0	25	47	53	0	6
2015	5,1	14	31	0,5	12	5	18	1	18	36	49	5	7

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Na Invernada 5, houve comportamento semelhante para a maioria dos nutrientes, exceto para os teores de MOS uma vez que se observou redução de 36% (Tabela 19). Esse fato deve-se, provavelmente, porque, nessa área, ocorreu cultivo sucessivo de soja em SPD, porém, sem a produção de milho consorciado com forrageiras o que diminuiu muito o aporte de biomassa sobre o solo e, conseqüentemente, não favorece o aumento dos teores de MOS. Nessa área, houve um contínuo crescimento da produtividade de soja, que foi de 35 sacas por hectare (na safrá 2013/2014); 40,2 sacas por hectare (na safrá 2014/2015), e, entre 63,4 sacas por hectare e 70,7 sacas por hectare (na safrá 2017/2018).

**Tabela 19.** Resultados de análise química do solo (0 cm–20 cm) da Invernada 5, no ano de 2013 e de 2017. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Ano	pH	M.O	P Res.	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma Bases	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	S SO <sub>4</sub>
	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----							V%	m%	mg.dm <sup>-3</sup>
2013	5,5	11	2	1,2	13	6	13	0	20	33	61	0,0	3
2017	5,6	7	11	1,6	12	6	15	0	20	35	57	0,0	5

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Por sua vez, na Invernada 6, ocorreu fenômeno inverso, com aumento significativo dos teores de MOS que aumentou 250%, passando de 7,0 g.dm<sup>-3</sup> para 24,5 g.dm<sup>-3</sup> (Tabela 20). Isso pode ser explicado pelo fato de o primeiro cultivo de soja ter ocorrido em uma área em que era cultivada com *P. maximum* cv. Tanzânia em SPD após manejo do solo com equipamento mata-broto que promove a descompactação subsuperficial sem afetar a cobertura do solo, mantendo e melhorando a porosidade do solo. Na entressafra, a área foi cultivada diretamente com *B. ruzizizensis*, que permanecia em pastejo na entressafra.

No mesmo período, os teores de P aumentaram de 16,0 mg.dm<sup>-3</sup> para 22,8 mg.dm<sup>-3</sup> (aumento de 42,5%), bem como os teores de K aumentaram de 1,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> para 3,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, ou seja, um crescimento de 216%. Esses aumentos se devem ao efeito acumulativo de fertilizantes formulados aplicados nas linhas de plantio durante o cultivo da soja. Destaca-se também os incrementos de Ca e Mg, que praticamente tiveram seus teores dobrados entre 2014 e 2018 (Tabela 20). Todas as áreas receberam calagem superficial, e tem seus efeitos mais pronunciados ao longo do tempo. Segundo Flores et al. (2008), a presença de bovinos em pastejo na área incrementa o efeito em profundidade da calagem superficial de áreas de ILP sob SPD. Nessa gleba, a produtividade da soja se elevou de 44,9 sacas por hectare para 53,5 sacas por hectare, entre as safras de 2015/2016 e 2016/2017, ou seja, um aumento de 19%.

Na Invernada 16, houve incremento de praticamente todos os indicadores de fertilidade química do solo, entre 2014 e 2018, exceto para MOS e S, que tiveram redução de 2% e 32%, respectivamente. Os teores de P aumentaram

de 4,0 mg.dm<sup>-3</sup> para 8,8 mg.dm<sup>-3</sup>, ou seja, um aumento de 119%; o K aumentou 113%; o Ca aumentou 116%; o Mg aumentou 128%; e, a V% aumentou 35% (Tabela 21). Nessa gleba, houve incremento de 40,5% na produtividade de soja entre as safras 2014/2015 e 2015/2016, com rendimentos de grãos que passaram de 44,80 sacas por hectare para 62,98 sacas por hectare.

**Tabela 20.** Resultados de análise química do solo (0 cm–20 cm) da Invernada 6, no ano de 2014 e de 2018. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Ano	pH	M.O	P Res.	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma Bases	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	S SO <sub>4</sub>
	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----							V%	m%	mg.dm <sup>-3</sup>
2014	5,8	7,0	16,0	1,2	11,0	6,0	15,0	0	18,0	33,0	55,0	0	8,0
2018	5,6	24,5	22,8	3,8	22,8	12,0	17,3	0	38,5	55,8	67,8	0	4,8

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

**Tabela 21.** Resultados de análise química do solo (0 cm–20 cm) da Invernada 16, no ano de 2014 e de 2018. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Ano	pH	M.O	P Res.	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma Bases	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	S SO <sub>4</sub>
	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----							V%	m%	mg.dm <sup>-3</sup>
2014	5,0	22,0	4,0	1,3	8,0	4,5	17,0	0	14,0	31,0	45,0	0	7,0
2018	5,4	21,5	8,8	2,8	17,3	10,3	19,5	0	30,3	49,8	60,8	0	4,8

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

De maneira geral, observa-se uma evolução positiva na fertilidade de solos arenosos das glebas manejadas em sistema de ILP sob SPD na Fazenda Campina, geralmente, com aumentos nos teores de MOS e demais nutrientes (P, K, Ca, Mg, V%, etc.), bem como incrementos das produtividades de soja em safras consecutivas.

Da mesma forma, considerando sistemas bem manejados, Vilela e Martha Júnior (2010) citam como exemplos de impactos positivos da ILP o seguinte: (a) aumentos de 15% na MOS em relação aos níveis do Cerrado nativo; (b) aumento de 90% na eficiência de uso do fósforo, no longo prazo, em comparação à rotação soja-milho; e, (c) ganhos de produtividade de soja de 10% quando em sucessão a pastagens de maior produtividade e adubadas.

No início do ano de 2018, foi realizado um diagnóstico detalhado e monitoramento da fertilidade do solo, compactação e textura do solo, na Fazenda Campina por meio de técnicas preconizadas pela Agricultura de Precisão (AP). Os talhões foram identificados e classificados conforme orientação de manejo da propriedade rural e, após a organização dos talhões, iniciou-se os trabalhos de coletas das amostras de solo georreferenciadas nas seguintes profundidades: 0 m–0,10 m; 0,10 m–0,20 m; 0,20 m–0,40 m; e, 0,80 m–1,00 m de profundidade.

A estratificação da coleta de solo (0 m–0,10 m; 0,10 m–0,20 m; e 0,20 m–0,40 m) foi realizada para monitoramento da fertilidade em todo o perfil de solo, pois, as operações de correção e adubação são realizadas superficialmente, uma vez que, com a adoção da ILP sob SPD, eliminou-se a utilização do preparo convencional (PC) do solo. Especificamente, a amostragem de 0 m–0,10 m teve como principal objetivo conferir o avanço da fertilidade do solo, levando em consideração as áreas em que já se implantou a ILP. As amostragens abaixo de 0,20 m foram realizadas para averiguação de acidez subsuperficial. Por sua vez, a amostragem de 0,80 m a 1,00 m de profundidade teve como objetivo quantificar o teor de argila, análise importante para classificar o tipo de solo nos diferentes talhões.

Conforme pode ser observado na Figura 14, os resultados indicaram um avanço expressivo nos teores de MOS, P, K, Ca e Mg na profundidade de 0 m–0,10 m nas áreas em que os sistemas de ILP foram implantados a mais tempo e por mais de uma safra com agricultura (Tabela 22).

As primeiras glebas a se adotar a ILP na Fazenda Campina em 2013/2014 foram as Invernadas 5 e 7, nas quais, se repetiu o cultivo de soja na safra seguinte. Na Invernada 2, foi realizado o cultivo de milho-silagem em 2013/2014 e, na safra seguinte, nesta gleba foi cultivada a soja. As Invernadas 2, 16 e 18, que tiveram soja na safra 2013/2014, foram cultivadas novamente com soja na safra seguinte. De igual forma, as Invernadas 1, 6, 10, 13, que foram cultivadas com soja na safra 2015/2016, tiveram esse mesmo cultivo na safra 2016/2017. A Invernada 3/A foi cultivada por duas safras consecutivas com milho-silagem. E por fim, as Invernadas 1, 4/B, 23 e 24 que foram cultivadas com soja em 2016/2017, tiveram o mesmo cultivo na safra seguinte, e a Invernada 5 foi a aquela que, pela primeira vez na Fazenda Campina, teve o ciclo de ILP recomeçado na safra 2017/2018 (Tabela 22).

**Tabela 22.** Identificação das glebas (invernadas) com cultivo de soja e milho entre as safras de 2013/2014 e 2017/2018, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Safra	Soja	Milho
2013/2014	5, 7	2/A, 2/B, 4
2014/2015	2, 4, 5, 7, 16, 18	1, Vizinho
2015/2016	1, 2, 6, 10, 13, 16, 18, 20	3/A, 4/A, 16, 18
2016/2017	1, 4/B, 6, 10, 13, 17/B, 20, 21/A, 21/B, 23, 24	3/A
2017/2018	1, 4/B, 5, 23, 24, NCV 2, NCV 3, NCV 4	1, 22

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Como pode ser observado nos mapas da Figura 14, para amostras de solo realizadas entre 0 m–10 m, os maiores teores de MOS, P e Ca (cores verde escuro e verde claro) são verificados, coincidentemente, nas Invernadas 2 (A e B), 4 (A e B), 5, 6, 7, 10, 16, 18 e 20, em que se iniciou as primeiras safras com o cultivo de soja, mostrando a distribuição residual dos nutrientes aplicados na forma de fertilizantes dessa cultura. Já os maiores teores de K (cores verde-escura e verde-clara) foram superiores em torno das Invernadas 1, 6, 7 e 16, com valores entre  $4,5 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e acima de  $7,99 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ .

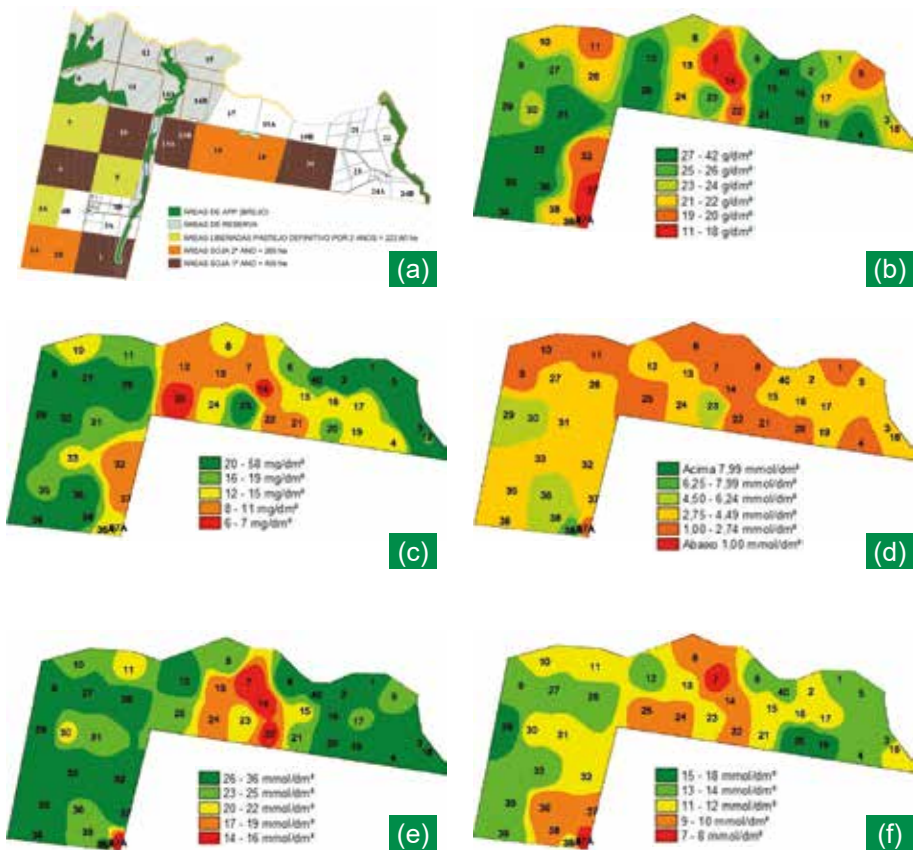
Um dos primeiros parâmetros considerados foi a MOS apresentada na Figura 14b. Sua importância é dada pela ligação direta com a qualidade do solo, fonte de nutrientes, principalmente N, P, S e B, dificuldade e custo para aumentar os valores nos solos arenosos. Em algumas glebas, houve um aumento médio de MOS na camada 0,10 m de  $11 \text{ g}.\text{dm}^{-3}$  para  $21 \text{ g}.\text{dm}^{-3}$ .

Com relação ao P, considera-se que, em algumas glebas, observou-se valores superiores em relação a outras, com incrementos de até  $10 \text{ mg} \text{ dm}^{-3}$  na profundidade de 0 m–0,10 m (Figura 14c), o que representa um custo de R\$  $200 \text{ ha}^{-1}$  a  $250,00 \text{ ha}^{-1}$ . Considerando que houve um aumento médio do teor de P na camada 0,10 m de  $6 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$  para  $26 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ , ou seja, o valor agregado no solo somente em função desse acréscimo de P foi de R\$  $500,00 \text{ ha}^{-1}$ .

Também se observou valores superiores da V%, da CTC e do pH em algumas glebas em relação às outras, na profundidade de 0 m–0,10 m (Figura 15a, 15b e 15c). A V% teve seus valores aumentados, coincidentemente, nas imediações das Invernadas 1, 2 (A e B), 3(A e B), 4 (A e B), 5, 6, 7, 8, 9,

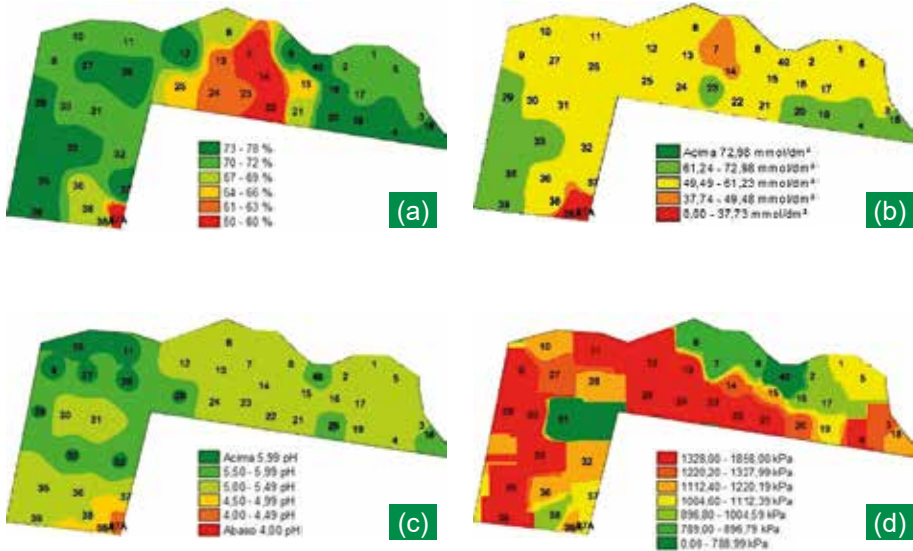


10, 15, 19 (A e B), 20, 21, 22, 23 e 24 (A e B). Apesar disso, todos os valores observados neste diagnóstico, indicam valores de V% acima de 50%–60% na profundidade de 0 m–0,10 m, considerados adequados por Sousa e Lobato (2004).



**Figura 14.** Mapa das glebas (invernadas) com cultivo de grãos em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) na safra 2015/2016 (a); mapa com teores de matéria orgânica do solo (MOS) na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (b); mapa com teores de fósforo (P) na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (c); mapa com teores de potássio (K) na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (d); mapa com teores de cálcio (Ca) na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (e); e, mapa com teores de magnésio (Mg) na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (f). Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Na maioria das áreas, os valores da CTC foram entre  $49,5 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  e acima de  $73,0 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ , considerados adequados altos por Sousa e Lobato (2004) para solos arenosos na camada de 0 m–0,20 m. Já o pH, em sua maioria, foi entre 5,00 e 5,99, adequados para Sousa e Lobato (2004).



**Figura 15.** Mapa com teores de Saturação por Bases (V%) na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (a); mapa com teores de capacidade de troca catiônica (CTC) na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (b); mapa com teores de pH na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (c); mapa com valores de resistência à penetração do solo na profundidade de 0 m–10 m na safra 2017/2018 (d). Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Fonte: Grupo CV e GFX Projetos.

O trabalho também permitiu observar que, nas glebas da Fazenda Campina, não se observou problemas com a compactação, pois, nessa camada, a pressão exercida para determinação da resistência à penetração do solo não ultrapassa 2 mil quilopascal (Figura 15d). Segundo Camargo e Alleoni (1997), valores até 2,5 mil quilopascal são considerados baixos e apresentam pouca limitação ao desenvolvimento das raízes.

Marchão et al. (2009) também observaram valores de resistência à penetração do solo inferiores à 2,5 mil quilopascal em área de ILP sob pastejo em

solos arenosos no Oeste da Bahia. Houve aumento da resistência à penetração acima desses valores somente nas áreas de trilha (restritas em relação à toda a área de pastejo), provavelmente, devido à ausência de cobertura do solo.

Com base no exposto conclui-se que, a ILP, além de todos os benefícios já conhecidos, promove um aumento significativo na fertilidade do solo, conforme relatam diversos autores (Kichel; Miranda, 2001; Kluthcouski; Aidar, 2003; Kluthcouski; Stone, 2003; Macedo, 2009; Macedo; Zimmer, 2007; Vilela et al., 2008; Vilela; Martha Júnior, 2010; Machado et al., 2011; Vilela et al., 2015; Kluthcouski et al., 2015; Vilela et al.; 2017).

### **Produtividade animal com adoção de sistemas de ILP**

Até a safra 2012/2013, a Fazenda Campina era uma propriedade rural de pecuária, dedicada à produção de genética animal superior, com índices zootécnicos bastante expressivos, devido à seleção genética e ao bom manejo de pastos adotado na rotina dessa propriedade rural. Portanto, até essa época, 100% da área útil da fazenda era dedicada à produção forrageira: pastejo convencional (47%), pastejo rotacionado (46%), silagem milho (5%) e silagem capim (2%).

Antes da adoção da ILP na Fazenda Campina, a pecuária era sustentada pelo manejo de pastagem rotacionado, com duas adubações, uma no início das águas e outra no início da seca. Durante o período seco, era utilizada uma suplementação à base de volumoso e concentrado, principalmente para a categoria da recria. Os machos precisavam obter um desempenho satisfatório para serem comercializados aos 20 meses de idade e as fêmeas um bom desenvolvimento para entrarem em reprodução na estação de monta aos 24 meses de idade.

Os principais benefícios de sistemas de integração para a pecuária, segundo Kichel et al. (2014), são: aumento da competitividade das cadeias de carne nos mercados nacional e internacional, com produção de carcaças de melhor qualidade, por uma pecuária de ciclo curto, pautadas em alimentação de qualidade, controle sanitário e melhoramento genético; aumento da produtividade e da qualidade do leite, inclusive na entressafra (período seco), também, em pasto, especialmente por pequenos e médios produtores; amortização

dos custos de formação e recuperação ou renovação de pastagens; manutenção da capacidade produtiva das pastagens em patamares sustentáveis; aumento da capacidade de suporte; aumento da oferta de alimentos e de melhor qualidade (especialmente na seca): pastagem, grão, silagem e feno com menor custo de produção; substituição da forrageira por espécie mais produtiva; redução da idade de abate; redução na idade da primeira cria e produção de leite; redução do intervalo de partos; melhoria da fertilidade do solo com reduções da erosão e da infestação de plantas daninhas; aumento do valor nutritivo das forrageiras; e, ambiência e conforto animal.

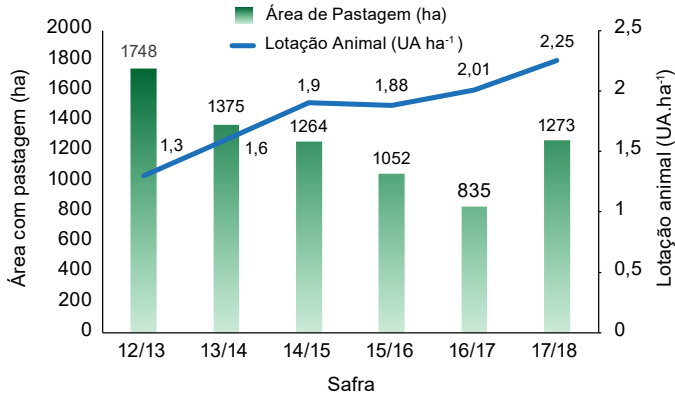
Atualmente, na Fazenda Campina, entre os meses de setembro e março, há uma diminuição significativa de áreas de pastagens, sendo esse período reservado para a agricultura. Isso só foi possível graças à introdução da ILP, que promove a renovação das pastagens, disponibilizando alimentos em maior quantidade e de melhor qualidade, mesmo na seca. Além disso, mais segurança e maiores ganhos também foram obtidos com a produção de silagem de milho, tanto da planta inteira como na de grão úmido, dando maior sustentação ao sistema como um todo.

O sistema de ILP predominante é o de 2 anos com atividade agrícola (soja na safra e milho+capim na safrinha, com pastejo no inverno), seguido de 2 ou 3 anos com atividade pecuária (pastagens rotacionadas no período de chuvas e na época seca). Com a adoção desse sistema, observou-se alterações na redução da área de pastagens, alteração da lotação animal e melhorias no desempenho de diferentes categorias de animais.

Na safra 2012/2013, considerado como ano-base, a área destinada à atividade pecuária na Fazenda Campina era de 1.748 ha, com uma lotação animal média anual de 1,3 UA ha<sup>-1</sup>. No primeiro ano de adoção da ILP, na safra 2013/14, houve uma redução de 21,33% na área de pastagem destinada à produção animal (para liberação de áreas para agricultura), passando para 1.375 ha. Por sua vez, no mesmo período, a lotação animal cresceu 23%, passando para 1,6 UA ha<sup>-1</sup> (Figura 16), devido à melhoria na oferta e na qualidade das pastagens formadas em sistema de ILP já no primeiro ano de adoção.

Quando se compara o ano-base de 2012/2013 com a safra 2016/2017, a área de pastagem destinada à produção animal foi reduzida em 52,2% e a lotação

animal cresceu 54,6%, passando a 2,0 UA ha<sup>-1</sup>. Na safra subsequente, ocorreu aumento da lotação chegando a 2,3 UA ha<sup>-1</sup> com uma redução da área de pastagem para 1.273 ha, em 2018 (Figura 16), o que evidencia que houve aumento na eficiência do uso da terra nas propriedades após a adoção da ILP.



**Figura 16.** Redução da área com pastagem (ha) destinada à atividade pecuária e ao aumento da lotação animal (UA ha<sup>-1</sup>) entre as safras de 2012/2013 a 2017/2018. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Isso se deve ao fato de as fazendas que adotam a ILP como estratégia de produção agrícola poderem se beneficiar da melhor estabilidade de produção de forragem para alimentar o rebanho durante o ano todo. No período das chuvas, as pastagens são mais produtivas, em virtude da melhoria da fertilidade do solo pelas lavouras. No período da seca, além da palhada e dos subprodutos de colheita, os pastos recém-estabelecidos permanecem verdes e com qualidade e quantidade para conferir ganhos de peso positivos ao invés de perda de peso, comum nesse período do ano, na maioria das fazendas da região do Cerrado (Vilela et al., 2011).

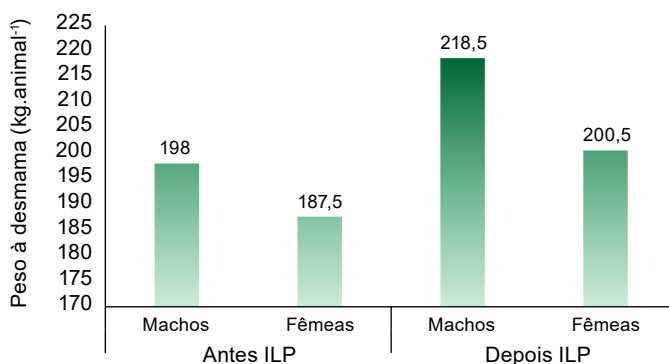
Salton et al. (2015b) também observaram aumento da produtividade das pastagens em ILP, maior lotação animal, maior produtividade de carne por área e melhor qualidade da pastagem durante a estação chuvosa e, durante a seca, maior oferta de forragem aos animais, sendo ambas as situações favorecidas pela adubação da lavoura antecessora.

Um outro exemplo semelhante do potencial benéfico da ILP em solos arenosos é da Fazenda Santa Terezinha, em Uberlândia, MG, a qual desenvolvia atividade de cria e tinha uma área, em 1983, de 1.014 ha de pastagens degradadas e um rebanho de 1.094 cabeças, ou seja, com uma taxa de lotação de 1,1 cabeças ha<sup>-1</sup>. Nessa propriedade rural, predomina Latossolo intermediário à Areia Quartzosa (Neossolo Quartzarênico) com textura franco arenosa. O principal sistema de ILP adotado consistia de cultivo de soja por 2 anos e, no terceiro, se introduzia a pastagem em plantio simultâneo com milho. Assim, a partir de 1985, a propriedade passou a destinar áreas de pastagens para a produção de soja em ILP até atingir, em 1996, a totalidade da área com um ou mais ciclos de lavoura. Em 1996, a área destinada a pastagens representava apenas 36% da área total da fazenda; o rebanho era de 1.200 cabeças, representando uma taxa lotação três vezes superior a inicial, em torno de 3,2 cabeças ha<sup>-1</sup> (Vilela et al., 1999).

De igual forma, a Fazenda Santa Brígida, em Ipameri, GO, que detinha uma taxa de lotação animal média anual era de 0,5 UA ha<sup>-1</sup> na safra 2006/2007, em pastagens degradadas e, após a adoção de ILP, passou a ser de 2,5 UA ha<sup>-1</sup> com animais em fase de engorda, durante 60 dias, no período de inverno; e atingindo até 4,6 UA ha<sup>-1</sup>, com animais em fase de recria, durante 120 dias também no período de inverno. Outro incremento importante foi na produtividade de carne, que passou de 2 @ ha<sup>-1</sup> para 16 @ ha<sup>-1</sup> no mesmo período (Oliveira et al., 2013).

Ao longo dos anos, com adoção da ILP na Fazenda Campina, observou-se o aumento médio do peso na desmama dos bovinos machos. Por exemplo, no ano de 2014, em pastagens tradicionais (antes da adoção de ILP), era 198,5 kg.animal<sup>-1</sup>, passando para 218,5 kg.animal<sup>-1</sup> nas pastagens formadas ou recuperadas com sistema de ILP. Já na categoria das fêmeas, o peso à desmama, antes da ILP, era de 187,5 kg.animal<sup>-1</sup>, passando para 200,5 kg.animal<sup>-1</sup> após ILP (Figura 17).

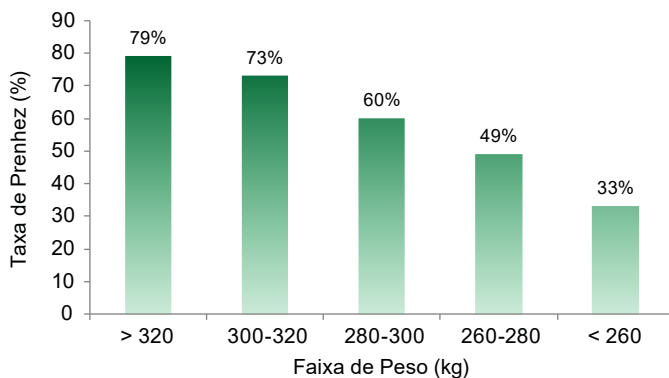
No caso específico das fêmeas e, após a fase de desmama, algumas bezerras melhor nutridas em pastos de inverno na ILP conseguiram atingir peso de até 300 kg.cab<sup>-1</sup>, o que possibilitou submetê-las à estação de monta e inseminação com idades entre 10 a 14 meses. Nesse sentido, atingiu-se uma precocidade sexual significativa para a primeira cria de novilhas, ou seja, novilhas “superprecoces”.



**Figura 17.** Peso à desmama (em kg.animal<sup>-1</sup>) de machos e fêmeas de bovinos da raça Nelore criados em pastagens tradicionais antes e após a adoção dos sistemas de ILP, no ano de 2014. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Em avaliação realizada no ano de 2015 com 700 novilhas após a realização de dois procedimentos de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), evidenciou-se o efeito da melhor nutrição com animais mais pesados (acima de 300 kg) tendo maiores taxas de prenhez, o que é somente obtido em pastagens após ILP (Figura 18).



**Figura 18.** Taxas de prenhez (%) de novilhas em função da faixa de peso (kg), no ano de 2015, na Fazenda Campina, Caiuá-SP.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Assim, as novilhas, que antes eram expostas à estação de monta com idade próxima de 24 meses, passaram a ser submetidas à reprodução aos 12 meses de idade, ou seja, metade do período anterior (Figura 19). Os índices foram satisfatórios e, principalmente, a categoria de primíparas não teve comprometimento em seus índices reprodutivos. Verificou-se também que as fêmeas que engravidaram aos 13 meses de idade não tiveram seu peso adulto comprometido e ainda desmamaram suas crias com apenas 10% do peso abaixo quando comparado aos filhos de multíparas (Figura 20).



Foto: Diogo Cardoso Rojas

**Figura 19.** Recria de bezerras superprecoces da raça Nelore Mocho pós-desmama com prenhez aos 13-14 meses criadas em área de pastagem formada após cultivo de soja e milho após a adoção dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Fazenda Campina, Caiuá, SP.



Fotos: Juliano Roberto da Silva

**Figura 20.** Fêmeas primíparas precoces (2 anos) da raça Nelore Mocho com parto recente em amamentação de bezerro (a), e, com final de prenhez em período pré-desmama de bezerro (b) criadas em área de pastagem formada após cultivo de soja e milho após a adoção dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Fazenda Campina, Caiuá, SP.



Na estação de monta, em 2015/2016, iniciou-se um programa de super-precoce em todas as novilhas nascidas na Fazenda Campina, submetendo todas as bezerras entre 10 e 14 meses à estação de monta por meio de inseminação. Os resultados foram satisfatórios e chegou-se aos 54% de bezerras prenhas ao final do trabalho. Para a estação 2016/2017, atingiu-se uma taxa de 64,5% de prenhez. Ao longo do tempo, se almeja superar 75%–80% de taxa de prenhez média para esta categoria, o que possibilita a realização de toda reposição de fêmeas da fazenda com bezerras de 1 ano, acelerando muito o progresso genético, melhorando o desfrute do rebanho e diminuindo os custos de recria com o encurtamento do ciclo produtivo.

Com as pastagens de qualidade na ILP e um ambiente nutricional mais favorável, foi possível ter boas condições com relação à reconcepção dessas bezerras quando primíparas, ficando em torno de 70% sem diferenças comparadas às primíparas de 3 anos. Os ganhos de peso e a possibilidade de prenhez precoce foram obtidos com grandes economias de ração que foi totalmente substituída pelas pastagens de inverno por meio da ILP.

É importante ressaltar que, para se obter esses resultados satisfatórios, uma atenção extremamente especial deve ser dada ao manejo nutricional dessa categoria, as bezerras precisam obter um ganho médio aproximado de 400 g. animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> da sua desmama até a desmama de sua primeira cria, ou seja, passar de 220 kg para 480 kg em 24 meses e ainda desmamar um animal com peso próximo de 200 kg. O tipo de suplementação varia conforme a época e a disponibilidade de forragens. Durante grande parte do período, apenas a pastagem de alta qualidade dos pastos formados com a ILP foi suficiente para atender ao desempenho delas.

O planejamento forrageiro é de extrema importância para o sistema de produção da Fazenda Campina. Após a colheita da soja, novas áreas são semeadas em cultivo de safrinha com milho para produção de silagem (planta inteira e grão úmido) consorciado com *B. ruziziensis*, e o tamanho da área dependerá das produtividades obtidas nas áreas já semeadas no verão. Nessas áreas, após a colheita do milho, a pastagem foi formada em condições de suportar uma lotação animal 1,3 UA ha<sup>-1</sup> na recria, com ganhos de peso vivo em torno de 610 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> por 60 dias entre junho e julho.

No ano de 2014, houve incremento no desempenho de animais em recria realizada em pastagens de *B. ruziziensis* formadas após o cultivo da soja em sistema de ILP, como pode-se observar na Tabela 23 e na Figura 21, em que foi possível se obter 536 g.cab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e 444 g.cab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, em machos e fêmeas, respectivamente, num período de 161 dias entre a desmama e agosto de 2014 durante o clico de recria em Sistema Boi Safrinha.

**Tabela 23.** Ganhos de peso vivo (g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), lotação animal (UA ha<sup>-1</sup>) e período (em dia) de recria de animais (machos e fêmeas) em área pastagens de *B. ruziziensis* formadas após o cultivo da soja em Integração Lavoura-Pecuária (ILP) no Sistema Boi Safrinha, no ano de 2014. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Categoria	Quantidade	Peso à desmama (kg)	Peso em agosto (kg)	Ganho de peso vivo (g.animal <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	Lotação animal (UA ha <sup>-1</sup> )	Período (dias)
Machos	529	222	263	536	1,7	161
Fêmeas	547	204	241	444		

Obs 1: GPV diário em g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> à pasto sem suplementação (entre abril e setembro de 2014)

Obs 2: GPV machos sistema tradicional = 102 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>

Obs 2: GPV fêmeas sistema tradicional = - 89 g. animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>

Obs 4: primeiros 25 dias de pastejo o ganho foi de 932 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.



Foto: Juliano Roberto da Silva

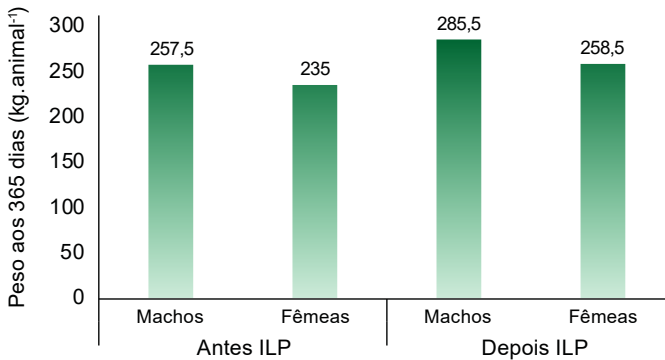
**Figura 21.** Pastagem de *B. ruziziensis* formada após cultivo da soja, em Integração Lavoura-Pecuária (ILP) no Sistema Boi Safrinha, no ano de 2014. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Ganhos semelhantes foram obtidos na Fazenda Triunfo, em Formosa do Rio Preto, na região Oeste da Bahia, em Latossolo Vermelho-Amarelo textura média e arenosa, em que é elevado o potencial de produção de carne na entressafra (período da seca) em pastagens formadas com ILP no Sistema Boi Safrinha. O ganho de peso, em equivalente carcaça, de bovinos machos inteiros com predominância da raça Nelore foi de 50,6 kg ha<sup>-1</sup> e 103,2 kg ha<sup>-1</sup> em áreas de pastagem de *B. ruziziensis* e *B. brizantha* cv. Piatã, respectivamente, ao passo que 29%, 28% e 42% dos animais foram abatidos, respectivamente, aos 70, 112 e 134 dias de pastejo. No período total de 134 dias de pastejo, a lotação foi 0,73 UA ha<sup>-1</sup> na área com *B. ruziziensis*, produzindo 800 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e uma produção de 3,4 @ ha<sup>-1</sup>. Na área com *B. brizantha* cv. Piatã, a lotação animal foi de 1,35 UA ha<sup>-1</sup>, produzindo 980 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e uma produção de 6,9 @ ha<sup>-1</sup>. O método de pastejo adotado nas áreas foi o contínuo e oferta inicial de 10% (na época seca não há crescimento das plantas) (Vilela et al., 2017).

Na Fazenda Campina, também ocorreu aumento do ganho de peso médio (em kg.animal<sup>-1</sup>) no período de 210 a 365 dias, e, em pastagens tradicionais (antes da adoção de ILP), o ganho de peso de machos nesse período era 59,8 kg.animal<sup>-1</sup> passando para 73,0 kg.animal<sup>-1</sup> nas pastagens formadas ou recuperadas com sistema de ILP. Já na categoria das fêmeas, o ganho de peso, no período de 210 a 365 dias, antes da ILP era de 47,2 kg.animal<sup>-1</sup>, passando para 70,0 kg.animal<sup>-1</sup> após ILP. Esses incrementos no ganho de peso foram em torno de 22% e 48%, respectivamente, para machos e fêmeas.

Assim, também houve aumento médio do peso aos 365 dias no primeiro ano de adoção de ILP, em 2014. Ou seja, o peso de animais macho com um ano de idade em pastagens tradicionais (antes da adoção de ILP) era 257,5 kg.animal<sup>-1</sup>, passando para 285,5 kg.animal<sup>-1</sup> nas pastagens formadas ou recuperadas com sistema de ILP. Já na categoria das fêmeas, o peso aos 365 dias antes da ILP era de 235 kg.animal<sup>-1</sup>, passando para 258,5 kg.animal<sup>-1</sup> após ILP (Figura 22).

Também Vilela et al. (2008) observaram que, no período das chuvas, o ganho de peso vivo de bovinos em recria foi de 683 kg ha<sup>-1</sup> em pastagem formada após o cultivo da soja em ILP, ao passo que, na pastagem degradada, o desempenho animal foi de 269 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 22.** Peso aos 365 dias (em kg.animal<sup>-1</sup>) de machos e fêmeas de bovinos da raça Nelore criados em pastagens antes e após a adoção dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), no ano de 2014. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Em termos de ganho na produtividade animal devido à adoção de sistemas de ILP, Vilela e Martha Júnior (2010) citam alguns exemplos de impactos positivos: (a) incrementos médios de produtividade animal na recria-engorda de cerca de quatro vezes (600 kg de peso vivo ha<sup>1</sup>.ano<sup>-1</sup>) em relação à recria-engorda na pecuária tradicional (120 kg–150 kg de peso vivo ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>); e (b) incrementos médios de produtividade animal na cria de cerca de três vezes (300 kg de bezerros desmamados ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) em relação à cria na pecuária tradicional (85kg–110 kg de bezerros desmamados ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

Anteriormente, na Fazenda Campina, a recria apresentava um ganho aproximado de 200 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, com suplementação volumosa à base de silagem de milho e de capim e de concentrado durante os meses de maio a outubro. Eram elevados os custos com adubação de pastagem e suplementação animal. Após a recria, os garrotes entram no período de 120 dias de preparação para leilões. Até a safra 2012/2013, o peso médio de entrada para esse período era de aproximadamente 350 kg, enquanto, após a implantação do sistema ILP, o peso passou para 380 kg.

Esses diferenciais são fruto de um ganho de peso vivo (GPV) maior durante o período da seca, em que a recria passou a ser manejada em pastagem de inverno de altíssima qualidade, com pastagens formadas após a colheita da

soja ou do milho para silagem, em Sistema Boi Safrinha. Os ganhos médios diários passaram de, aproximadamente, 200 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para mais 450 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, sem suplementação volumosa e de concentrado, somente sal mineral. Com a ILP, as pastagens permanecem vegetativamente ativas e produtivas durante todo o período seco, entre outono e inverno, o que gera mais oferta forrageira de qualidade na época mais crítica do ano, quando a maioria das pastagens tradicionais se encontram desidratadas e sem crescimento vegetativo (Figura 23).

Essa importante vantagem da ILP para a pecuária é confirmada por Kichel et al. (2014), os quais afirmam que a pastagem implantada após a lavoura é mais produtiva e de maior valor nutricional, pois aproveita o incremento de fertilidade do solo. Nesses casos, a pastagem conserva-se verde no período crítico do ano, ofertando aos rebanhos forragem em maior quantidade e qualidade que, na grande maioria das regiões brasileiras, ocorrem entre os meses de maio a outubro de cada ano.

Os índices zootécnicos levantados na Fazenda Campina mostram a evolução significativa nos últimos anos dos progressos alcançados com a adoção da ILP em 2013/2014, uma vez que antes disso, os indicadores eram muito baixos. Por exemplo, na safra 2017/2018, observou-se aumento expressivo na lotação animal por hectare que chegou a 2,25 UA ha<sup>-1</sup>, ganho de peso vivo diário (média anual) foi de 469Ng.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, produtividade animal foi de 16 @ ha<sup>-1</sup> e a taxa de desfrute chegou a 43,5% (Tabela 24).

**Tabela 24.** Evolução de indicadores da pecuária de corte com lotação animal (UA ha<sup>-1</sup>), área de pastagem (ha), ganho de peso vivo diário médio (g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), produtividade animal (@ ha<sup>-1</sup> equivalente carcaça) e taxa de desfrute (%), média anual de machos e de fêmeas (âguas e seca), nas safras de 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. Fazenda Campina, Caiuá, SP.

Indicador	Safra					
	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018
Lotação animal	1,3	1,6	1,9	1,9	2,0	2,2
Área pastagem	1.748	1375	1264	1.052	835	1.273
Ganho peso vivo	185	392	403	412	468	469
Produt. animal	2,4	10,5	11,3	11,5	14,1	16,0
Taxa de desfrute	-	-	-	41,8	43,7	43,5

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.



Fotos: Juliano Roberto da Silva

**Figura 23.** Pastagem formada em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), no mês de setembro de 2015, Fazenda Campina, Caiuá, SP (a); estrada e cerca mostrando a divisa entre a Fazenda Campina à esquerda e outra propriedade rural vizinha à direita (b); e, pastagem recuperada há 2 anos e manejada da forma tradicional propriedade rural vizinha, no mês de setembro de 2015, Caiuá, SP.

Os resultados obtidos na Fazenda Campina se aproximam daqueles observados por outros autores em diferentes condições. Por exemplo, resultados com a adoção do consórcio de culturas anuais com forrageiras (Sistema Santa Fé), nas Fazendas Santa Fé e Santa Lúcia, em Santa Helena de Goiás, GO, eram realizados com objetivo de produção de silagem de capim, notadamente de *B. brizantha*, ou de corte para distribuição no cocho de animais em confinamento (produção de 30 t matéria verde ha<sup>-1</sup> a cada 45 dias), bem como para produção de forrageira para pastejo direto na recria de bovinos. No primeiro ano de pastejo, na época seca, a lotação animal foi, em média, de 3,0 UA ha<sup>-1</sup> com ganho de peso entre 250 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>–300 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, apenas com fornecimento de sal comum. Nas águas, a capacidade de suporte chegou a 12 animais ha<sup>-1</sup> (com até 7,0 UA ha<sup>-1</sup>) de bovinos para recria (Kluthcouski et al., 2003).

Magnabosco et al. (2003) relatam efeitos benéficos da adoção da ILP por meio do Sistema Barreirão, em Goiânia, GO, com resultados médios referentes à taxa de lotação na seca e nas águas foi de 1,5 UA ha<sup>-1</sup> e 2,9 UA ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O ganho de peso acumulado médio foi de 470 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, ou seja, 31,3 @ ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. O mesmo autor também relata resultados obtidos na mesma região com a ILP pelo Sistema Santa Fé, sendo os pesos médios de entrada e saída dos animais nas áreas de 350 kg.animal<sup>-1</sup> e 473 kg.animal<sup>-1</sup>, respectivamente, o que gerou um ganho de 123 kg PV.animal<sup>-1</sup>, atingindo ganho de peso vivo diário médio de 1,293 kg.animal<sup>-1</sup>. Esses resultados mostraram que o Sistema Santa Fé de ILP viabilizou a terminação de animais em pastagens disponibilizadas para o período de entressafra, possibilitando um ganho acumulado por área de 332 kg PV ha<sup>-1</sup>.

Vilela et al. (2008) reportam desempenho animal em duas pastagens, uma degradada de *B. brizantha* cv. Marandu e outra formada após o cultivo da soja em ILP, em Planaltina, DF. Observou-se que, no período das chuvas, o ganho de peso vivo de bovinos em recria foi de 683 kg ha<sup>-1</sup> (ou 45,5 @ ha<sup>-1</sup> peso vivo ou 22,8 @ ha<sup>-1</sup> rendimento de carcaça de 50%), na ILP versus 269 kg ha<sup>-1</sup> (ou 17,9 @ ha<sup>-1</sup> peso vivo ou 9,0 @ ha<sup>-1</sup> rendimento de carcaça de 50%) na pastagem degradada.

Kichel et al. (2014) relatam resultados com sistemas de ILP no Mato Grosso do Sul, sendo a produtividade da cultura da soja, do milho safrinha e da carne, no período de outubro de 2006 a setembro de 2010, de 58 sacas.ha.ano<sup>-1</sup>;

37,7 sacas.ha.ano<sup>-1</sup>; e 31,4 @ ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente. A pastagem foi utilizada para recria e engorda de bovinos, que entraram no experimento com peso vivo de 170 kg a 200 kg e, após um ano de pastejo, saíram da área com 370 kg a 400 kg de peso vivo médio, com ganho médio diário de 548 g. animal<sup>-1</sup>. A lotação média obtida nos 4 anos foi de 4,71 animais de recria e engorda ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> ou 3,3 UA ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, a lotação máxima foi obtida no último ano com 5,7 animais ha<sup>-1</sup> ou 4 UA ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Nos sistemas de ILP, os autores afirmam que se pode aumentar a produtividade em 7,85 vezes ou 685% e a lucratividade em 18,3 vezes ou 1.730%, com redução no uso de pesticidas, tanto para as lavouras quanto para a pecuária de corte. Além da alta produtividade e qualidade da carne, o sistema permite reduzir a emissão de gases de efeito estufa por quilo de carne, aumentando os níveis de matéria orgânica no solo, mostrando ser um sistema altamente sustentável.

Também Vilela et al. (2015) consideram exemplos de impactos positivos do sistema de ILP na modalidade Boi Safrinha: (i) ganhos de produtividade de soja de 10% a 15% quando em sucessão a pastagens de maior produtividade e adubadas; (ii) no sistema de ILP com pastagem de curta duração (apenas na estação da seca), tem-se observado ganho de peso, em equivalente-carcaça, entre 6 @ ha<sup>-1</sup> e 12 @ ha<sup>-1</sup>; e (iii) ciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio, estimada em equivalente-fertilizante, em torno de 60 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de ureia, 95 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de superfosfato simples e 85 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, respectivamente.

Resultados obtidos em área experimental da Embrapa, em Sinop, MT, os sistemas de integração (ILP, ILPF e IPF) tiveram produção de carne muito superior à de pastagens extensivas, entre os anos de 2015 e 2017. No sistema de ILP, a produtividade de carne foi de 24,3 @ ha<sup>-1</sup>, na safra 2015/2016, e de 30,1 @ ha<sup>-1</sup> na safra 2016/2017, com lotação média de 2,7 UA ha<sup>-1</sup>. Por sua vez, no sistema ILPF em que a área foi lavoura de soja e milho com braquiária por 2 anos, seguida por 2 anos de pastagem com *B. brizantha* cv. Marandu, com linhas simples de eucalipto a cada 37 m, resultou em 30,9 @ ha<sup>-1</sup> na safra 2015/2016 e 40,6 @ ha<sup>-1</sup> na safra 2016/2017, com lotação média anual de 3,47 UA ha<sup>-1</sup>. A produtividade obtida na ILPF é 10 vezes maior do que a média de produção do Mato Grosso, que é de 4 @ ha<sup>-1</sup>, e também muito superior à média nacional da pecuária de corte que é de 6 @ ha<sup>-1</sup> (Embrapa, 2017).



Considerando-se a produtividade média de carne em sistemas com pastagens nativas e cultivadas como sendo de 30 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 90 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente, e um potencial de produtividade para pastagens recuperadas e em ILP e ILPF de 180 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 340 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente, percebe-se o grande avanço que a pecuária brasileira pode alcançar nos próximos anos, para atender à crescente demanda nacional e internacional por carne bovina (Zimmer et al., 2012).

### **Diversificação produtiva com adoção de Sistemas de ILP**

Segundo Kichel e Miranda (2001), as principais vantagens do uso da ILP são: recuperação da fertilidade do solo; facilidade na aplicação de práticas de conservação do solo e recuperação de pastagens com custos mais baixos; melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; uso eficiente de fertilizantes; maior eficiência na utilização de máquinas, equipamentos e mão de obra; diversificação do sistema produtivo; e, aumento da produtividade do negócio agropecuário, tornando-o sustentável em termos econômicos e agroecológicos.

Ao longo de mais de três décadas, a Fazenda Campina se transformou numa propriedade rural especializada em produção animal da raça Nelore Mocho cuja única atividade econômica era a pecuária. Com a adoção de um programa de ILP, desde a safra 2013/2014, a Fazenda Campina estabeleceu algumas metas, como por exemplo:

- 1) Diversificar o negócio, as receitas e o fluxo de caixa da propriedade rural.
- 2) Produzir grãos em até 50% da área útil sem diminuir o rebanho de bovinos.
- 3) Produzir silagem de planta inteira ou de grão úmido em safra ou safrinha para alimentação do rebanho em geral e terminação de touros, tourinhos e matrizes para leilões.
- 4) Melhorar desempenho animal pós desmame, devido à melhores pastagens de inverno em abundância e de alto valor nutritivo.
- 5) Ganhos de peso vivo de bovinos no período da seca (120 dias) com médias de 450 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>–500 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, sem suplementação.

- 6) Diminuir período de terminação de tourinhos destinados a leilão de animais de genética superior.
- 7) Superprecocidade da prenhez de novilhas (10–14 meses com IATF) com peso acima de 300 kg.animal<sup>-1</sup>, diminuindo assim uma categoria nas fêmeas (recria) e aumentar produção de bezerros sem aquisição de novas matrizes.

Ao longo das últimas safras, observa-se que foi possível atingir boa parte dessas metas. Isso porque um dos principais benefícios da adoção da ILP nas condições de solos arenosos da Fazenda Campina é a possibilidade de se obter diferentes produtos e resultados em condições de sequeiro no período de 12 meses, como por exemplo: (i) colheita de 26 sacas a 59 sacas por hectare de soja na safra; (ii) colheita de 29 t ha<sup>-1</sup> a 40 t ha<sup>-1</sup> de milho para silagem consorciado com forrageiras (safrinha); (iii) engorda de bovinos com lotação de 2,25 UA ha<sup>-1</sup> e ganho de peso vivo acima de 450 g.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, durante o período seco entre final de julho até outubro (Sistema Boi Safrinha); (iv) prenhez precoce de fêmeas aos 14 meses com inseminação; (v) produção de mais de 16 @ ha<sup>-1</sup>; (vi) taxa de desfrute acima de 43%; e (vii) produção de palhada para o SPD com conservação e melhoria de qualidade do solo.

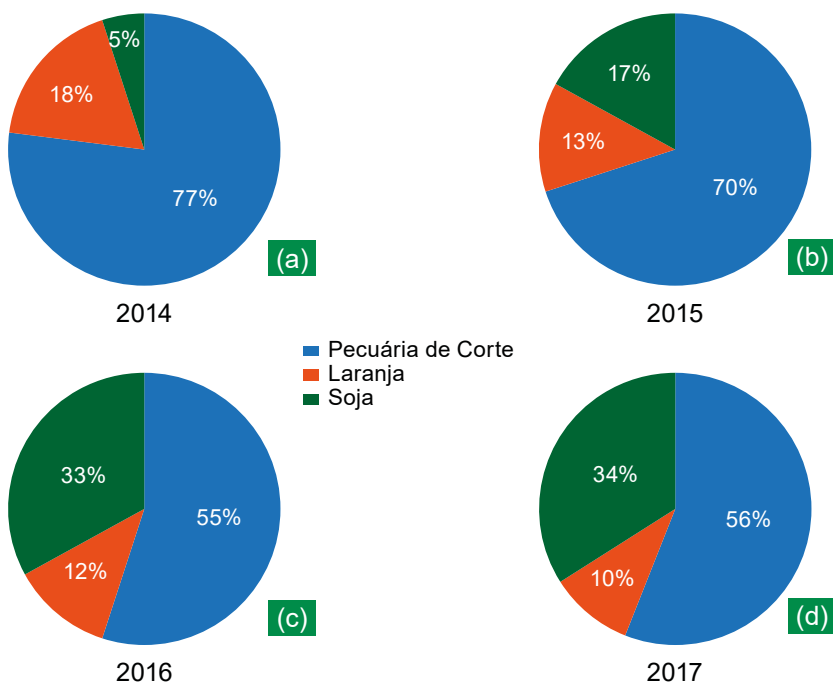
Como um dos principais resultados da adoção de diferentes sistemas de ILP nas propriedades do Grupo CV, pode-se citar a diversificação do faturamento empresarial, devido à maior diversificação produtiva. Isso pode ser representado pela evolução no cultivo de soja nas três propriedades rurais do Grupo CV, localizadas no Oeste Paulista e em Paulínia, SP, a partir da safra de 2013/2014, quando, até então, somente havia produção pecuária e cultivo de laranja (Tabela 25).

**Tabela 25.** Área (ha) com soja para grão cultivada em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), nas propriedades rurais do Grupo CV, entre a safra 2013/2014 e a safra 2017/2018.

Safra	Faz. Campina e Faz. Nelore CV	Faz. Santa Gina	Faz. São José	Área Total (ha)
2013/14	156	-	-	156
2014/15	448	-	144	592
2015/16	655	358	226	1.239
2016/17	795	365	340	1.500
2017/18	388	594	390	1.342

Observa-se uma significativa evolução da área cultivada com soja nas propriedades rurais do Grupo CV, especialmente, na Fazenda Campina/Nelore CV, que iniciou com uma área de 156 ha e que, na safra 2016/2017, chegou-se a cultivar 795 ha. De uma maneira geral, o Grupo CV cultivou 1.342 ha de soja na safra 2017/2018, mostrando a importância dessa cultura para a diversificação das cadeias produtivas destas propriedades rurais.

Com a diversificação produtiva pôde-se observar modificação no faturamento do Grupo CV. Esse fato fica evidenciado observando-se a Figura 24, em que a participação da soja no faturamento do Grupo CV era de 5% em 2014 e passou a 34% em 2017. Ao mesmo tempo, houve uma redução da participação da pecuária de 77% em 2014, passando a 56% em 2017. Entretanto, relatos do Grupo CV destacam que houve um aumento de 57% no faturamento total já no segundo ano de adoção da ILP.



**Figura 24.** Diversificação produtiva e de faturamento (em %) das propriedades rurais do Grupo CV, nos anos de 2014 (a), 2015 (b), 2016 (c) e 2017 (d).

Fonte: Fazenda Campina – Grupo CV.

Ao longo do tempo, também pôde-se observar que houve uma evolução positiva tanto da produtividade vegetal como da produtividade animal com a adoção da ILP na Fazenda Campina, o que tem caracterizado este sistema de produção como uma potencial alternativa de manejo sustentável de solos arenosos. Isso está em consonância com o que relatam alguns autores, os quais afirmam que a adoção da ILP possibilita a melhoria da produtividade vegetal e animal, da qualidade dos produtos e aumento da renda das atividades agropecuárias, integrando as explorações de lavoura, pecuária e/ou floresta em áreas já desmatadas, como alternativa aos monocultivos tradicionais (Cordeiro et al., 2015a; Kluthcouski et al., 2015b; Salton et al., 2015a).

## **Principais práticas e inovações agropecuárias aplicadas na Fazenda Campina**

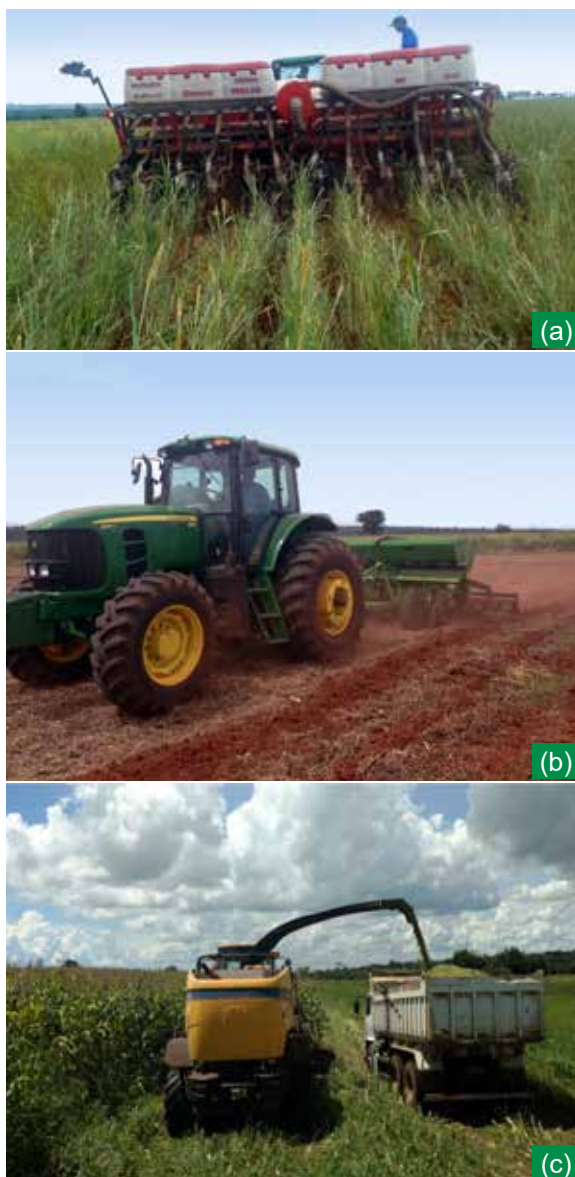
Devido ao fato de existirem poucas informações técnicas sobre atividade agrícola aplicadas de ILP em áreas de pastagens em solos arenoso, se propôs a realização de testes, novas práticas e validação de diferentes tecnologias na Fazenda Campina.

As principais práticas aplicadas na Fazenda Campina para se obter maiores produtividades são:

- 1) Aplicação superficial de calcário dolomítico para correção da acidez do solo arenoso, conforme necessidades apontadas pela análise do solo (dosagem média de  $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ ).
- 2) Aplicação superficial de gesso, na dosagem de  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ , seguindo recomendações para solos arenosos ( $\text{NG} = 50 \times \% \text{ argila}$ ).
- 3) Formação de elevado volume de palhada (em torno de  $8 \text{ t ha}^{-1}$ – $10 \text{ t ha}^{-1}$  de biomassa seca) oriunda das pastagens de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. na ILP para proteção da superfície do solo e aumento nos teores de MOS, com reflexos positivos sobre fertilidade do solo.
- 4) Adoção de SPD de soja em áreas com pastagens estabelecidas há muitos anos, sem preparo dos solos arenosos com objetivo de obter palhada, preservar e aumentar os teores de MOS (e todos os seus benefícios).

- 5) Adequação da regulagem de diferentes máquinas semeadoras-adubadoras para realização da operação de semeadura em condições de grande volume de palhada sob SPD e adoção de baixa velocidade ( $5 \text{ km.h}^{-1}$ – $6 \text{ km.h}^{-1}$ ) na operação de semeadura (Figura 25a).
- 6) Descompactação subsuperficial do solo com equipamento “mata-broto” (Figura 25b).
- 7) Colheita de milho para silagem consorciado com forrageiras (Figura 25c).
- 8) Utilização de inoculante líquido com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* pulverizado no sulco de semeadura da cultura da soja para promover a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Figuras 26a, 26b e 26c).
- 9) Inoculação com bactérias do gênero *Azospirillum* que fixam N associados às gramíneas, tal qual a braquiária, para promover a FBN.
- 10) Direcionamento das fileiras de soja e milho no sentido leste-oeste.

Plantio de mudas de eucalipto em fileiras duplas espaçadas em 2 m e espaçamento entre plantas de 1,4 m em cerca de 28 km com a finalidade de “quebra-ventos”, visando a diminuição da desidratação de lavouras na safra e de pastagens na entressafra (época seca), bem como proporcionar sombra e conforto térmico para os animais (Figuras 27a, 27b e 27c).



Fotos: Juliano Roberto da Silva

**Figura 25.** Semeadora-adubadora para SPD em áreas de pastagens na ILP (a); descompactação subsuperficial do solo com equipamento “mata-broto” (b); colheita de milho para silagem consorciado com forrageiras (c). Fazenda Campina, Caiuá, SP.



**Figura 26.** Faixa sem (verde-claro) e com (verde-escuro) inoculante líquido com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* pulverizado no sulco de semeadura da cultura da soja para promover a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) (a); raízes de soja sem nódulos (esquerda) e com nódulos (direita) de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (b); efeito na cultura de milho (época seca) da utilização (mais massa) ou não (menos massa no centro) de inoculante líquido com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* na soja na safra (c). Fazenda Campina, Caiuá, SP.



Fotos: Luiz Adriano Maia Cordeiro

**Figura 27.** Quebra-ventos com plantio de mudas de eucalipto em fileiras duplas e triplas nas divisas de glebas em diferentes épocas: durante a safra de soja (a); após a colheita de soja e durante o desenvolvimento das forrageiras no final da época chuvosa (b); durante a época seca com animais na sombra de eucaliptos (c). Fazenda Campina, Caiuá, SP.



Outras inovações estão sendo validadas ou experimentadas na Fazenda Campina, como por exemplo:

- 1) Validação do “Sistema Santa Ana” que visa a recuperação de pastagens com produção de silagem, que está sendo desenvolvido em parceria entre a Embrapa e a Unoeste.
- 2) Validação do “Sistema Vacaria”, que está sendo desenvolvido para a manutenção de pastagens produtivas.
- 3) Validação do “Sistema Santa Brígida” (Oliveira et al. 2010), o qual consiste no consórcio triplo entre milho, sorgo ou milheto com braquiária e guandu-anão, visando a produção de forragem com maior nível proteico.
- 4) Validação do consórcio de braquiária, milheto e feijão-caupi, visando a produção de forragem com maior nível mais proteico ainda.
- 5) Validação de diferentes estratégias de sobressemeadura de forrageiras em solos arenosos.
- 6) Validação de equipamento que promove a injeção de calcário no subsolo.
- 7) Avaliação da eficiência de diferentes máquinas semeadoras-adubadoras para SPD em palhada de braquiária.
- 8) Validação da necessidade de descompactação de solos arenosos.
- 9) Validação do efeito de quebra-ventos nas pastagens.
- 10) Validação de diferentes formatos de ILP e de ILPF.
- 11) Validação de novas formulações de fertilizantes.
- 12) Validação de novas moléculas de agroquímicos agrícolas.
- 13) Validação de diferentes alternativas de inoculação da soja com *Bradyrhizobium*.
- 14) Validação da aplicação de nitrogênio na braquiária, ante da dessecação.

- 15) Validação da aplicação antecipada da cobertura nitrogenada em milho e sorgo.
- 16) Validação da silagem de grão úmido de milho.
- 17) Validação de novas espécies e cultivares de forrageiras, gramíneas e leguminosas.
- 18) Validação de novas cultivares de culturas graníferas.
- 19) Validação da prenhez precoce em novilhas Nelore Mocho.

## **Transferência de tecnologias na Fazenda Campina**

O aumento da adoção de sistemas de ILP e ILPF depende de um esforço de comunicação e de transferência de tecnologia (TT) pelas instituições públicas e privadas envolvidas no processo de geração dessa tecnologia. Muitas ações já vêm sendo desenvolvidas pela Embrapa e por diversas instituições parceiras em todas as regiões brasileiras, mas que, em virtude da baixa adoção, precisam ser intensificadas com objetivo de aumentar a intensificação sustentável. O desafio atual é de ampliar ações compartilhadas com instituições públicas e privadas, bem como fortalecer a rede de diferentes atores envolvidos na difusão de sistemas de ILP/ILPF.

O processo de adoção de ILP e ILPF na Fazenda Campina é resultado de um trabalho em parceria entre o Grupo CV, a Embrapa, a Cooperativa Cocamar, a Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) e a Associação Rede ILPF<sup>5</sup>. Essa parceria tem se consolidado com foco na promoção da adoção de sistemas de integração em solos arenosos e, dessa forma, visa transformar estas propriedades rurais em referências para a disseminação de informações, inovações e soluções tecnológicas que têm alto potencial de aumentar a sustentabilidade da produção agropecuária nessa região.

Portanto, este trabalho conjunto vem sendo desenvolvido com este objetivo de promover a TT de ILP e ILPF para solos arenosos, ou seja, busca adotar

---

<sup>5</sup> Associação formada pelo Bradesco, Ceptis, Cocamar, John Deere, Premix, Soesp, Syngenta e Embrapa. Tem o objetivo de acelerar uma ampla adoção das tecnologias de sistemas de integração (ILP, IPF, ILF e ILPF) por produtores rurais como parte de um esforço visando a intensificação sustentável da agricultura brasileira.

um processo pelo qual o conhecimento básico, a informação e as inovações se movem desde a sua geração até a sua aplicação prática com a efetiva utilização por um usuário.

Assim, diversas ações de TT vêm sendo realizadas nas propriedades do Grupo CV. Por exemplo, em 2014, foi realizado o primeiro dia-de-campo sobre ILP na Fazenda Campina com a presença de 380 participantes. Em 2015, foram realizados dois dias-de-campo sobre sistemas de integração, sendo um em fevereiro com a presença de 128 participantes e, outro em junho com a presença de 720 participantes. Na mesma época, foi realizado um seminário com palestras sobre ILP, ILPF e genética bovina. Em 2016, foi realizado o quarto dia de campo sobre a produção de culturas anuais graníferas na ILP e na ILPF, no mês de março, com a presença de 148 participantes. Paralelamente a esses eventos, anualmente, é realizada uma reunião técnica de ILPF nas dependências da Unoeste, com objetivo de apresentação de palestras e realização de debates sobre temas diversos em torno dos sistemas de integração. O dia de campo de agosto de 2017 teve aproximadamente 480 pessoas (Figuras 28 e 29).

Além dos dias de campo, são inúmeras as visitas técnicas compostas por grupos de produtores rurais, técnicos, professores ou alunos de cursos de Ciências Agrárias, da região, de outros estados brasileiros e de outros países que visitaram as propriedades rurais do Grupo CV para conhecer os sistemas de ILP e de ILPF. Ademais, são inúmeras as entrevistas para a mídia televisiva, diversas matérias são veiculadas em jornais e revistas sobre agronegócio e produção agropecuária (Franco, 2014).



Fotos: Edeimar Moro

**Figura 28.** Abertura (a) e palestra (b) na reunião técnica sobre Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), no Campus II da Unoeste, em Presidente Prudente, SP.



Fotos: Edemar Moro

**Figura 29.** Abertura do dia-de-campo (a); e, palestra na estação de campo (b) sobre Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Fazenda Campina, Caiuá, SP.

A Embrapa e seus parceiros vêm intensificando a atuação em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em sistemas de ILP e ILPF visando à expansão segura e sustentável dessas tecnologias pelo sistema produtivo nacional. Atualmente, vários centros de pesquisa da Embrapa trabalham com este sistema em todos os biomas brasileiros, com o objetivo de gerar, validar e transferir tecnologias para técnicos, professores, estudantes e produtores rurais, utilizando as Unidades de Referência Tecnológica (URT). A URT é um modelo físico de sistema de produção, implantada em área pública ou privada, normalmente em fazendas de referência, visando a validação, a demonstração e a transferência das tecnologias geradas, adaptadas e/ou re-

comendadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), considerando as peculiaridades de cada região. Essas unidades são utilizadas como importante ferramenta para a implementação de um amplo programa de treinamento, diferenciado e contínuo, para a formação de agentes multiplicadores e a estruturação de uma rede de instituições, profissionais e conhecimentos. Assim, as URTs imprimem capilaridade suficiente para disseminar os conceitos inerentes à ILP e ILPF, transferir os sistemas e as tecnologias necessários e adequados a cada ecorregião e promover a inovação e a sustentabilidade agrícola. A URT ILP/ILPF objetiva reproduzir sistemas de produção diversificados de grãos, fibra, carne, leite, lã, produtos florestais, entre outros, realizados na mesma área, em plantio consorciado, em sucessão ou rotação, porém em escala reduzida. Os sistemas são implantados de forma a maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais e seus respectivos resíduos, assim como efeitos residuais de corretivos e nutrientes, minimizar/aperfeiçoar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão de obra. Com esse propósito, a URT induz ao desenvolvimento de uma estratégia produtiva adaptada às peculiaridades de cada sítio. Em vez de ser “o modelo” para a região, é uma “referência tecnológica” de uso dos recursos da região de forma integrada e sustentável. Ao estabelecer exemplos de funcionamento dos sistemas de produção e das tecnologias mais adequadas às condições locais, favorece a adoção de novas técnicas, atitudes e/ou comportamentos, fato que implica em mudanças na visão dos produtores e técnicos e sua relação com o meio de produção (Balbino et al., 2011b; Balbino et al. 2011c; Cordeiro et al., 2015b).

Devido ao papel que já desempenha no processo de TT de sistemas de ILP e ILPF na região Oeste de São Paulo, a Fazenda Campina tornou-se uma URT de ILP/ILPF no projeto liderado pela Embrapa e pela Associação Rede ILPF que fomenta a adoção de sistemas de integração em todo o Brasil.

## Considerações finais

O manejo de solos arenosos por meio da Integração Lavoura-Pecuária (ILP) em Sistema Plantio Direto (SPD) pode viabilizar a intensificação sustentável do uso desses recursos naturalmente frágeis e com alta susceptibilidade à degradação.

A Fazenda Campina é um bom exemplo de propriedade rural para região Oeste do Estado de São Paulo, em que predominam solos arenosos, de que a ILP em SPD é uma das alternativas de manejo sustentável desses solos. Além dessa fazenda, há vários exemplos de sucesso no Oeste Paulista.

A adoção da ILP na Fazenda Campina, Caiuá, SP, propiciou uma evolução positiva e significativa tanto da produtividade vegetal como da produtividade animal, aumentando a qualidade do solo, a diversificação do negócio e a viabilidade da atividade agropecuária nesta propriedade rural.

Em um trabalho de parceria envolvendo diferentes instituições, a Fazenda Campina já se transformou em uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) de ILP, executando um papel importante no processo de transferência de tecnologias desses sistemas com o objetivo de ampliar a sua adoção em regiões com solos arenosos do Oeste Paulista e adjacências.

## Referências bibliográficas

AGRITEMPO. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. **Estações Meteorológicas para o Estado de SP**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária / Unicamp-Cepagri. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/>. Acessado em: 27/11/2018.

AGROLINK. **Sistema ILPF apresenta crescimento e alcança quase 15 milhões de hectares**. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/sistema-ilpf-apresenta-crescimento-e-alcanca-quase-15-milhoes-de-hectares\\_418491.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/sistema-ilpf-apresenta-crescimento-e-alcanca-quase-15-milhoes-de-hectares_418491.html). Acessado em: 30/04/2019.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureira e pecuária nos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 25-58.

ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A. de; GATIBONI, L. C.; ROVEDDER, A. P.; COSTA, F. de S. Fragilidade de solos: uma análise conceitual, ocorrência e importância agrícola para o Brasil. In: CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. (Ed.). Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 367 p. Parte 1. Cap. 1. p. 25-50.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Documentos 47).

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; KLUTHCOUSKI, J. O milho na integração lavoura-pecuária. In: CRUZ, J. C.; MAGALHAES, 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. cap. 17, p. 269-278. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; OLIVEIRA, I. R. de; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. de; COELHO, A. M.; RESENDE, A. V. de; VIANA, M. C. M.; COSTA, P. M.; BARBOSA, F.

- A.; LOPES, L. S. **Sistema de Integração Lavoura-Pecuária como estratégia de produção sustentável em região com riscos climáticos**. 2. ed. rev. ampl. e atual. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 23 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 237).
- ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 41-60.
- 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. Eds. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 67-78.
- ANDRADE, A. G.; FREITAS, P. L.; LANDERS, J. N. Aspectos gerais do manejo e conservação do solo e da água e as mudanças ambientais. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. **Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 25-40.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011.
- BALBINO, L. C.; MARTINEZ, G. B.; GALERANI, P. R. (Ed.). **Ações de transferência de tecnologia de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 2007-2011**. Brasília, DF: Embrapa; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011b. 52 p.
- BALBINO, L. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. da. **Manual orientador para implantação de unidades de referência tecnológica de integração lavoura-pecuária-floresta URT iLPP**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011c. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e Função da Matéria Orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). 2. ed. rev. atual. ampl. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-18.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 4 ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132 p.
- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5 (Especial), p. 1040-1046, 2014.
- CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-43, jan./ago. 2015 (a).



CORDEIRO, L. A. M.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; DOMIT, L. A.; SILVA, P. C.; KLUTHCOUSKI, J.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SKORUPA, L. A.; WRUCK, F. J. Transferência de tecnologias para adoção da estratégia 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. 377-393. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 29-62.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil**: sistemas de cobertura do solo, Plantio Direto e preparo conservacionista do solo. TZ-Verag, Rossdorf: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH/IAPAR, 1991. 272 p. (Sonderpublikation der GTZ, n. 245).

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias. 2. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

DRUGOWICH, M. I.; STIVARI, A.; CEZÁRIO, A. C.; MENDES, C. F. C.; GUIMARÃES, O.; MURAKAMI, A. S.; INTERLICHE, P. H.; MARTINELLI, M.; SILVA, W. H. **Projeto para a Recuperação de Áreas Degradadas a partir de Diagnóstico da Situação Atual no Estado de São Paulo**. São Paulo: CATI, 2012. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/integraspl/oprojeto.php>. Acesso em: 02 maio 2016.

EMBRAPA. **Adoção de ILPF chega a 11,5 milhões de hectares**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17755008/adocao-de-ilpf-chega-a-115-milhoes-de-hectares>. Acesso em: 03 nov. 2016.

EMBRAPA. **ILPF resulta em maior ganho de peso na pecuária de corte**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/27642179/ilpf-resulta-em-maior-ganho-de-peso-na-pecuaria-de-corte>. Acesso em: 20 set. 2017.

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

FONTANA, A.; OLIVEIRA, A. P. de. Levantamento e caracterização de solos frágeis no Município de Luís Eduardo Magalhães, BA. In: CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. (Ed.). **Solos frágeis**: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, DF: Embrapa, 2015. pt. 1, cap. 3, p. 73-88.

FRANCA, T. J. F.; SILVA, J. R. O Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 47, n. 1, jan./mar. 2017.

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p. (Documentos, 314)

FRANCHINI, J. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; SICHIERI, F.; PADULLA, R.; DEBIASI, H.; MARTINS, S. S. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Noroeste do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 14 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 86).

FRANCO, M. A saga de um “integrador” de primeira viagem: o pecuarista Carlos Viacava enfrenta o desafio de fazer ILP em solos arenosos. **Revista DBO, Reprint Especial**, 2014. 11 p.

FRANCO, M. Santa Ana é nova opção para reforma de pastagens: sistema, lançado pela Unoeste em parceria com a Embrapa, permite produzir silagem e elevar capacidade de lotação a baixo custo. **Revista DBO**, ano 34, n. 314, abril de 2015, p. 106-108.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; PULROLNIK, K.; MIRANDA, A. A. **Massa seca, composição química e proporções de *Brachiaria ruziziensis* e de resteva de milho em área de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) no Oeste Baiano**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 16 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 300).

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. (Embrapa Soja. Documentos, 335).

IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.html.shtm>. Acesso em: 09 maio 2016.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistema de integração agricultura e pecuária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. (Embrapa Gado de Corte. Circular Técnica, 53).

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): experiências no Brasil. **B. Indústria Animal**, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 264 p.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagem do cerrado com arroz. 1 – Sistema Barreirão**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP: 1991, 20 p. (CNPAP. Documentos, 33).

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

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; STONE, L.F. Fazendas de Referência na Integração Lavoura-Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.) **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 535-554.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Manejo Sustentável dos Solos dos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds) **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 59-104.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 129-141.

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; MARCHÃO, R. L. Potencial para adoção da estratégia de integração Lavoura-Pecuária-Floresta para o uso sustentável de solos arenosos. 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, 2015a. p. 319-331. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MÜLLER, M. D. Conceitos e modalidades da estratégia 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, 2015b. p. 21-33. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

LAL, R. Laws of sustainable soil management. In: LICHTFOUSE, E.; NAVARRETE, M.; DEBAEKE, P.; SOUCHÈRE, V.; ALBEROLA, C. (Ed.). **Sustainable Agriculture**. London: Springer; France: EDP Sciences, 2009. p. 9-12.

LAL, R. Principles of Soil Management. In: LAL, R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 2013. p. 1-18.

LANDERS, J. N.; FREITAS, P. L. Preservação da vegetação nativa nos trópicos brasileiros por incentivos econômicos aos sistemas de integração lavoura-pecuária com plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE ECONOMIA E ECOLOGIA, 2001, Belém, PA. **Anais...** Belém: s.n., 2001.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproxim. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175 p.

MACEDO, J. Solos dos Cerrados. In: PEREIRA, V. P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M.C.P. Eds. **Solos Altamente Suscetíveis à Erosão**. Jaboticabal: FCAV/UNESP/SBCS, 1994. p. 69-76.

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

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DAS PASTAGENS, 2., Jaboticabal, 1993. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP: UNESP, 1993. p. 216-245.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistemas integrados de lavoura-pecuária na região dos Cerrados do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR / Ohio State University, 2007. 1 CD-ROM.

MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R. Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 27-48.

MACHADO, P. L. O. A.; MADARI, B. E.; BALBINO, L. C. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais: panorama Brasil. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. **Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 41-52.

- MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. **Integração lavoura-pecuária-floresta: 1. Estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 46 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 110).
- MAGNABOSCO, C. U.; FARIA, C. U.; BALBINO, L. C.; BARBOSA, V.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O.; SAINZ, R. D. Desempenho do Componente Animal: Experiência do Programa de Integração Lavoura e Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 459-495.
- MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; BERGAMASCHI, L. C.; BORTONCELLO, L. R. **Impacto de sistemas agrícolas nos atributos físicos, químicos e macrofauna num Latossolo do Oeste Baiano**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 30 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 228).
- MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; PALUDO, A. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Impacto do Pisoteio Animal na Compactação do Solo sob Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 6p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 163).
- MARTINS, S. S.; ANEFALOS, L. C.; ROCHA, M. B.; NEGRI NETO, A.; ALFONSI, R. R.; SILVA, J. R.; PEETZ, V. S.; TSUNECHIRO, A.; GHOBRI, C. N.; VICENTE, J. R. Potencial de expansão da área de grãos e do emprego agrícola no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 30, n. 12, dez. 2000.
- MORO, E.; BORGHI, E. Estado da arte e estudos de caso em sistemas integrados de produção agropecuária no sudeste do Brasil. In: SOUZA, E. D.; SILVA, F. D.; ASSMANN, T. S.; CARNEIRO, M. A. C.; CARVALHO, P. C. F.; PAULINO, H. B. **Sistemas Integrados de Produção Agropecuária no Brasil**. Tubarão: Copiart, 2018. v. 1. p. 255-276.
- OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: IAC/Embrapa Solos, 1999. 64 p.
- OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. 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).
- OLIVEIRA, P. de; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; MELO, R. A. de C. e; VILELA, L.; BALBINO, L. C. **Evolução de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 318).
- OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; BORGHI, E.; CECCON, G.; CASTRO, G. S. A. Atributos da braquiária como condicionador de solos sob integração lavoura-pecuária e 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. 333-353. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- PERES, R. M.; COUTINHO FILHO, J. L. V.; JUSTO, C. L.; MENDES, E. E. B.; DUARTE, A. P. Integração Agricultura Pecuária como Alternativa de Recuperação de Pastagens no Oeste do Estado de São Paulo. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 1., 2011, Votuporanga-SP. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2011. p. 1-13. (Documentos IAC, 99).

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1979. 549 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343 p.

RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J.; SILVA, J. E. da. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; FIGUEIREDO, C. C.; ZINN, Y. L. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. cap. 21, p. 359-417.

RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G. C.; SANTOS, E. J. S. modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 713-721, 1998.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. **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).

SALTON, J. C.; OLIVEIRA, P. de; TOMAZI, M.; RICHETTI, A.; BALBINO, L. C.; FLUMIGNAN, D. L.; MERCANTE, F. M.; MARCHAO, R. L.; CONCENCO, G.; SCORZA JUNIOR, R. P.; ASMUS, G. L. Benefícios da adoção da estratégia 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, 2015a. p. 35-53. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SALTON, J. C. (Ed.). PEZARICO, C. R.; TOMAZI, M.; COMAS, C. C.; RICHETTI, A.; MERCANTE, F. M.; CONCENÇO, G. **20 Anos de Experimentação em Integração Lavoura-Pecuária na Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015b. 167 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 130).

SA, M. A. C. de; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos; FRANZ, C. A. B. **Manejo e conservação do solo e da água em sistema de plantio direto no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 53 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 258).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRETERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p. il., color. ; 23 cm. Inclui anexos.

SANTOS, F. C. dos; RESENDE, A. V. de; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; BORIN, A. L. D. C.; PASSOS, A. M. A. dos. Dinâmica da fertilidade em solos frágeis. In: CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. (Ed.). **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. pt. 2, cap. 1, p. 161-184.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Governo do Estado de São Paulo. **São Paulo lança Projeto Integra SP (ILPF) para produção agropecuária e florestal**. Disponível em: <http://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/2899-sao-paulo-lanca-projeto-integra-sp-ilpf-para-producao-agropecuaria-e-florestal>. Acesso: 05 mar. 2013.

SÃO PAULO. Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento e Avaliação. Instituto Geográfico e Cartográfico. **Mapa das Regiões Administrativas**. Disponível em: [http://www.igc.sp.gov.br/produtos/regioes\\_admin.html](http://www.igc.sp.gov.br/produtos/regioes_admin.html). Acesso em: 02 maio 2016a.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). Instituto Agronômico de Campinas (IAC). **Solos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solosp/>. Acesso em: 09 maio 2016b.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Governo do Estado de São Paulo. **FEAP (Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista): Linhas de Financiamento**. Disponível em: <http://www.agricultura.sp.gov.br/quem-somos/feap-credito-e-seguro-rural/feap-linhas-de-financiamento>. Acesso: 31 ago. 2017.

SILVA, J. E.; LEMANSKI, J.; RESCK, D. V. S. Perdas de MO e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, n. 3, p. 541-547, 1994.

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L.; REIN, T. A., LOBATO, E. Eficiência da adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um latossolo de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção da Acidez do Solo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004a. p. 81-96.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004b. p. 147-168.

SOUSA, D. M. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Adubação fosfatada. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p.145-178.

SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, E. S.; CORREIA, J. R.; CUNHA, T. J. F. **Solos Arenos-Quartzosos no Cerrado**: características, problemas e limitações de uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 7).

STEVENSON, F.J. **Humus Chemistry**: Genesis, Composition, Reactions. New York: John Wiley and Sons, 1982. 443 p.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil Fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: MacMillan Publishing, 1985. 754 p.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6. ed. São Paulo: Andrei, 2007. 718 p.

VERDADE, F. C. Influência da matéria orgânica na capacidade de troca de cátions do solo. **Bragantia**, v. 15, n. 4, p. 35-42, janeiro 1956.

VERDI, P. H. P. **Análise da viabilidade econômica de sistemas de recuperação de pastagens degradadas em solos arenosos**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2018. Mestrado).

VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária**: atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 31 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 9).

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; SOUSA, D. M. G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 21 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42).

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O. Integração Lavoura-Pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 931-962.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G.B. **Integração lavoura-pecuária no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 3 p.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHAO, R. L.; GUIMARAES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: alternativa para intensificação do uso. **Revista UFG**, ano XIII, n. 13, p. 92-99, 2012.

VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; WRUCK, F. J.; OLIVEIRA, P. de; PEDREIRA, B. C. e; CORDEIRO, L. A. M. Práticas e manejo de sistemas de integração lavoura-pecuária na safra e safrinha para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste. 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. 103-119. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

VILELA, L.; MANJABOSCO, E. A.; MARCHAO, R. L.; GUIMARAES JUNIOR, R. **“Boi Safrinha” na Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 6 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 35).

ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; FERREIRA, A. D.; ALMEIDA, R. G. de; QUEIROZ, H. P. de. Experiências com pecuária de corte 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. 259-272 (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G.; BUNGENSTAB, D. J.; KICHEL, A. N. Integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: histórico e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém: Embrapa, 2012. p. 666-670.

YASSU, F. Alta produtividade em solo difícil: em sua Fazenda Ybyetê Porã, no município de Rancharia-SP, o engenheiro agrônomo Edinaldo Auri Mathias obtém excelentes resultados

com a integração lavoura-pecuária em terra de baixa fertilidade e exigente em manejo. **Revista DBO**, ano 30, n. 376, fevereiro de 2012. p. 30-36.

YOKOYAMA, L. P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, I. P. de; BARCELLOS, A. de O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 8, p. 1335-1345, ago. 1999.



**Embrapa**

---

**Cerrados**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL