

## Produção de grãos, pastagem e madeira em sistema ILPF no norte do Paraná



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

## **DOCUMENTOS 407**

# Produção de grãos, pastagem e madeira em sistema ILPF no norte do Paraná

*Julio Cezar Franchini  
Alvadi Antonio Balbinot Junior  
Henrique Debiasi*

Autores

**Embrapa Soja**  
Londrina, PR  
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**  
Rodovia Carlos João Strass, s/n  
Acesso Orlando Amaral. Caixa Postal 231  
CEP 86001-970 , Distrito de Warta, Londrina, PR  
www.embrapa.br/soja  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Soja

Presidente  
*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretária-Executiva  
*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros  
*Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte*

Supervisão editorial  
*Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica  
*Ademir Benedito Alves de Lima*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Marisa Yuri Horikawa*

Fotos da capa  
*Alvadi Antonio Balbinot Junior e Julio Cezar Franchini*

**1ª edição**  
PDF digitalizado (2018)

**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 Soja

---

Franchini, Julio Cezar

Produção de grãos, pastagem e madeira em sistema ILPF no norte do Paraná / Julio Cezar Franchini, Alvadi Antonio Balbinot Junior, Henrique Debiasi. – Londrina : Embrapa Soja, 2018.

PDF (43 p.) : il. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.407)

1.Grão. 2.Produção agrícola. I.Balbinot Junior, Alvadi Antonio. II.Debiasi, Henrique. III.Título. IV.Série.

---

CDD 641.331

(Ademir Benedito Alves de Lima (CRB 9/530 )

© Embrapa, 2018

## Autores

### **Alvadi Antonio Balbinot Junior**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja,  
Londrina, PR

### **Henrique Debiasi**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja,  
Londrina, PR

### **Julio Cezar Franchini**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja,  
Londrina, PR

## Apresentação

A agropecuária moderna objetiva conciliar aumentos de produtividade e rentabilidade com a produção de alimentos, fibras e agroenergia de alta qualidade, além da conservação dos recursos naturais, o que, em última instância, pode se refletir em benefícios sociais. Para alcançar esses objetivos, é necessário delinear sistemas de produção que otimizem o uso dos recursos internos e externos às propriedades. Uma das estratégias é utilizar as áreas cultivadas durante todos os meses do ano, integrando a produção de grãos, pastagens e espécies florestais – sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

No entanto, para que esses sistemas sejam utilizados em larga escala, são necessárias informações sobre a produção biológica dos componentes do sistema ao longo do tempo, as quais subsidiarão análises econômicas. Isso é importante para identificar modelos que contemplem não somente a produtividade e a conservação dos recursos naturais, mas também a rentabilidade para o produtor rural.

Essa publicação apresenta resultados obtidos na Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Soja, situada no distrito de Maravilha, Londrina, Norte do Paraná. Esperamos que os resultados ora apresentados sejam úteis para o avanço na Pesquisa, Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia com ILPF, bem como subsidiem produtores na tomada de decisão sobre o tema.

*Ricardo Vilela Abdelnor*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja



## Sumário

Introdução.....	9
Protocolo da Unidade de Referência Tecnológica.....	10
Produção de grãos .....	16
Produção de pasto .....	31
Produção de madeira .....	33
Considerações finais .....	40
Referências .....	40



## Introdução

A região Norte do Paraná apresenta, de acordo com a classificação de Köppen, clima Cfa - subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (Caviglione et al., 2000). Em geral, o relevo é suave ondulado e os solos possuem altos teores de argila. Nas áreas cultivadas com menor declividade, predomina a sucessão soja/milho segunda safra, sobretudo na última década. Esse sistema intensifica o uso da terra, das máquinas e da mão de obra. No entanto, essa sucessão, quando utilizada por várias safras consecutivas, resulta na degradação da qualidade do solo, especialmente de seus atributos físicos e biológicos, favorece os processos erosivos e aumenta a incidência de plantas daninhas de difícil controle que, em geral, emergem e crescem entre a colheita do milho e a semeadura da soja. Adicionalmente, no Norte do Paraná, em áreas cultivadas com maior declividade, é comum o cultivo de forrageiras perenes, principalmente de espécies de braquiária. Esse contexto de uso de solos agrícolas indica a predominância de sistemas pouco diversificados.

Uma estratégia que pode conciliar a diversificação dos sistemas de produção com a intensificação econômica necessária à viabilidade dos empreendimentos rurais é o uso de sistemas integrados de produção, tais como a integração lavoura-pecuária e a integração lavoura-pecuária-floresta (Balbinot Junior et al., 2009; Balbino et al., 2011). Nesses sistemas, busca-se a sinergia dos componentes, principalmente em relação à melhoria da qualidade do solo, redução de estresses bióticos e ambientais, e aumento da eficiência de mão-de-obra e de recursos internos e externos às propriedades rurais (Vilela et al., 2011). No caso da inserção do componente florestal, também há melhoria do conforto térmico aos animais, em decorrência do sombreamento (Oliveira et al., 2018). Além disso, na última década, tem-se verificado o alto potencial desses sistemas em sequestrar carbono no solo e nas árvores, o que pode contribuir para a redução dos teores de gás carbônico na atmosfera, diminuindo o efeito estufa (Cordeiro et al., 2015). Para incentivar a adoção de sistemas integrados no Brasil, políticas públicas estão em andamento, como é o

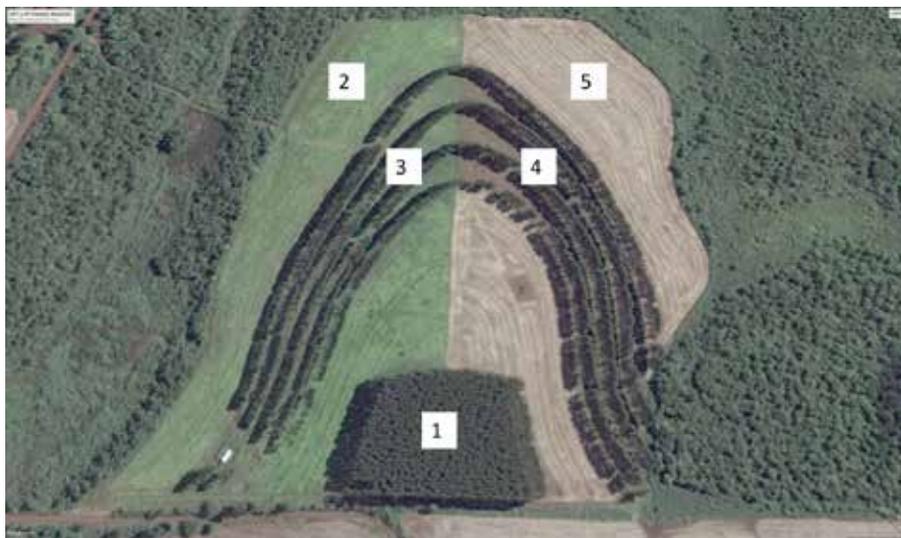
caso do Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), que é parte de uma estratégia para cumprir o compromisso voluntário do Brasil na COP 15 em reduzir as emissões de gases de efeito estufa (Pereira et al., 2018).

A avaliação da viabilidade econômica dos sistemas integrados é crucial para embasar o seu uso em larga escala. No entanto, para tal, são necessárias informações sobre a produção biológica dos seus componentes – lavouras, pasto e floresta, além dos possíveis gargalos operacionais que o sistema pode apresentar (Moreira et al., 2018).

O objetivo dessa publicação é apresentar alguns resultados de produção de grãos, pasto e floresta obtidos em sistema ILPF conduzido por oito anos na Unidade de Referência Tecnológica (URT) “Fazenda Maravilha”, a qual pertence à Embrapa Soja.

## Protocolo da Unidade de Referência Tecnológica

A URT se localiza na Fazenda Maravilha, Londrina, PR (23° 28' S, 50° 59' O, 481 m de altitude), tendo sido implantada em 2010. O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (Santos et al., 2013), de textura muito argilosa (teores de argila, silte e areia de 750, 194 e 56 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Nos oito anos de condução da URT, cinco usos da terra vêm sendo avaliados: 1) floresta solteira de eucalipto grandis (*Eucalyptus grandis*), ocupando uma área de 1,57 ha; 2) lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã, sem a presença de eucalipto (4,42 ha); 3) lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m (2,84 ha); 4) lavouras integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m (2,88 ha); e 5) lavouras de forma contínua, sem a presença de eucalipto e pastagem (4,58 ha) (Figura 1 e Tabela 1).



**Figura 1.** Vista aérea da Unidade de Referência Tecnológica (URT) Fazenda Maravilha (imagem de 11/03/2016), 1=floresta solteira de eucalipto grandis (*Eucalyptus grandis*); 2= lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã, sem a presença de eucalipto; 3=lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m; 4=lavouras integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m; e 5=lavouras, sem presença de eucalipto e pastagem. Londrina, PR.

**Tabela 1.** Sequência de culturas nos cinco usos da terra durante oito anos de condução. Unidade de Referência Tecnológica (URT) Fazenda Maravilha, Londrina, PR

Safras	Usos da terra (Áreas)				
	1	2	3	4	5
2010/11 (verão)	Floresta	Milho	Milho / Floresta	Milho / Floresta	Milho
2011 (inverno)	Floresta	Aveia preta	Aveia preta / Floresta	Aveia preta / Floresta	Aveia preta
2011/12 (verão)	Floresta	Soja	Soja / Floresta	Soja / Floresta	Soja
2012 (inverno)	Floresta	Trigo	Trigo / Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2012/13 (verão)	Floresta	Milho	Milho / Floresta	Milho / Floresta	Milho

conitua...

conitnuação

2013 (inverno)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2013/14 (verão)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Milho / Floresta	Milho
2014 (inverno)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2014/15 (verão)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Soja / Floresta	Soja
2015 (inverno)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Trigo / Floresta	Trigo
2015/16 (verão)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Soja / Floresta	Soja
2016 (inverno)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Aveia preta / Floresta	Aveia preta
2016/17 (verão)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Soja / Floresta	Soja
2017 (inverno)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Aveia preta / Floresta	Aveia preta
2017/18 (verão)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Soja / Floresta	Soja
2018 (inverno)	Floresta	Pastagem (braquiária)	Pastagem (braquiária) / Floresta	Milho segunda safra / Floresta	Milho segunda safra

1=floresta solteira de eucalipto grandis (*Eucalyptus grandis*); 2= lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã, sem a presença de eucalipto; 3=lavouras/pastagem perene de braquiária BRS Piatã integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m; 4=lavouras integradas com renques simples de eucalipto distanciados de 15 a 35 m; e 5=lavouras, sem presença de eucalipto e pastagem.

Nas áreas 3 e 4, foram implantados renques simples de eucalipto grandis clone GPC 23, distanciados em 15 a 35 m, com espaçamento entre plantas de 2,5 m, gerando uma população média de 190 árvores/ha. Nas duas áreas, os renques no sistema ILPF seguiram o sistema de terraceamento já existente na área, o que gerou a variação de espaçamento entre os renques. Na área 1, utilizou-se o mesmo clone de eucalipto, sendo usado o espaçamento de 3,0 x 3,0 m (1.110 árvores/ha).

Por ocasião do estabelecimento da URT, a cultura do milho foi semeada em outubro de 2010. Nas áreas 3 e 4, o milho foi implantado no espaço entre os renques, deixando-se 1 m entre as plantas do milho e de eucalipto. A adubação e o manejo das culturas anuais inseridas na URT foram realizados conforme os resultados das análises de solo e as indicações técnicas em vigor para a região nas diferentes safras. A pastagem de braquiária (BRS Piatã) foi implantada em 2013 e manejada com altura de pastejo entre 25 e 40 cm, com lotação variável de bovinos machos e fêmeas (Figura 2). Os cultivares/híbridos das diferentes espécies graníferas e forrageiras cultivados nas safras avaliadas são especificados na Tabela 2.

Foto: Julio Cezar Franchini



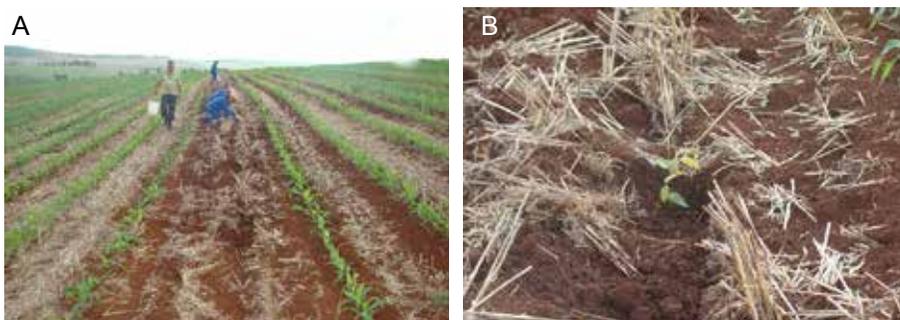
**Figura 2.** Bovinos em pastejo na área 3, maio de 2014. Londrina, PR.

**Tabela 2.** Cultivares e híbridos das espécies graníferas e forrageiras cultivadas nas diferentes safras de condução da Unidade de Referência Tecnológica Fazenda Maravilha.

Safras	Cultura	Cultivar/híbrido
2010/11 (verão)	Milho	Dekalb 390 YG
2011 (inverno)	Aveia preta	Comum
2011/12 (verão)	Soja	BRS 316 RR
2012 (inverno)	Trigo	BRS Pardela
2012/13 (verão)	Milho	Dekalb 350 YG
2013 (inverno)	Trigo <i>Urochloa brizantha</i>	BRS Pardela BRS Piatã
2013/14 (verão)	Milho <i>Urochloa brizantha</i>	Dekalb 390 VT PRO BRS Piatã
2014 (inverno)	Trigo <i>Urochloa brizantha</i>	BRS Pardela BRS Piatã
2014/15 (verão)	Soja <i>Urochloa brizantha</i>	Agroeste 3610 IPRO BRS Piatã
2015 (inverno)	Trigo <i>Urochloa brizantha</i>	Coodetec 150 BRS Piatã
2015/16 (verão)	Soja <i>Urochloa brizantha</i>	Syngenta 1163 RR BRS Piatã
2016 (inverno)	Aveia preta <i>Urochloa brizantha</i>	Comum BRS Piatã
2016/17 (verão)	Soja <i>Urochloa brizantha</i>	DM 6563 RSF IPRO BRS Piatã
2017 (inverno)	Aveia preta <i>Urochloa brizantha</i>	Comum BRS Piatã
2017/18 (verão)	Soja <i>Urochloa brizantha</i>	Pioneer 95R51 BRS Piatã
2018 (inverno)	Milho <i>Urochloa brizantha</i>	Pioneer P3250 BRS Piatã

O eucalipto foi plantado em novembro de 2010 (Figuras 3 e 4), utilizando 0,25 kg do adubo formulado 08-24-18 (N-P-K) por cova, depositado a 25 cm da planta e 10 cm de profundidade. O solo foi preparado com subsolador nas linhas de plantio (sistemas ILPF, áreas 3 e 4) ou em área total (maciço, área 1). O coroamento das plantas de eucalipto foi realizado mecanicamente, a fim de reduzir a interferência de plantas daninhas. Em abril de 2012, todas as plantas de eucalipto foram desramadas até 4 m de altura. Em abril de 2017, foi realizado o desbaste das árvores, retirando-se 50% dos indivíduos. Nesse procedimento, foram eliminadas as plantas quebradas, bifurcadas ou com crescimento reduzido.

Fotos: Luiz Gustavo Garbellini



**Figura 3.** Operação de plantio do eucalipto grandis na URT “Fazenda Maravilha” em novembro de 2010 (A), e detalhe das mudas logo após o plantio (B). Londrina, PR.

Fotos: Julio Cezar Franchini



**Figura 4.** Detalhes da área reservada ao maciço de eucalipto grandis (esquerda) e da mesma área, logo após o plantio das mudas, em novembro de 2010 (direita). Londrina, PR.

## Produção de grãos

A inserção de culturas graníferas em sistemas associados com renques florestais ainda é incipiente no Brasil. Uma das razões é a carência de conhecimentos sobre os efeitos das árvores sobre as culturas agrícolas. Por um lado, as árvores dispostas em renques reduzem os picos de temperatura e a velocidade do vento, minimizando a evapotranspiração (Singh et al., 2012, Udawatta et al., 2014), além de aumentar a conservação do solo e da água, o que pode favorecer as culturas utilizadas em sub-bosque. Por outro lado, as árvores exercem competição pelos recursos do ambiente – água, luz e nutrientes, o que, em tese, poderia reduzir o crescimento e a produção de grãos. Adicionalmente, ainda não há base consistente de conhecimento sobre possíveis efeitos das árvores sobre a qualidade de grãos produzidos, como, por exemplo, sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja.

Na primeira safra estival, foi cultivado milho na URT, não havendo nenhum efeito das plantas de eucalipto sobre a cultura, já que as mesmas apresentavam menos de um metro de altura. Nesse caso, deve-se considerar apenas as perdas em função da área ocupada pelos renques, em que não foi possível cultivar o cereal (Figura 5). No primeiro ano de implantação do sistema ILPF, Moreira et al. (2018) também verificaram que os renques de eucalipto distanciados em 15 m não influenciaram a produtividade do milho. No entanto, doravante serão discutidos os efeitos do componente arbóreo sobre a produtividade das culturas agrícolas desconsiderando a perda de área cultivada nos renques de eucalipto.

Fotos: Julio Cezar Franchini



**Figura 5.** Milho cultivado no primeiro ano de condução da URT. A faixa sem cultivo se refere ao renque de eucalipto já plantado. Londrina, PR.

No primeiro ano de cultivo, um cuidado que deve ser tomado é evitar a deriva de herbicidas aplicados nas culturas anuais sobre o eucalipto, pois isso pode reduzir o crescimento das plantas ou mesmo matá-las. Em geral, os herbicidas aplicados em milho ou o glifosato aplicado na pós-emergência da soja não são seletivos às espécies de eucalipto. Tendo em vista a dificuldade de controle total da deriva, a estratégia utilizada nesta URT para evitar possíveis efeitos negativos dos herbicidas utilizados para controle de plantas daninhas no milho sobre o eucalipto foi plantar as mudas desta espécie após a aplicação destes produtos na área entre renques. Outro ponto que deve ser considerado é o elevado custo com mão-de-obra para o controle de plantas daninhas nos renques de eucalipto, especialmente no primeiro ano de implantação, quando as plantas de eucalipto apresentam baixa habilidade competitiva com as plantas daninhas.

Nas safras de verão de 2011/12 (soja), 2012/13 (milho) e 2013/14 (milho), bem como nos invernos de 2012 e 2013 (ambos cultivados com trigo), a variabilidade espacial da produtividade de grãos das culturas em resposta à presença ou não dos renques de eucalipto foi avaliada por meio de técnicas de geoestatística, conforme Vieira et al. (2002). Para isso, as produtividades de grãos da soja (2011/12) e do trigo (2012 e 2013) foram determinadas através da colheita manual das plantas contidas em 91 parcelas dentro de cada situação avaliada, distribuídas sobre 7 linhas equidistantes e paralelas entre si. As produtividades da soja (2011/12) e do trigo (2012) foram avaliadas nas áreas 3, 4 e 5. No caso do trigo safra 2013, a quantificação da produtividade ocorreu nas áreas 4 e 5, já que a área 3 já se encontrava sob pastagem de braquiária (Tabela 1). Nas áreas 3 e 4, com presença de eucalipto, as linhas de parcelas foram posicionadas paralelamente aos renques, possibilitando assim a avaliação da produtividade em diferentes distâncias em relação às árvores. As parcelas possuíam área útil de 2,7 m<sup>2</sup> para a soja (3 m de comprimento e largura equivalente a duas linhas distanciadas de 0,45 m), e 1,36 m<sup>2</sup> para o trigo (2 m de comprimento e largura equivalente a quatro linhas distanciadas de 0,17 m). A distância entre os centros das parcelas nas linhas foi de 8 m. O comprimento da área avaliada via geoestatística variou de 100 a 120 m, dependendo da safra. Após a colheita manual das plantas de soja ou trigo, as mesmas foram trilhadas mecanicamente e, após limpeza dos grãos, as amostras foram pesadas e os dados corrigidos para 13% de umidade.

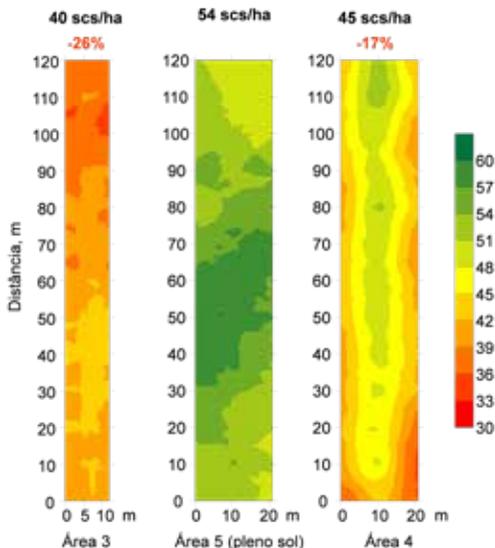
No caso do milho (safras 2012/13 e 2013/14), foram colhidas manualmente as espigas existentes em 90 parcelas de 5,4 m<sup>2</sup> (3 m de comprimento e largura equivalente a duas linhas com espaçamento de 0,9 m entre si) para cada situação avaliada, distribuídas sobre 6 linhas equidistantes e paralelas entre si e em relação aos renques de eucalipto (nas áreas sob ILPF). A distância entre os centros das parcelas nas linhas foi de 10 m. A produtividade do milho foi avaliada nas áreas 3, 4 e 5 na safra 2012/13, e nas 4 e 5 na safra 2013/14, tendo em vista que a área 3 já se encontrava sob pastagem de braquiária (Tabela 1). As espigas foram trilhadas mecanicamente, e após limpeza dos grãos, as amostras foram pesadas e os dados de produtividade corrigidos para 13% de umidade.

Na segunda safra de verão (2011/12) (Figura 6), constatou-se que os renques simples de eucalipto exerceram efeitos negativos sobre a produtividade da soja (Figura 7). Na distância entre os renques de 15 m, a redução de produtividade da soja em relação ao cultivo em pleno sol foi, em média, de 26%. Por outro lado, na distância entre renques de 20 m, a produtividade média foi 17% inferior ao cultivo em pleno sol. Na área 4, com maior espaçamento entre as linhas de eucalipto, a redução de produtividade da soja variou entre 10% no centro do entre renque e 23% nos locais mais próximos às árvores (Figura 8). Já na área 3, as perdas de produtividade da soja não variaram expressivamente com a posição em relação às linhas de árvores, sendo relativamente uniformes em todo o entre renque. Esses dados indicam que, já a partir do segundo ano de implantação do eucalipto, as árvores têm alta capacidade de competir com a cultura, especialmente nas áreas próximas aos renques, em que a disputa pelos recursos do meio é mais intensa.

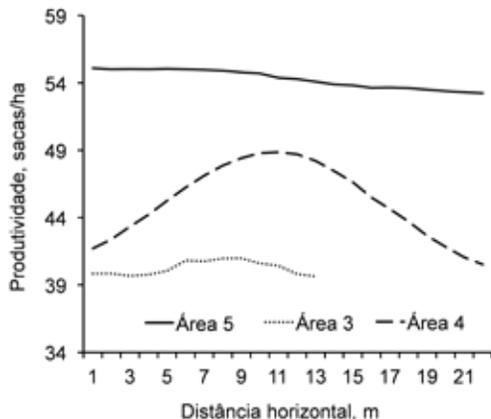
Fotos: Julio Cezar Franchini



**Figura 6.** Soja cultivada na safra 2011/12. Londrina, PR.



**Figura 7.** Produtividade da cultura da soja (sacas/hectare) em pleno sol (Área 5) e em áreas integradas com renques simples de eucalipto distanciados em 15 m (Área 3) e em 20 m (Área 4), considerando um comprimento de 120 m, no segundo ano de implantação (2011/12). Londrina, PR.



**Figura 8.** Produtividade da cultura da soja (sacas/hectare), influenciada pela distância horizontal em relação aos renques de eucalipto grandis nas áreas 3 e 4, comparativamente ao transecto de 21 m da área 5 (pleno sol), no segundo ano de implantação (2011/12). Londrina, PR.

Na safra de inverno do ano 2012, foi implantada a cultura do trigo na URT (Figura 9). Como ocorreu com a cultura da soja, observou-se que os renques de eucalipto provocaram redução expressiva na produtividade média de grãos em relação à área em pleno sol (Figura 10) - 28% e 26% nos entre renques distanciados em 15 e 20 m, respectivamente. Tanto na área 3 quanto na área 4, as menores produtividades de grãos foram observadas nas áreas

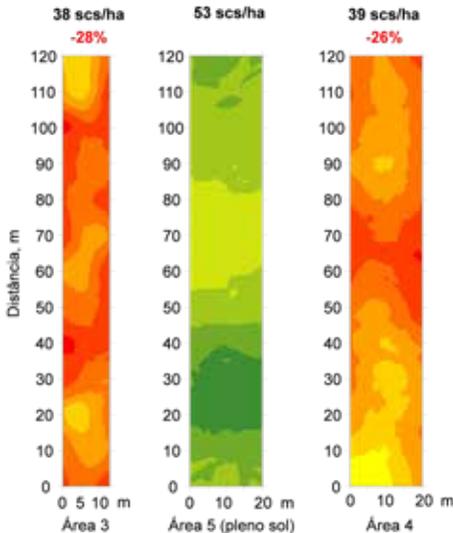
mais próximas aos renques (Figura 11), porém a diferença foi pequena quando comparada à soja cultivada na área 4 na safra anterior (Figura 8). As perdas de produtividade do trigo nas áreas 3 e 4 foram de, respectivamente, 28 e 24% no centro do entre renque, e de 31 e 29% nas regiões mais próximas às linhas das árvores. Proporcionalmente, as maiores diferenças entre as áreas 3 e 4 ocorreram na porção central do entre renque, resultado do menor espaçamento entre as linhas de árvores na área 3.

Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior

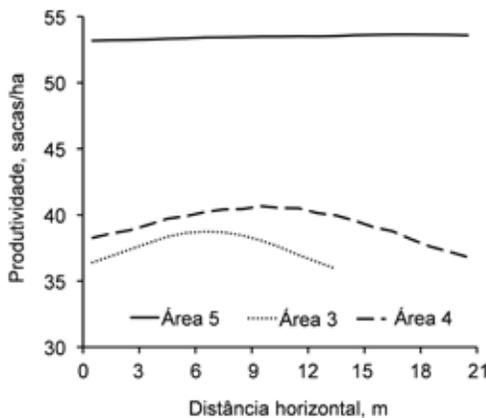


Foto: Julio Cezar Franchini

**Figura 9.** Trigo cultivado na safra 2012 e árvores de eucalipto já desramadas. Londrina, PR.



**Figura 10.** Produtividade da cultura do trigo (sacas/hectare) em pleno sol (Área 5) e em áreas integradas com renques simples de eucalipto distanciadas em 15 m (Área 3) e em 20 m (Área 4), considerando um comprimento de 120 m, no segundo ano de implantação (2012). Londrina, PR.



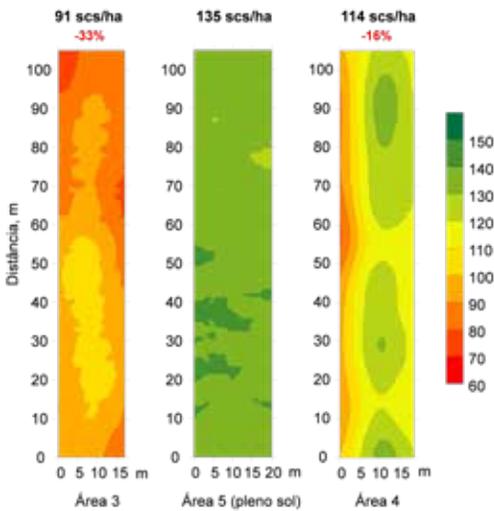
**Figura 11.** Produtividade da cultura do trigo (sacas/hectare) influenciada pela distância horizontal em relação aos renques de eucalipto *grandis* nas áreas 3 e 4, comparativamente ao transecto de 21 m da área 5 (pleno sol), no segundo ano de implantação (2012). Londrina, PR.

Na terceira safra de verão (2012/13), foi implantada a cultura do milho (Figura 12). A redução de produtividade provocada pelo eucalipto foi de 33 e 16% nos renques distanciados em 15 (área 3) e 20 m (área 4), respectivamente (Figura 13). De modo similar ao observado nas safras anteriores para as culturas da soja e do trigo, as maiores perdas de produtividade ocorreram nos locais mais próximos aos renques (Figura 14). Assim, na área 4, as perdas de produtividade do milho em relação à condição de pleno sol (área 5) foram, em média, de 6% no centro do entre renque e de 24% nas regiões mais próximas às linhas das árvores. Já na área 3, com espaçamento entre as linhas de eucalipto de 15 m, a redução de produtividade do milho em comparação à condição de pleno sol foi de 28% da posição central do entre renque, enquanto que, nos locais mais próximos às árvores, as perdas aumentaram para, em média, 35%. Isso indica, mais uma vez, que o componente arbóreo tem elevado impacto sobre a cultura implantada em sub-bosque. Em trabalho desenvolvido por Moreira et al. (2018), verificou-se que a produtividade do milho cultivado na terceira safra após a implantação de renques de *Eucalyptus urophylla* distanciados em 15 m foi 56% inferior ao milho cultivado em pleno sol.

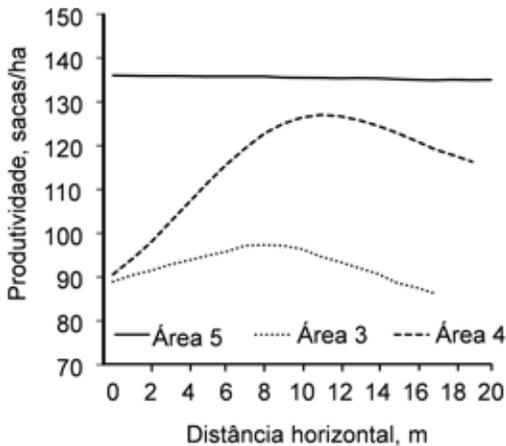
Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior



**Figura 12.** Milho cultivado na safra 2012/13. Londrina, PR.



**Figura 13.** Produtividade da cultura do milho (sacas/hectare) em pleno sol (Área 5) e em áreas integradas com renques simples de eucalipto distanciadas em 15 m (Área 3) e em 20 m (Área 4), considerando um comprimento de 100 m, no terceiro ano de implantação (2012/13). Londrina, PR.



**Figura 14.** Produtividade da cultura do milho (sacas/hectare) influenciada pela distância horizontal em relação aos renques de eucalipto grandis nas áreas 3 e 4, comparativamente ao transecto de 21 m da área 5 (pleno sol), no terceiro ano de implantação (2012/13). Londrina, PR.

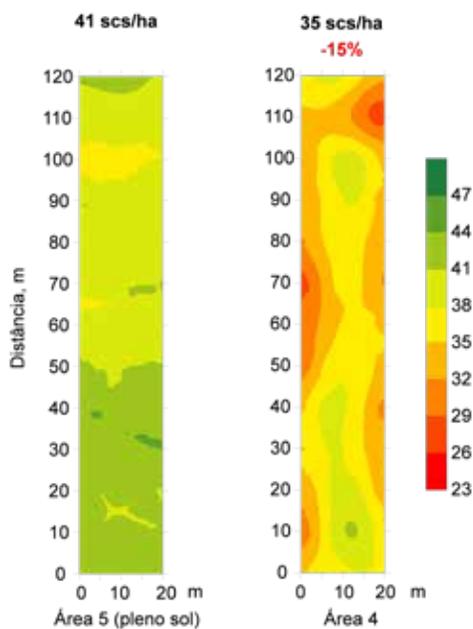
Na safra de inverno 2013, o trigo cultivado em associação com o eucalipto na área 4 (Figura 15) apresentou redução de produtividade de, em média, 15% em comparação ao conduzido em pleno sol na área 5 (Figura 16). As perdas de produtividade da cultura aumentaram de aproximadamente 8% no centro do entre renque para 19% nas proximidades das árvores (Figura 17). Apesar do maior potencial competitivo das árvores de eucalipto com as plantas de trigo, observa-se que as perdas de produtividade da cultura no sistema integrado em relação ao pleno sol foram menores em 2013 do que em 2012. Esta diferença pode ser atribuída à ocorrência de uma geada em julho de 2013, momento em que o trigo estava iniciando o florescimento. Na área entre os renques de eucalipto, o trigo foi menos afetado, diferentemente da área não protegida pelo componente arbóreo. Esse resultado evidencia a contribuição dos renques de eucalipto na redução de danos provocados por geadas, como discutido por Silva et al. (2014).

As perdas na produtividade média do milho na área 4 (renques espaçados de 20 m) aumentaram de 16% na safra 2012/13 (Figura 13) para 40% na safra seguinte (Figura 18). Adicionalmente, a redução de produtividade no centro do entre renque passou de 6% em 2012/13 para 30% em 2013/14, e de 24% para 46% nas posições mais próximas às linhas de árvores (Figuras 14 e 19). Esse incremento nas perdas de produtividade do milho, mais expressivas no centro do entre renque, pode ser atribuído ao crescimento das árvores observado no período o que, por sua vez, intensificou a competição pelos recursos ambientais (luz, água e nutrientes).

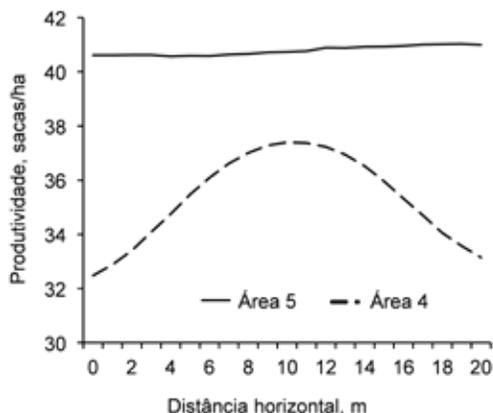
Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior



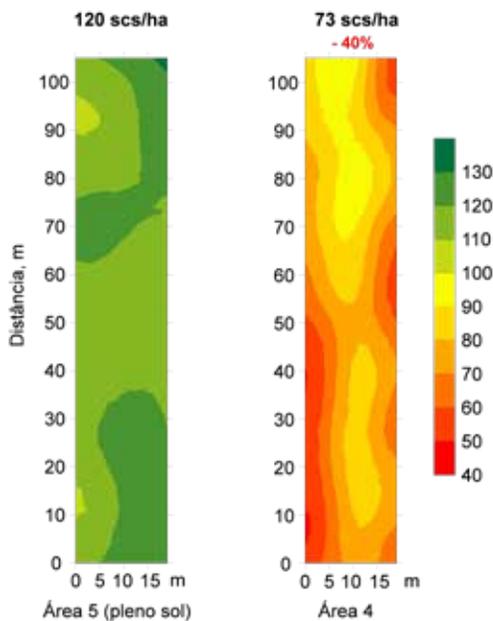
**Figura 15.** Trigo cultivado na safra 2013. Londrina, PR.



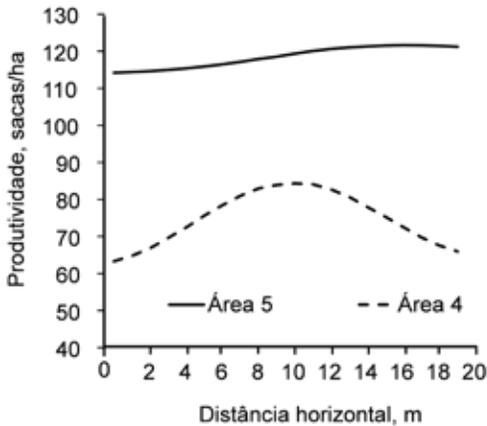
**Figura 16.** Produtividade da cultura do trigo (sacas/hectare) em pleno sol (Área 5) e em áreas integradas com renques simples de eucalipto distanciadas em 20 m (Área 4), considerando um comprimento de 120 m, no terceiro ano de implantação (2013). Londrina, PR.



**Figura 17.** Produtividade da cultura do trigo (sacas/hectare) influenciada pela distância horizontal em relação aos renques de eucalipto grandis na área 4, comparativamente ao transecto de 21 m da área 5 (pleno sol), no terceiro ano de implantação (2013). Londrina, PR.

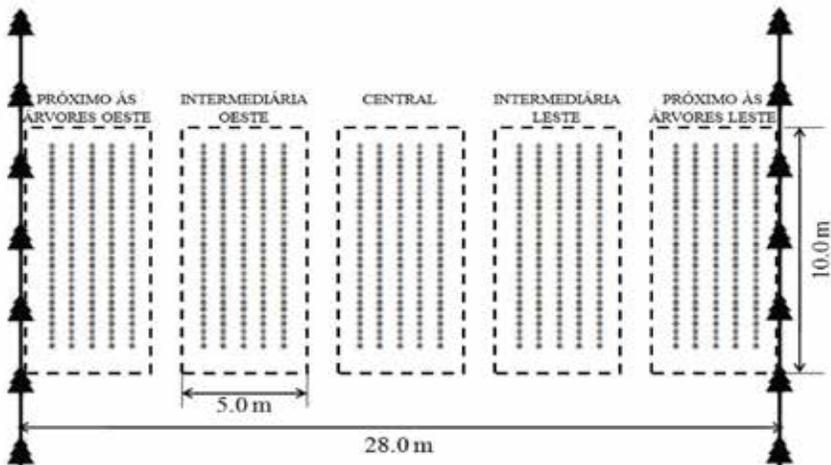


**Figura 18.** Produtividade da cultura do milho (sacas/hectare) em pleno sol (Área 5) e em área integradas com renques simples de eucalipto distanciadas em 20 m (Área 4), considerando um comprimento de 100 m, no quarto ano de implantação (2013/14). Londrina, PR.



**Figura 19.** Produtividade da cultura do milho (sacas/hectare) influenciada pela distância horizontal em relação aos renques de eucalipto grandes na área 4, comparativamente ao transecto de 21 m da área 5 (pleno sol), no quarto ano de implantação (2013/14). Londrina, PR.

Nas safras 2014/15 e 2015/16, foi conduzido um experimento na URT para avaliar o desempenho de cultivares de soja em associação com o eucalipto. Foram avaliadas quatro cultivares modernas, que apresentam tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa de 5.9 a 6.7 (BRS 359 RR; BRS 360 RR, BMX Potência RR; e NA 5909 RR) e cinco posições nos entre renques (Figura 20).



**Figura 20.** Posições avaliadas no entre renque de eucalipto (próxima às árvores nos lados leste e oeste, intermediária nos lados leste e oeste e central) nas safras de 2014/2015 e 2015/2016. Londrina, PR.

Houve interação entre os fatores estudados para a produtividade de grãos em ambas as safras avaliadas. Na safra 2014/15, para todas as cultivares, as posições mais próximas às árvores proporcionaram as menores produtividades (Tabela 3), indicando novamente que a competição pelos recursos do meio imposta pelas árvores apresenta elevada importância agrônômica. Em média, a produtividade de grãos da soja foi 34% e 58% inferior nas posições mais próximas dos reques nas direções oeste e leste em relação à região central do entre renque, respectivamente. Nas posições intermediária oeste e central, as cultivares BRS 359 RR e BRS 360 RR apresentaram os menores valores de produtividade e a cultivar NA 5909 RR apresentou os maiores valores. Isso demonstra que essa cultivar consegue, em condições mais propícias ao crescimento, produtividades satisfatórias em sistema agroflorestal. Nas demais posições avaliadas, a produtividade de grãos não foi significativamente influenciada pelas cultivares.

Na safra 2015/16, as posições mais próximas às árvores, para todas as cultivares, também proporcionaram as menores produtividades de grãos, em média, 47% inferiores à posição mais central do entre renque. Isso evidencia que na modalidade de ILPF utilizada, a competição com o eucalipto prejudica o desenvolvimento das plantas de soja e, conseqüentemente, limita a produtividade. Na posição intermediária oeste, as cultivares BRS 360 RR e NA 5909 RR obtiveram as maiores produtividades. Já para a posição central, as cultivares BRS 360 RR e BRS 359 RR alcançaram os maiores valores em relação às demais cultivares. Para a posição intermediária leste, somente a cultivar NA 5909 RR diferiu das demais cultivares, obtendo maiores valores. Por outro lado, nas posições mais próximas ao renque, não houve efeito significativo da cultivar sobre a produtividade de grãos da soja.

**Tabela 3.** Produtividade de grãos de soja (kg/ha) em diferentes cultivares de soja e posições entre os renques de eucalipto, safras 2014/2015 e 2015/2016

Cultivares	Posições entre os renques de eucalipto				
	Próx. oeste	Interm. oeste	Central	Interm. leste	Próx. leste
<b>2014/2015</b>					
BRS 359 RR	2561 Aa1	2864 Ba	2583 Ba	2948 Aa	1324 Ab
BRS 360 RR	1958 Ab	2846 Ba	2923 Ba	2991 Aa	1422 Ab
BMX Potência RR	1732 Ab	2981 Ba	3416 Aa	2854 Aa	1114 Ac
NA 5909 RR	2152 Ab	3770 Aa	3826 Aa	3455 Aa	1555 Ac
<b>CV(%)</b>	<b>12,8</b>				
<b>2015/2016</b>					
BRS 359 RR	697 Ac	872 Bc	1701 Aa	1334 Bb	987 Ac
BRS 360 RR	621 Ab	1490 Aa	1398 Aa	1338 Ba	678 Ab
BMX Potência RR	318 Ac	1128 Ba	737 Bb	662 Cb	740 Ab
NA 5909 RR	467 Ad	1353 Ab	1024 Bc	1710 Aa	642 Ad
<b>CV(%)</b>	<b>19,9</b>				

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de significância. Adaptado de Werner et al. (2017).

Franchini et al. (2014) também observaram elevado impacto negativo de renques de eucalipto sobre a produtividade de grãos de soja. A planta de soja fixa o carbono através do ciclo C3, apresentando baixa eficiência luminosa, e ponto de compensação alto, em comparação com demais espécies com ciclo de desenvolvimento semelhante. Portanto, necessita de quantidades relativamente altas de luz para produzir fotoassimilados (Casaroli et al., 2007). Quando a luminosidade se apresenta inferior ao ponto de compensação, a planta oxida mais carbono do que o fixa, diminuindo a produção de matéria seca. Por outro lado, a soja é relativamente tolerante a condições atmosféricas adversas, sobretudo, durante seu período vegetativo, apresentando boa capacidade de recuperação, mas a obtenção de altas produtividades só será possível se ocorrerem condições ideais de disponibilidade hídrica, luz e temperatura (Reynolds et al., 2007).

Os teores de óleo e proteína nos grãos de soja não foram influenciados pelas cultivares e pela posição no entre renque, demonstrando ser essa uma variável pouco afetada pelo ambiente (Dardanelli et al., 2006, Gao et al., 2009). Nesse contexto, o aumento da competição com o eucalipto nas proximidades dos renques reduz significativamente a produtividade de grãos de soja, mas a qualidade em termos de teores de óleo e proteína não é alterada pela posição no entre renque.

Nas safras posteriores, as culturas graníferas foram afetadas expressivamente pelos renques de eucalipto, registrando-se perdas de 30 a 50%. Ou seja, considerando as condições edafoclimáticas reinantes e o arranjo espacial das plantas de eucalipto utilizado na URT, a competição exercida pelo componente arbóreo teve maior impacto do que as possíveis vantagens microclimáticas (redução da evapotranspiração e dos picos de temperatura) propiciadas pelas árvores na produtividade das culturas de grãos.

É necessário explanar sobre as dificuldades operacionais na condução das lavouras em função da presença dos renques de eucalipto, especialmente relacionadas à maior dificuldade de trânsito de máquinas e à presença de galhos e árvores quebradas de eucalipto nos entre renques, que dificultam principalmente a colheita mecanizada (Figura 21). Além disso, na faixa não semeada com culturas anuais, em razão da presença dos renques de eucalipto, há emergência de plantas daninhas que, se não controladas, serão fontes de propágulos que infestarão a área, além hospedarem alguns insetos-praga, como percevejos (Figura 22).



Foto: Alvardi Antonio Balbinot Junior

Foto: Luiz Gustavo Garbelini

**Figura 21.** Galhos de eucalipto quebrados pelo vento, atrapalhando o manejo (A) e a colheita (B) das culturas. Londrina, PR.

Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior.



**Figura 22.** Presença de plantas daninhas nos renques de eucalipto. Londrina, PR.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é o risco de quebra de árvores pela ocorrência de ventos fortes. Em função do maior espaçamento entre os renques, a probabilidade de quebra de árvores por ocorrência de vendavais é maior em sistemas de ILPF, comparativamente a maciços, conforme pode ser verificado na Figura 23. Da mesma forma, como a quantidade de árvores por área é menor no sistema integrado, a proporção de quebras em relação ao total de indivíduos tende a ser significativamente maior do que no maciço. Este fato, em conjunto com o maior volume de madeira por árvore (ver item “produção de madeira”), faz com que os prejuízos potencialmente ocasionados por eventos como vendavais seja maior em sistemas ILPF.



Fotos: Luiz Gustavo Garbellini

**Figura 23.** Queda de árvores de eucalipto no maciço (área 1) (A) e nos renques do sistema ILPF (área 3) (B), em função da ocorrência de ventos fortes na região no dia 30/09/2014. Londrina, PR.

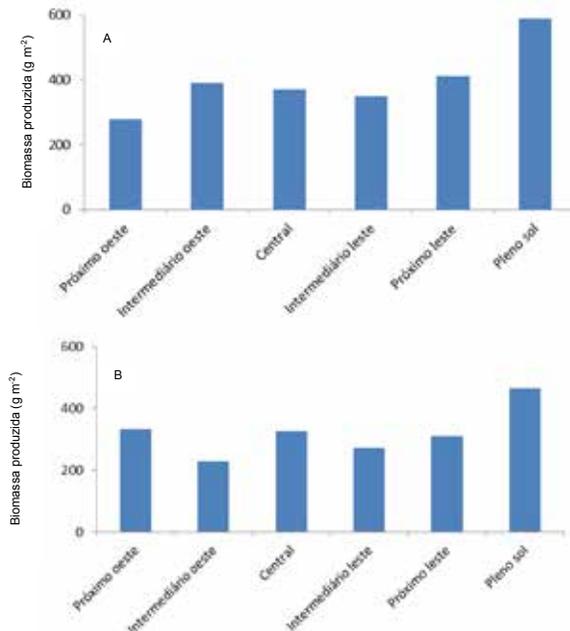
## Produção de pasto

A produção de forragem pela braquiária implantada no sistema foi avaliada na presença de renques de eucalipto (Área 3) e em pleno sol (Área 2). Para a estimativa da produção de biomassa, foram utilizadas gaiolas de exclusão, uma vez que o pastejo foi contínuo com lotação variável. Foram posicionadas cinco gaiolas de 1 m<sup>2</sup> em pleno sol e 25 gaiolas no entre renque, sendo cinco em cada posição avaliada: próximo ao renque oeste, intermediária oeste, central, intermediária leste e próximo aos renques leste, assim como representado na Figura 20. Foram considerados dois períodos de análise: de 17/12/2015 a 19/01/2016 e 19/01/2016 a 26/02/2016. Esses períodos se encontram em época de grande produção de biomassa.

A produção de biomassa pela braquiária foi menor na presença de eucalipto em relação ao cultivo da forrageira em pleno sol (Figura 24). A redução de produção forrageira imposta pelas árvores foi de 37 e 39% para o primeiro e segundo período de avaliação, respectivamente. Ou seja, assim como ocorreu para as culturas de grãos, a competição exercida pelo eucalipto tem alto impacto na produtividade forrageira.

Outra observação relevante foi a inexistência de diferenças expressivas de produção forrageira entre as posições do entre renque. Talvez isso tenha ocorrido porque o eucalipto já estava com seis anos de idade no momento da avaliação, exercendo competição também na parte central do entre renque.

Em pesquisa desenvolvida por Lopes et al. (2017), constatou-se que 70% de sombreamento decorrente da presença de renques de *E. grandis* provocou redução de 59% na produção de massa seca de forragem pela braquiária (*Urochloa decumbens*), corroborando os resultados obtidos na URT. Barros et al. (2018) constataram que a pastagem de braquiária brizanta, cv. BRS Piatã, cultivada em associação com renques simples de eucalipto urograndis, de seis anos de idade, espaçados em 14 m (357 árvores ha<sup>-1</sup>) ou 22 m (227 árvores ha<sup>-1</sup>), produziu 70 e 39% a menos do que a pastagem em pleno sol, respectivamente. Contudo, é necessário salientar que o crescimento das plantas forrageiras integradas com árvores é muito dependente da tolerância da espécie à sombra e o grau de sombreamento provocado pelas árvores (Dias Filho, 2000; Gómez et al., 2013). Isso indica a oportunidade de seleção de espécies/cultivares forrageiras adaptadas à condição de sombreamento parcial, o que pode reduzir significativamente o efeito da interferência do componente arbóreo sobre a produção de forragem, contribuindo para a viabilidade técnica e econômica do sistema.



**Figura 24.** Produtividade de forragem pela braquiária em cinco posições no entre renque de eucalipto e em pleno sol. Períodos de crescimento avaliado: 17/12/2015 a 19/01/2016 (A) e 19/01/2016 a 26/02/2016 (B). Londrina, PR.

No tocante à qualidade da forragem, pesquisas recentes têm indicado que espécies de gramíneas cultivadas em associação com o componente florestal apresentam folhas com maior teor de proteína bruta e digestibilidade (Almeida et al., 2012; Barros et al., 2018). Isso, juntamente com o melhor conforto térmico (Karvatt Junior et al., 2016) pode proporcionar maior produtividade de carne ou leite por animal (Almeida et al., 2012). Ou seja, em tese, esses fatores podem compensar a menor produção de biomassa em decorrência da interferência das árvores. Na presente pesquisa não foi possível avaliar o ganho de peso dos animais em razão da falta de balança na URT.

## Produção de madeira

O crescimento do eucalipto foi avaliado em metade das árvores presentes na URT aos 22, 28, 43, 56 e 79 meses após a implantação. O volume de madeira por árvore em pé foi calculado conforme equação (1), descrita em Oliveira et al. (2011).

$$V = \frac{(\pi DAP^2)}{4} H f \quad (1)$$

Em que:

V = volume da árvore em pé (m<sup>3</sup>);

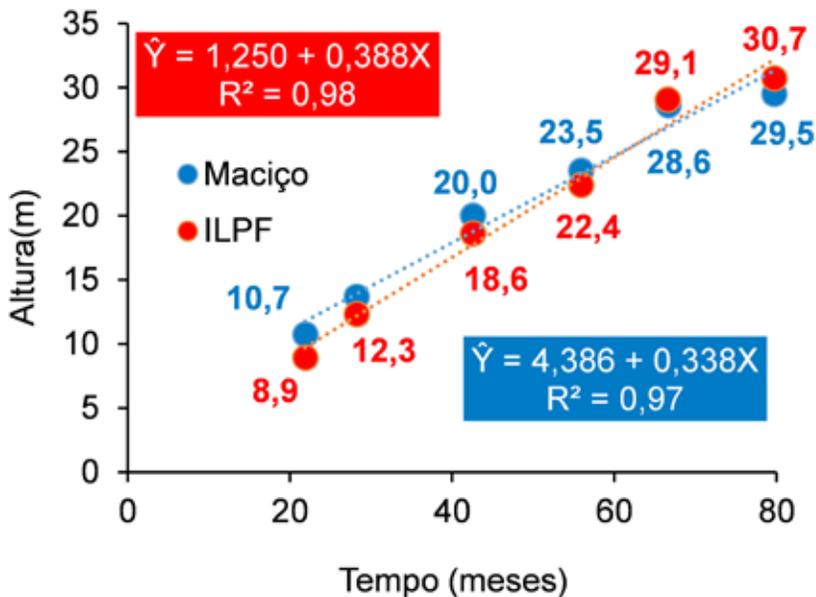
DAP = diâmetro do tronco à altura do peito, medido a 1,30 m do solo (m);

H = altura da árvore (m), medida por meio de clinômetro digital;

f = fator forma (0,33).

A altura das plantas de eucalipto aumentou linearmente durante os 79 meses de avaliação, tanto no maciço (Área 1) quanto no sistema ILPF (áreas 3 e 4) (Figuras 25, 26 e 27). Nas três primeiras avaliações, constatou-se maior altura de plantas de eucalipto no maciço, comparativamente aos renques em sistema ILPF (Figura 25). As diferenças na altura das árvores de eucalipto entre o maciço e o sistema ILPF foram proporcionalmente maiores no primeiro ano após a implantação, conforme demonstrado pelas fotos constantes da Figura 28, obtidas 8 meses após o plantio das mudas. Provavelmente isso ocorreu porque a maior densidade de plantas no maciço provocou elevada competição por luz, estimulando o crescimento em altura. Por outro lado, na última

avaliação (79 meses após a implantação), a altura de plantas nos renques foi aproximadamente um metro superior à observada no maciço. Isso demonstra que a maior densidade de plantas de eucalipto no maciço, em relação ao sistema ILPF, induz maior crescimento em altura nos primeiros anos, mas, com a evolução do crescimento das plantas, a competição se intensifica, de tal modo que limita o crescimento em altura.



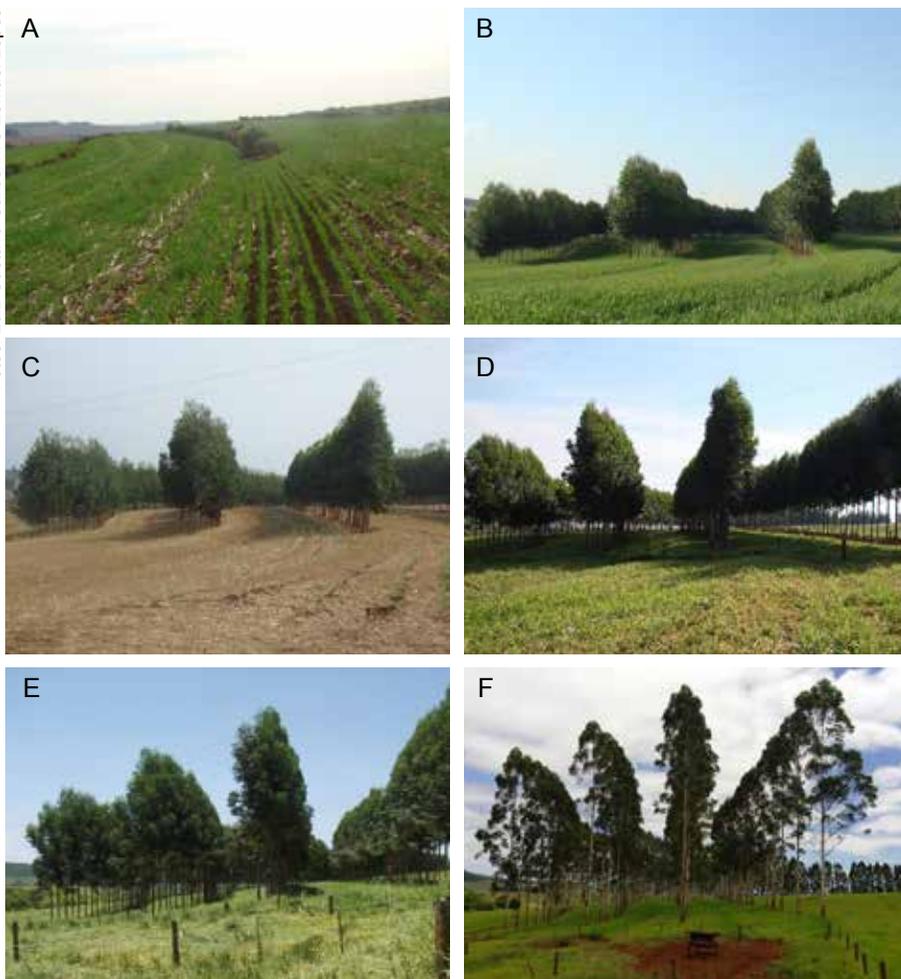
**Figura 25.** Altura das plantas de eucalipto em cinco avaliações após a implantação. Londrina, PR.

Dos 22 aos 79 meses após a implantação, a taxa mensal de crescimento em altura do eucalipto implantado no sistema ILPF foi similar ao maciço. Assim, as grandes diferenças de densidade entre os dois sistemas avaliados (1.110 árvores/ha no maciço e 190 árvores/ha no sistema ILPF) não se refletiram acentuadamente na taxa de crescimento em altura.

Nos renques em sistema ILPF, o diâmetro do tronco avaliado na altura do peito (DAP) aos 22 meses de implantação foi similar ao DAP do eucalipto cultivado no maciço (Figura 29). No entanto, após essa avaliação, a taxa de crescimento das árvores nos renques foi o dobro da observada no maciço, 0,4 e 0,2 cm por mês, respectivamente, em função da menor quantidade de árvores por área e, possivelmente, pelo aproveitamento de nutrientes apli-

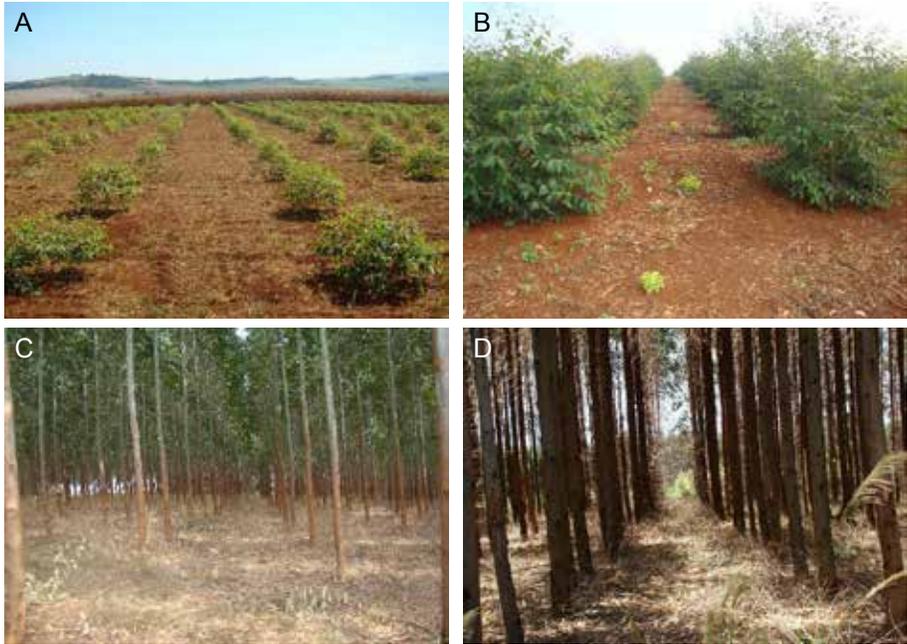
cados nos cultivos anuais integrados à floresta. Dessa forma, aos 79 meses após a implantação, o DAP médio nos renques foi 10 cm maior do que no maciço. Esses resultados demonstram que a densidade de plantas de eucalipto impacta mais o diâmetro do tronco do que a altura das plantas.

Fotos: Luiz Gustavo Garbelini e Esmael Lopes



**Figura 26.** Aspecto das árvores de eucalipto nos renques do sistema de ILPF (área 3) em julho de 2011 (A), julho de 2012 (B), novembro de 2012 (C), agosto de 2013 (D), fevereiro de 2014 (E) e novembro de 2018 (F). Londrina, PR.

Fotos: Luiz Gustavo Garbellini



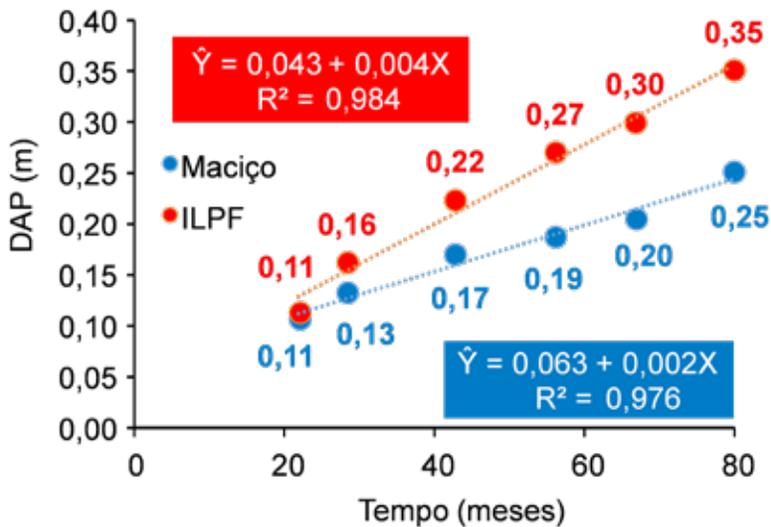
**Figura 27.** Aspecto das árvores de eucalipto no maciço (área 1) em março de 2011 (A), julho de 2011 (B), novembro de 2012 (C) e fevereiro de 2014 (D). Londrina, PR.

Como resultado do incremento na altura (Figura 25) e no DAP (Figura 29), o volume de madeira por árvore aumentou substancialmente dos 22 aos 79 meses após a implantação do eucalipto (Figura 30). Tanto no maciço quanto no sistema ILPF, a relação matemática entre o volume de madeira por árvore e o tempo foi expressa por modelos quadráticos, indicando que a taxa de aumento no volume de madeira por indivíduo cresceu ao longo do tempo. No caso das árvores do maciço, as taxas mensais de aumento do volume individual de madeira passaram de aproximadamente  $0,0057 \text{ m}^3$  (dos 22 aos 43 meses) para  $0,0092 \text{ m}^3$  (dos 43 aos 79 meses). Já nos sistemas ILPF, as taxas mensais de aumento do volume de madeira por árvore cresceram de  $0,01 \text{ m}^3$  (dos 22 aos 43 meses) para  $0,02 \text{ m}^3$  (dos 43 aos 79 meses). Comparando os dois sistemas, verifica-se que a taxa mensal de aumento do volume de madeira por árvore foi cerca de duas vezes maior no sistema ILPF em relação ao maciço, evidenciando mais uma vez o impacto expressivo da densidade de plantas sobre a produção de madeira por indivíduo. Em virtude da maior taxa mensal de aumento, o volume de madeira por árvore aos 79 meses foi 115% maior nos renques do sistema ILPF em comparação ao maciço.

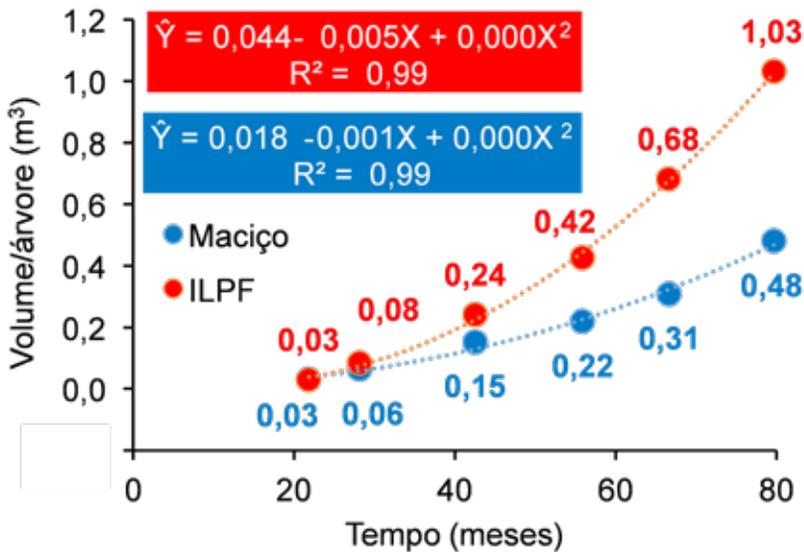
Fotos: Luiz Gustavo Garbelini



**Figura 28.** Aspecto das árvores de eucalipto nos renques do sistema ILPF (área 4) (a,b) e no maciço (área 1) (c, d), aos oito meses após o plantio das mudas. Londrina, PR.



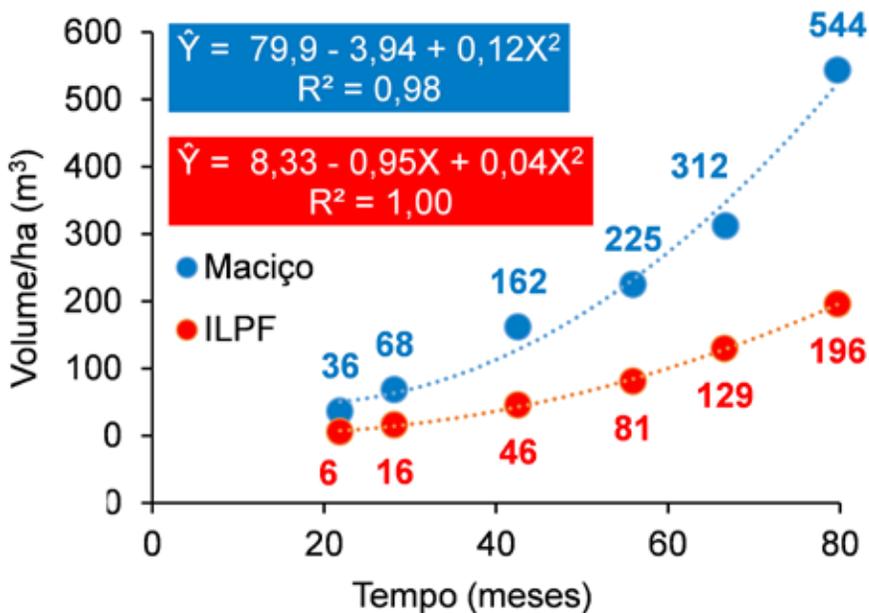
**Figura 29.** Diâmetro da tora de eucalipto na altura do peito (DAP) em cinco avaliações após a implantação. Londrina, PR.



**Figura 30.** Volume de madeira por árvore de eucalipto em cinco avaliações após a implantação. Londrina, PR.

Apesar do crescimento das árvores ter sido muito superior em sistema ILPF (Figura 30), o volume de madeira produzido por hectare foi maior no maciço, em razão da maior densidade de plantas (Figura 31). O aumento do volume de madeira de eucalipto por hectare ao longo do tempo também foi expresso matematicamente por equações quadráticas, tanto no maciço quanto nos sistemas ILPF. As taxas de aumento do volume de madeira por hectare no maciço foram de 6 m³/mês dos 22 aos 43 meses após o plantio das árvores, e de 10,6 m³/mês no período seguinte (43 aos 79 meses). Nos renques dos sistemas ILPF (áreas 3 e 4), as taxas de aumento do volume de madeira por hectare nos respectivos períodos equivaleram a 1,9 e 4,2 m³/mês. Assim, as taxas de incremento do volume de madeira por hectare dos 22 aos 43 e dos 43 aos 79 meses após o plantio das árvores foram, respectivamente, 3,2 e 2,5 vezes maiores no maciço do que nos sistemas ILPF. Em consequência das maiores taxas mensais de incremento, o volume de madeira por hectare produzido pelo eucalipto após 79 meses foi 2,8 vezes maior no maciço, comparativamente aos sistema ILPF.

Nesse contexto, fica claro que, no sistema ILPF, o objetivo principal do componente florestal deve ser a produção de toras com grande diâmetro, de elevada qualidade para fins nobres, como, por exemplo, fabricação de móveis e laminação, já que a quantidade de plantas por área é baixa. A renda obtida com a venda de madeira nobre pode compensar, pelo menos em parte, as reduções de produtividade de culturas graníferas ou pastagens associadas. A rentabilidade obtida com a madeira é muito dependente da proximidade do mercado demandante e pode variar acentuadamente de ano para ano (Pereira et al., 2017). Em trabalho desenvolvido por Pereira et al. (2018), foi verificado que o sistema integração lavoura-pecuária mostrou-se mais atraente aos investimentos de capital do que os sistemas integrados com árvores, independentemente da densidade e arranjo espacial das árvores. A conjuntura dos mercados de *commodities* desde 2016, com preços elevados para grãos e carne bovina e uma lenta recuperação dos preços dos produtos madeireiros justificam esses resultados.



**Figura 31.** Volume de madeira de eucalipto por hectare em cinco avaliações após a implantação. Azul=Maciço e vermelho=renques no sistema ILPF. Londrina, PR.

## Considerações finais

A integração da produção de grãos com a pecuária é um sistema consolidado no Brasil, que pode proporcionar avanços econômicos, ambientais e sociais em vários ambientes, inclusive na região Norte do Paraná. Nas condições de solo, clima e manejo – especialmente arranjo espacial das árvores de eucalipto – presentes na Unidade de Referência Tecnológica (URT) Fazenda Maravilha, os sistemas com a presença de renques de eucalipto provocaram reduções expressivas na produtividade de soja, milho e trigo, bem como da pastagem de braquiária. Isso ocorreu de forma mais intensa após o terceiro ano de implantação das árvores.

Nesse contexto, os resultados ora apresentados indicam que há um grande campo para a pesquisa no sentido de avaliar outras conformações de renques, com maior espaçamento e menor quantidade de árvores por área, sobretudo se o foco do negócio for a produção de grãos, carne ou leite. Também é relevante avaliar se há variabilidade entre cultivares de espécies graníferas e entre espécies/cultivares forrageiras, a fim de reduzir as perdas decorrentes da interferência exercida pelo componente florestal. Esses ajustes podem facilitar o manejo e aumentar a rentabilidade do sistema como um todo, significando grande avanço para o agronegócio brasileiro.

## Referências

- ALMEIDA, R. G. de; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.87-94.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1-12, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009.

BARROS, J. S.; CASTRO, L. C. S.; SILVA, F. L.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; SANTOS, D. M.; LOURES, D. R. S. Productive and nutritional characteristics of Piatã-grass in integrated systems. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, p. 144-156, 2018.

CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D.; VAN LIER, Q. J.; MÜLLER, L.; MARTIN, T. N. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja - uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, p. 102-120. 2007.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D.; GALDINO, J.; BORROZINO, E.; PUGSLEY, L. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. 1 CD- ROM.

CORDEIRO, L. A. M.; ROBÉLIO, L. V.; 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, p. 15-53, 2015.

DARDANELLI, J. L.; BALZARINI, M.; MARTÍNEZ, M. J.; CUNIBERTI, M.; RESNIK, S.; RAMUNDA, S. F.; HERRERO, R.; BAIGORRI, H. Soybean maturity groups, environments, and their interaction define mega-environments for seed composition in Argentina. **Crop Science**, v. 46, p. 1939–1947, 2006.

DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2335-2341, 2000.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SICHIERI, F. R.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 999-1005, 2014.

GAO, J.; HAO, X.; THELEN, K. D.; ROBERTSON, G. P. Agronomic management system and precipitation effects on soybean oil and fatty acid profiles. **Crop Science**, v. 49, p.1049-1057, 2009.

GÓMEZ, S.; GUENNI, O.; BRAVO-DE-GUENNI, L. Growth, leaf photosynthesis and canopy light use efficiency under differing irradiance and soil N supplies in the forage grass *Brachiaria decumbens* Staf. **Grass and Forage Science**, v. 68, p. 395-407, 2013.

KARVATTE JUNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G.; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, p. 1933-1941, 2016.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, A. J. F.; VILELA, S. D. J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, p. 225-233, 2017.

MOREIRA, E. D. S.; GONTIJO NETO, M. M.; LANA, A. M. Q.; BORGHI, E.; SANTOS, C. A.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, M. C. M. Production efficiency and agronomic attributes of corn in an integrated crop-livestock-forestry system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 419-426, 2018.

OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; GAMARRA, E. L.; VILLELA, S. D. J.; MARTINS, P. G. M. A. Thermal comfort indices assessed in integrated production systems in the Brazilian savannah. **Agroforestry Systems**, v. 92, p. 1659-1672, 2018.

OLIVEIRA, E. B. de; NAKAJIMA, N. Y.; CHANG, M.; HALISK, M. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).

PEREIRA, M. A.; COSTA, F. P.; ALMEIDA, R. G. Is the “F word” na option for brazilian farmers? The place of forestry in future integrated farming systems (IFS). **International Journal of Agricultural Management**, v. 6, p. 134-140, 2017.

PEREIRA, M. A.; COSTA, F. P.; ALMEIDA, R. G. Viabilidade econômica da introdução de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária. In:

CONGRESSO SOBER, 56., 2018, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2018. 1 CD-ROM.

REYNOLDS, P. E.; SIMPSON, J. A.; THEVATHASAN, N. V.; GORDON, A. M. Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in Southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering**, v. 29, p. 362-371, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, R. A.; CRESTE, J. E.; MEDRADO, M. J. S.; RIGOLIN, I. M. Sistemas integrados de produção – o novo desafio para a agropecuária brasileira. **Colloquium Agrariae**, v. 10, p. 55-68, 2014.

SINGH, A. K.; KUMAR, P.; SINGH, R.; RATHORE, N. Dynamics of tree-crop interface in relation to their influence on microclimatic changes - a review. **HortFlora Research Spectrum**, v. 1, p. 193-198, 2012.

UDAWATTA, R. P.; MOTAVALI, P. P.; JOSE, S.; NELSON, K. A. Temporal and spatial differences in crop yields of a mature silver maple alley cropping system. **Agronomy Journal**, v. 106, p. 407-415, 2014.

VIEIRA, S.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W.D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 2, p. 1-45, 2002.

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

WERNER, F.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; FRANCHINI, J.C.; FERREIRA, A.S.; SILVA, M.A.A. Agronomic performance of soybean cultivars in an agroforestry system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 279-285, 2017.

**Embrapa**

---

**Soja**