

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA PROMOÇÃO DA INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL

1º Boletim Técnico do
Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária



SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA PROMOÇÃO DA INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL

1º Boletim Técnico do
Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária



SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA PROMOÇÃO DA INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL

BOLETIM TÉCNICO DO NÚCLEO DE INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA EM AGROPECUÁRIA

EDITORES

Rubia Dominschek
Silvano Kruchelski
Leonardo Deiss
Thales B. Portugal
Luiz Gustavo Denardin
Amanda P. Martins
Claudete R. Lang
Anibal de Moraes

COORDENADORES

Claudete R. Lang
Anibal de Moraes

1ª Edição

UFPR
Curitiba-Paraná
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Agrárias
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo
Rua dos Funcionários, 1540
Bairro Juvevê
CEP 80.035-050
Curitiba – Paraná

Correio eletrônico: contato@aliancasipa.org

Capa: Amanda Posselt Martins

Fotos: Aline Yabusame Utima, Anibal de Moraes Claudete Reisdorfer Lang, Emiliano Santarosa, Gilmar Paulinho Triches, Leonardo Deiss, Rubia Dominschek, Silvano Kruchelski, Tatyanna Hyczy Kaminski, Thales Baggio Portugal, Vanderlei Porfírio-da-Silva.

Revisão do texto: Anibal de Moraes, Claudete Reisdorfer Lang, Leonardo Deiss, Luiz Gustavo de Oliveira Denardin, Rubia Dominschek, Silvano Kruchelski, Thales Baggio Portugal

Montagem: Rubia Dominschek

Revisão final: Luiz Gustavo de Oliveira Denardin, Rubia Dominschek, Silvano Kruchelski

Diagramação: Amanda Posselt Martins

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

S623 Sistemas integrados de produção agropecuária na promoção da intensificação sustentável: boletim técnico do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária [recurso eletrônico] / coordenadores, Claudete Reisdorfer Lang, Anibal de Moraes ; edição, Rubia Dominschek ... [et al.]. - Curitiba : Universidade Federal do Paraná, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, 2018.

ISBN 978-85-7335-319-8

1. Sistemas agrícolas. 2. Agrossilvicultura. 3. Agricultura sustentada. I. Lang, Claudete Reisdorfer. II. Moraes, Anibal de. III. Dominschek, Rubia.

CDU 630*26

Sistema de Bibliotecas/UFPR, Biblioteca de Ciências Agrárias,
Marcia Cristina Fuchs - CRB 9/1321, Douglas Alex Jankoski - CRB 9/1167

Todos os direitos reservados.

Permitida reprodução total ou parcial, desde que citada.

APRESENTAÇÃO

O Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), criado em 2011, é um dos grupos da Aliança SIPA. A associação Aliança SIPA é constituída por um arranjo institucional, liderada pelo NITA, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pelo Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária (GPSIPA), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e pelo Grupo de Pesquisa e Inovação em Tecnologia em Sistemas puros e Integrados de Produção Agropecuária (GPISI), da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

O NITA, em parceria com as instituições UFRGS, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a UFRGS, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Ohio State University (OSU), envolve professores, pesquisadores, acadêmicos de pós-graduação e graduação, produtores integrados ligados à área das ciências agrárias e ciências ambientais, além de dois grupos de pesquisa da UFPR, o Grupo de Pesquisa em Produção Integrada de Agricultura (GPPIA) e o Grupo de Pesquisa em Integração Lavoura-Pecuária (GPILP). Promove ações que vão ao encontro da demanda global inerente à promoção da segurança alimentar e do respeito ao meio ambiente, visto que estuda sistemas de produção que preconizam a sustentabilidade dos agroecossistemas em consonância com a geração de alimento, fibras e energia. Além disso, os novos conhecimentos gerados pelo NITA têm permitido gerar tecnologias para uma produção sustentável sob a ótica da **intensificação** do uso da terra e dos recursos naturais.

A principal atuação do NITA desenvolve-se no projeto “**Sistemas integrados de produção agropecuária na promoção da sustentabilidade em área de proteção ambiental**”, localizado na Fazenda Canguiri, da UFPR. Este projeto representa um grande laboratório a céu aberto onde se desenvolvem pesquisas, realizadas por estudantes de graduação (cursos de Agronomia, Zootecnia e Medicina Veterinária) e de pós-graduação (nível mestrado e doutorado). Professores também utilizam o projeto como local prático ao ensino de diversas disciplinas das ciências agrárias da UFPR e de outras universidades do PR, SC e RS. Atividades de extensão ocorrem no atendimento aos grupos de técnicos e/ou produtores em visitas no projeto ao longo do ano e/ou nos dias de campo oferecidos à comunidade. Desta forma, o NITA concretiza sua interface com a sociedade e suas demandas, tendo como foco a difusão de SIPA e as boas práticas agropecuárias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que contribuíram de alguma forma para tornar a área do NITA uma realidade: diretores e servidores da Fazenda Canguiri, professores, alunos de graduação e pós-graduação, estagiários e parceiros externos à UFPR.

Equipe NITA



LISTA DE COLABORADORES

Alda Lucia Gomes Monteiro (aldaufpr@gmail.com)
Departamento de Zootecnia – Universidade Federal do Paraná

Adelino Pelissari (linopeli@hotmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Aline Yabusame Utima (alineyutima@gmail.com)
Supervisora de Pesquisa e Desenvolvimento - ARAUCO

Anibal de Moraes (anibalm@ufpr.br)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Breno Menezes de Campos (brenomcamposs@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Carlos Alberto Cavichiolo Franco (franco.cwb@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Caroline Amadori (carolamadori@gmail.com)
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Paraná

Claudete Reisdorfer Lang (claudetelangr@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Daniela Maria Martin (danielammartin@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

George Gardner Brown (minhocassu@gmail.com)
Embrapa Florestas

Gilmar Paulinho Triches (gilmar.triches@ifc.edu.br)
Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul

Gustavo Henrique Padilha (gustavohpadilha@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Jean Carlos Mezzalira (mezzalirajc@gmail.com)
CONSIPA – Consultoria em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

Jeferson Dieckow (jefersondieckow@ufpr.br)
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Paraná

João Augusto Coblinski (coblinskijoao@gmail.com)
Departamento de Solos – Universidade Federal do Paraná

Leonardo Deiss (leonardodeiss@gmail.com)
School of Environment and Natural Resources – The Ohio State University

Leonardo Silvestri Szymczak (sisz.leonardo@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Lilianne dos Santos Maia (liliannemais.agronomia@gmail.com)
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Paraná

Luiz Antonio Corrêa Lucchesi (lclucche@ufpr.br)
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Paraná

Marcelo Beltrão Molento (molento@ufpr.br)
Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal do Paraná

Maurício Zanovello Schuster (mauricioschus@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Nerilde Favaretto (nfavaretto@ufpr.br)
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Paraná

Paulo Cesar de Faccio Carvalho (paulocfc@ufrgs.br)
Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Rafael Araújo Bonatto (abonattor@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Rafaela Strapason Valessai (rafa_sv_01@hotmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Renata Francieli Moraes (remoraes93@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Rubia Dominschek (rubiadominschek@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Sebastião Brasil Campos Lustosa (slustosa@unicentro.br)
Departamento de Agronomia – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Silvano Kruchelski (silvanokr65@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Thales Baggio Portugal (baggio.thales@gmail.com)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Universidade Federal do Paraná

Vanderley Porfírio-da-Silva (vanderley.porfirio@embrapa.br)
Embrapa Florestas.

SUMÁRIO

	Pág.
Capítulo 1	
Apresentação geral da área experimental do NITA	15
Capítulo 2	
Atributos do solo e impactos ambientais de sistemas integrados de produção agropecuária em área de proteção ambiental	19
Capítulo 3	
Componente lavoura em sistemas integrados de produção agropecuária em área de proteção ambiental	35
Capítulo 4	
Componente arbóreo nos sistemas integrados de produção agropecuária em área de proteção ambiental	47
Capítulo 5	
Componente pastoril em sistema integrado de produção agropecuária em área de proteção ambiental	59
Capítulo 6	
A UFPR, o NITA, a comunidade e os objetivos de desenvolvimento sustentável	71



1 APRESENTAÇÃO GERAL DA ÁREA EXPERIMENTAL DO NITA

Anibal de Moraes, Adelino Pelissari, Sebastião Brasil Campos Lustosa, Thales Baggio Portugal, Maurício Zanovello Schuster, Silvano Kruchelski e Rubia Dominschek

1.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi iniciado em março de 2012, na Estação Experimental do Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná e localizada no município de Pinhais-PR, com as coordenadas geográficas centrais aproximadas de 25°23'30" S de latitude, 49°07'30" W de longitude e altitude de 935 metros.

O clima da região, classificado como Cfb, é caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C, estando sujeito a geadas frequentes e severas (IAPAR, 2013). Os solos, segundo o mapeamento da Embrapa (2006), se caracterizam pelas seguintes classes: Cambissolos, Latossolos e suas associações, além de Organossolos e Gleissolos.

Nos vinte anos anteriores da implantação do experimento a área era utilizada com o cultivo intensivo de milho, conduzido em sistema de preparo convencional do solo, com frequente revolvimento do solo. Uma parte da área também era utilizada para treinamento de operadores de máquinas. O solo, que se apresentava degradado, foi amostrado e corrigido com lodo de esgoto tratado pelo processo N VIRO®, seguindo posteriormente a semeadura de aveia preta, adubada na linha com 100 kg/ha de P₂O₅, para cobertura e proteção do solo.

1.2. Tratamentos e delineamento experimental

A área total do experimento é de aproximadamente 35 ha e o delineamento experimental está disposto em blocos ao acaso, com 3 repetições e 7 tratamentos, sendo eles: Floresta (F), Lavoura (L), Pastagem (P), Lavoura-Pecuária (LP), Pecuária-Floresta (PF), Lavoura-Floresta (LF) e Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF) (Figura 1.1). O fator de bloqueamento é em função da declividade do terreno e dos padrões de drenagem. As parcelas contendo os tratamentos com pecuária têm área acima de 1,0 ha e as demais parcelas têm áreas variando entre 0,2 e 1,0 ha. O limite entre os blocos 2 e 3 (linha preta que identifica a estrada) e entre os tratamentos foi delimitado seguindo o divisor de águas e, entre os blocos 2 e 1 por uma curva de nível divergente (linha marrom). Deste modo, evita-se a interferência entre tratamentos, bem como, entre blocos.

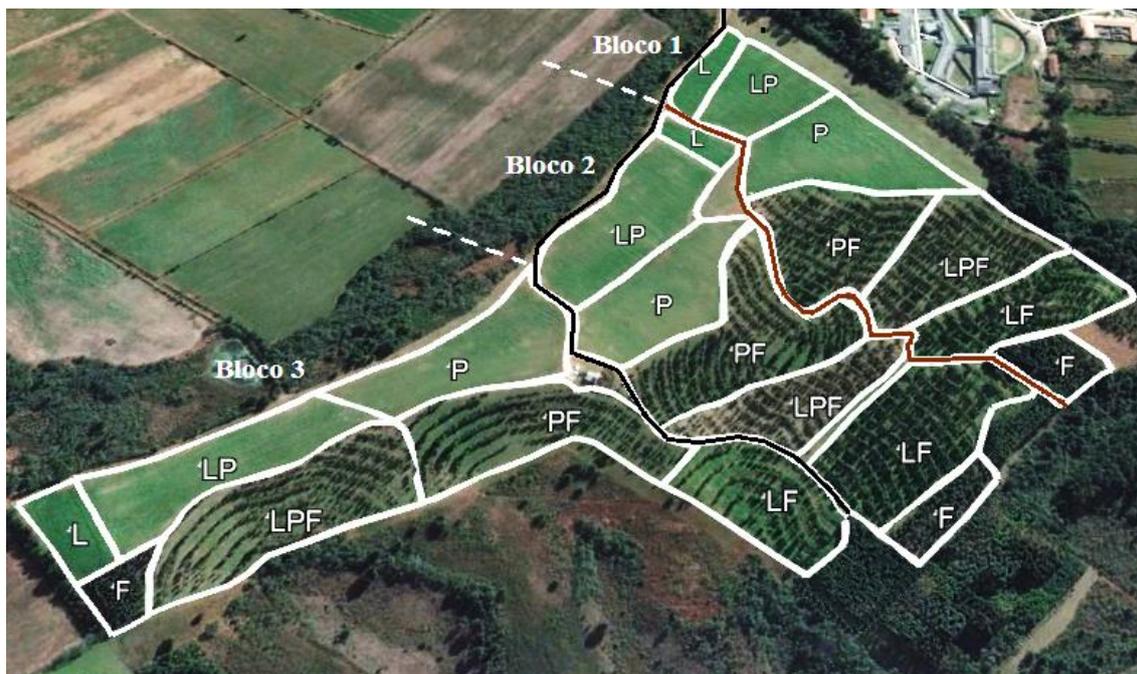


Figura 1.1. Área experimental do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), com as divisões de tratamentos (vide texto) e de blocos, localizada na Fazenda Experimental do Canguiri da Universidade Federal do Paraná, dentro da Área de Proteção Ambiental do Iraí, Pinhais, PR.

1.3. Condução do experimento

1.3.1. Componente Pastoril

As áreas somente com pastagem (P) foram semeadas com *Megathyrus maximus* cv Aries (anteriormente denominado *Panicum maximus* cv Aries), o qual constitui a maior parte da pastagem de verão, juntamente com espécies forrageiras espontâneas. No inverno, a pastagem é formada essencialmente por aveia preta (*Avena strigosa*). Outras espécies da estação estão presentes, entre elas principalmente o azevém (*Lolium multiflorum*), disseminado na área por ressemeadura natural.

1.3.2. Componente Lavoura

As áreas de lavoura (L) são semeadas com as seguintes culturas: milho (*Zea mays*) e girassol (*Helianthus annuus*) no verão, e aveia preta no inverno para cobertura do solo. Nas unidades experimentais em que a lavoura é integrada com a pecuária (LP) e com a floresta (LPF) é utilizado o sistema "ley farming". Estes sistemas são pastejados durante três anos, utilizando como pastagem de inverno a aveia preta e como pastagem de verão o capim Aries. No inverno

anterior à semeadura de culturas agrícolas, não há pastejo. As culturas de grãos são semeadas em plantio direto, sobre a palhada verde.

1.3.3. Componente Florestal

Os sistemas integrados contendo o componente florestal (PF, LF e LPF) têm os eucaliptos plantados em linhas simples, com as culturas (pastagem ou lavoura) intercaladas entre linhas, com espaçamento de 14 m entre linhas e de 2 m nas linhas, ocupando cerca de 14% da área. As linhas de árvores foram plantadas em curvas de nível visando à conservação do solo e da água, o controle da erosão, a melhoria do conforto térmico dos animais e a amenização das trilhas feitas pelo caminhamento animal no sentido pendente do terreno e possibilitando o trânsito de máquinas. O maciço florestal (F) foi plantado com arranjo espacial de 3,0 m x 2,0 m. Pretende-se realizar o corte final das árvores aos 20 anos com destinação para a laminação e serraria.

2 ATRIBUTOS DO SOLO E IMPACTOS AMBIENTAIS DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Leonardo Deiss, Nerilde Favaretto, Jeferson Dieckow, George Gardner Brown, João Augusto Coblinski, Caroline Amadori, Lilianne dos Santos Maia, Luiz Antonio Corrêa Lucchesi e Anibal de Moraes

2.1. Introdução

Quando se deseja conciliar o desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas com a viabilidade econômica e a minimização do impacto ambiental, o uso de práticas conservacionistas e dos SIPA se consolida como manejo adequado. As práticas da agricultura conservacionista como o não revolvimento do solo (plantio direto), cobertura permanente do solo e rotações de culturas promovem vários benefícios à saúde do solo e produtividade dos cultivos comerciais. Além disso, o uso dos SIPA em plantio direto pode melhorar ainda mais as condições do solo para a produção agropecuária. Os aumentos de rendimento das culturas agrícolas verificados nesses sistemas têm sido atribuídos a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, resultado da sinergia entre os componentes produtivos e propriedades emergentes resultantes da interação solo-planta-animal-atmosfera.

A área experimental está localizada na Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Iraí, a qual constitui uma unidade territorial criada pelo Decreto Estadual nº 1.753/96, conforme a Lei 6.938/81 (BRASIL, 1981), que veda o uso de defensivos agrícolas (herbicidas, inseticidas e fungicidas) na produção agropecuária, mas não impõe limitações quanto ao manejo do solo, por exemplo o uso do revolvimento do solo (aração e/ou, gradagem). Este último caso é de certa forma controverso, porque uma das principais razões que levaram à criação desta área de proteção ambiental foram os baixos índices de qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Iraí, verificados nos anos 80 e 90. A Bacia do Iraí é uma das principais fontes de água para Curitiba e região metropolitana e o problema com a qualidade da água durante aquela época, foi determinante para a criação da área de proteção ambiental. A qualidade da água da APA do Iraí foi afetada negativamente devido às elevadas concentrações de nutrientes na água, os quais podem ter sido transportados das áreas agrícolas, pela perda de solo (erosão) e pelo escoamento de água. O excesso de nutrientes na água pode causar eutrofização (crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas), tornar a água tóxica para animais e humanos (por exemplo excesso de nitrato e trihalometanos) e causar desequilíbrio ecológico nos corpos d'água.



Figura 2.1. Estado da degradação do solo durante a implantação do projeto NITA em 2012. Fotos: Anibal de Moraes.

Entre as várias mudanças que aconteceram em relação a urbanização, pecuária e agricultura na região, a implantação da APA do Rio Iraí desestimulou o uso de práticas mais sustentáveis de manejo do solo. Em outras palavras, a restrição do uso de defensivos agrícolas promoveu a intensificação do revolvimento do solo. Sem a possibilidade de usar os herbicidas, os produtores rurais passaram a utilizar o preparo do solo para o controle das plantas daninhas. Esse fato contribuiu para o aumento na degradação dos solos da região da bacia do Iraí. A perda de solo por erosão é geralmente maior em áreas que revolvem o solo, por exemplo, com arado ou nivelador, em relação a áreas que não revolvem o solo. Como em grande parte das áreas agrícolas da Bacia do Iraí, a área de estudo foi afetada pelo uso intensivo do preparo do solo e no início do

experimento estava com evidências de compactação do solo e perda de solo por erosão (Figura 2.1).

Para melhor entender os efeitos da degradação do solo e criar alternativas mais sustentáveis para fazer o uso do solo nas APAs, o NITA estabeleceu um experimento de longa duração dentro da Bacia do Iraí. O experimento foi criado para avaliar como o aumento da diversificação de sistemas integrados de produção agropecuária em plantio direto afetam a produção e a qualidade ambiental desses sistemas. A diversificação desses sistemas foi determinada pela integração ou não de componentes agrícolas que incluem lavoura, pastagem e silvicultura.

Este capítulo vai abordar como estava o estado de degradação do solo no início do experimento e como o uso de SIPA em plantio direto tem contribuído para melhorar as condições do solo nesta área. Serão abordados os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, os estoques de carbono, a emissão de gases do efeito estufa e as perdas de água, solo e nutrientes via escoamento superficial.

2.2. Condição inicial do solo no início do experimento

No início do experimento, na primavera de 2012, a área foi georreferenciada em uma malha de pontos equidistantes em 20 metros (Figura 2.2). Em cada ponto foi determinado a profundidade do horizonte A do solo (até 1,0 m) e os primeiros 20 cm do solo foram coletados para caracterização da fertilidade química do solo.

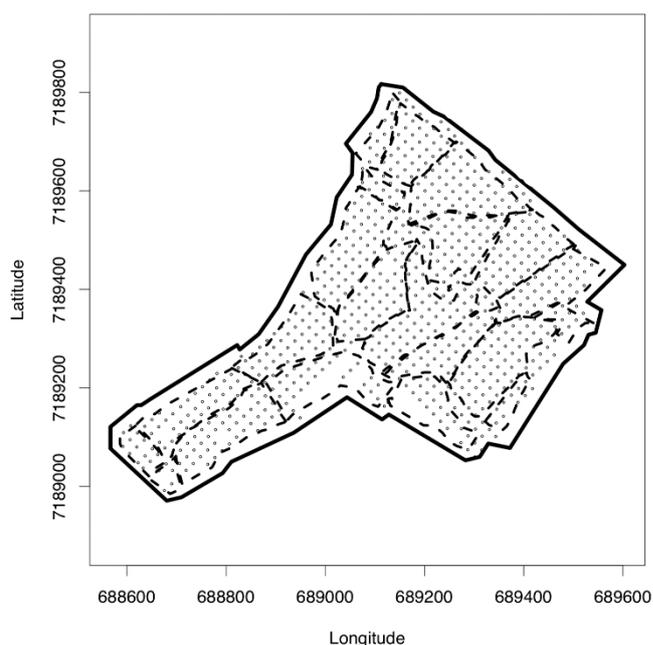


Figura 2.2. Pontos de amostragem do solo (pontos pretos) em malha de 20x20 m na área experimental do NITA. Linhas tracejadas indicam as unidades experimentais.

Como se pode observar na Figura 2.3, no início do experimento a área estava em um estado avançado de degradação do solo. As áreas com maior altitude e declividade tinham a menor profundidade do horizonte A do solo. Em função do manejo intensivo do solo nos anos anteriores à implantação do experimento, grande parte do Horizonte A foi levado por erosão para as baixadas do terreno. Estes resultados representam um efeito claro de degradação do solo causada por erosão.

A degradação do solo teve um impacto direto sobre as propriedades da fertilidade do solo (Figura 2.4). As maiores concentrações de carbono orgânico do solo foram verificadas nas áreas com maior profundidade, onde foi depositado grande parte do solo erodido. Por outro lado, nestas mesmas áreas de deposição, o solo estava mais ácido possivelmente em função da maior liberação de ácidos orgânicos da matéria orgânica, os quais podem contribuir para redução do pH.

As áreas com menor profundidade do solo (áreas mais degradadas) apresentaram menores valores de capacidade de troca catiônica (CTC) e maior saturação por bases (Figura 2.4). Os resultados dessas duas propriedades do solo estão diretamente relacionados com a perda de solo superficial, que é rico em matéria orgânica, e a consequente acidificação do solo nas áreas de deposição do solo erodido. Os maiores valores de CTC foram encontrados nas áreas de deposição e, possivelmente, ocorreram em função do excesso de íons trocáveis de H^+ e Al^{3+} , os quais geralmente ocorrem em maiores concentrações nos solos mais ácidos. Isso foi confirmado pelos menores valores de saturação de bases (não inclui os cátions H^+ e Al^{3+} na soma de bases) nas áreas mais degradadas (menor profundidade do horizonte A).

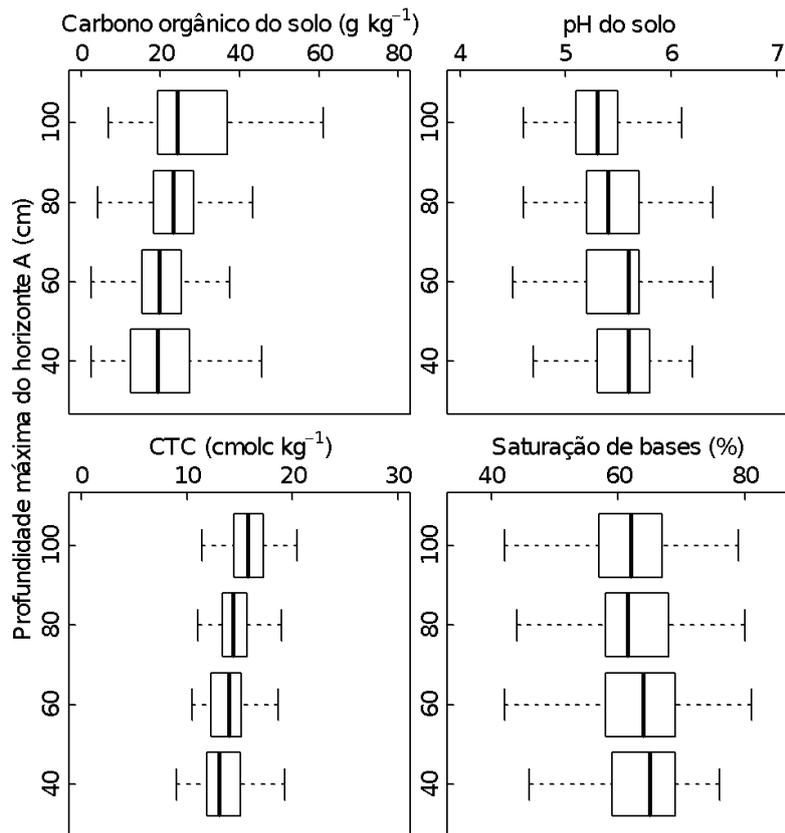


Figura 2.4. Impacto da degradação na fertilidade do solo (0-20 cm profundidade). As menores profundidades do horizonte A indicam maior degradação do solo. Março de 2013.

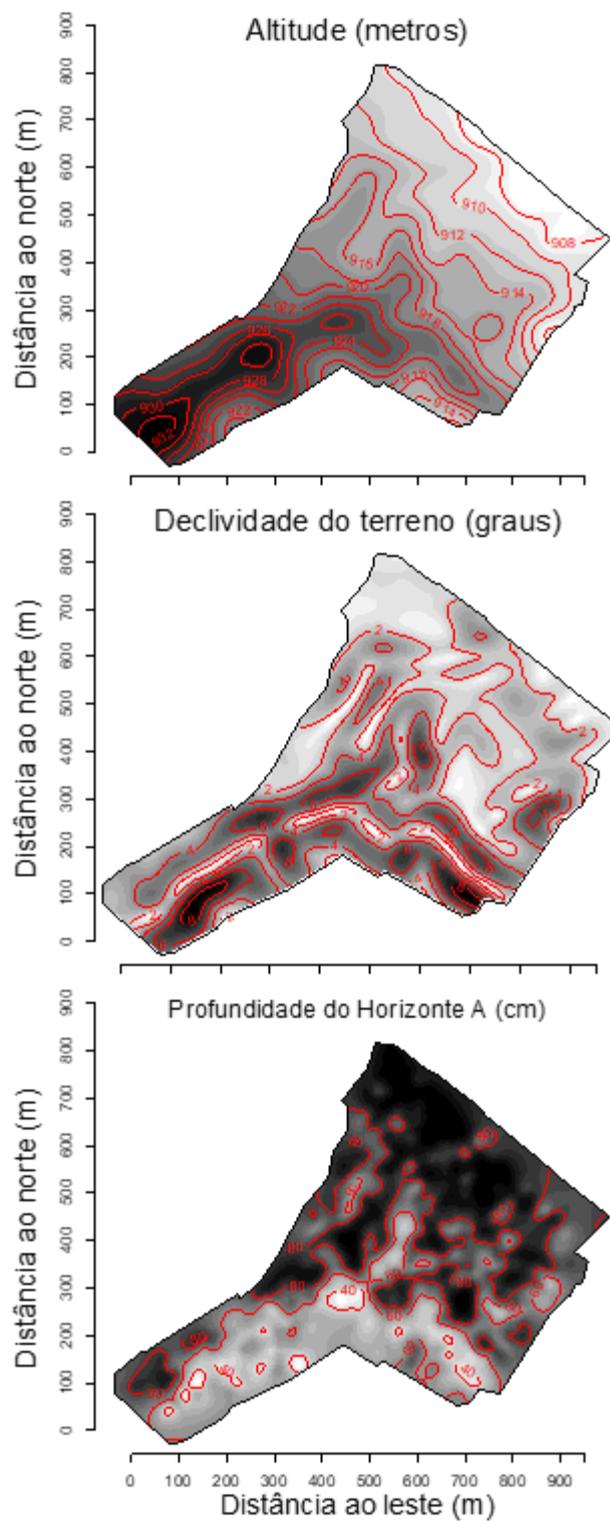


Figura 2.3. Atributos do terreno (altitude e declividade) e profundidade do horizonte A do solo. Março de 2013.

2.3. Resultados de atributos do solo

A qualidade do solo pode ser conceituada como a capacidade de um solo em suportar o crescimento e desenvolvimento de plantas (produtividade) e de animais (atividade biológica), manter ou melhorar a qualidade ambiental (solo, água e ar) e proporcionar saúde humana e animal. Essa qualidade é considerada sob três aspectos principais: físicos, químicos e biológicos. O uso e manejo do solo alteram esses atributos do solo e, com isso, na busca por sistemas mais conservacionistas, é importante observar como ocorrem essas modificações ao longo do tempo. Os resultados apresentados a seguir se referem ao efeito dos diferentes sistemas de produção sobre os atributos do solo ao longo do tempo. Os resultados apresentados são de épocas diferentes e de tratamentos específicos, os quais estão especificadas no decorrer do texto.

2.3.1. Atributos físicos do solo

Foram avaliados os atributos físicos do solo em três sistemas de uso e manejo: Lavoura (L), Lavoura-Pecuária (LP) e Pastagem (P), depois de mais dois anos após a implantação do experimento (janeiro de 2015), em diferentes profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-20 cm). Os resultados não indicaram diferenças significativas entre os sistemas, o que era esperado, considerando ser a fase inicial do experimento.

Tabela 2.1. Atributos físicos do solo avaliados em janeiro de 2015.

Sistema	Profundidade cm	Ds Mg m ⁻³	Pt			DMPs		DMPu		Granulometria (%)		
			Mic	Mac	mm		Argila	Silte	Areia			
L	0-5	1,2	0,56	0,44	0,12	2,0	1,7	62	12	26		
	5-10	1,3	0,54	0,44	0,10	1,8	1,5	63	10	27		
	10-15	1,2	0,49	0,38	0,10	2,2	1,8	62	10	28		
P	0-5	1,2	0,55	0,46	0,08	2,0	1,7	56	9	34		
	5-10	1,2	0,54	0,43	0,11	2,1	1,7	59	10	31		
	10-15	1,3	0,55	0,43	0,11	2,1	1,8	57	10	33		
LP	0-5	1,1	0,49	0,41	0,08	2,2	1,9	59	10	31		
	5-10	1,3	0,53	0,43	0,10	1,9	1,5	58	11	31		
	10-15	1,1	0,49	0,38	0,10	2,0	1,7	59	10	31		

Ds: Densidade do solo, Pt: Porosidade total, Mic: Microporosidade, Mac: Macroporosidade, Ksat: Condutividade hidráulica saturada, DMPs: Diâmetro médio ponderado seco, DMPu: Diâmetro médio ponderado úmido. Adaptado de Coblinski (2016).

Todos os sistemas apresentaram solo de textura argilosa ou muito argilosa. Estes solos possuíam alta capacidade de retenção de água e sendo mais resistentes à erosão. No entanto, também foram altamente susceptíveis à compactação, fazendo com que mereçam cuidados especiais durante seu manejo. A densidade do solo em todas as profundidades e tratamentos ficou entre 1,1 e 1,3 t/m³ (Tabela 2.1), abaixo do valor considerado impeditivo ao desenvolvimento de raiz (1,5 t/m³). A porosidade total do solo variou entre 0,49 e 0,57 m³/m³, e devido a textura argilosa e ao não revolvimento do solo (plantio direto), foram encontrados maiores valores de microporosidade em relação à macroporosidade, contribuindo para a maior retenção de água nestes solos. De modo geral, uma macroporosidade $\geq 0,10$ m³/m³ é desejável, a fim de proporcionar uma aeração mínima para o bom desenvolvimento das plantas e, de modo geral, todos os sistemas apresentaram essa condição mínima. Em relação aos agregados do solo, os valores de diâmetro médio ponderado úmido (DMPu) ficaram entre 1,5 e 1,9 mm, e para diâmetro médio ponderado seco (DMPs) ficaram entre 1,8 e 2,2 mm. Estes valores são considerados bons em termos de agregação, refletindo em maior resistência do solo ao impacto das gotas de chuva e conseqüentemente ao processo erosivo.

2.3.2. Atributos químicos do solo

Os atributos químicos do solo foram avaliados em janeiro de 2015 e janeiro 2017, na camada de 0-20 cm e 0-25 cm, respectivamente (Tabela 2.2). Não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas para a maioria das variáveis analisadas, exceto no teor de fósforo e potássio disponíveis no primeiro ano de avaliação, que tiveram maiores valores no sistema pecuária (P). Observou-se uma acentuada acidificação do solo entre os anos de 2015 e 2017, com redução do pH em todos os sistemas. Esse resultado é tipicamente encontrado nos solos do experimento. De acordo com o manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SBCS-NEPAR, 2017), os teores de potássio de 0,22 a 0,45 cmol_c/dm³ são classificados como altos (verificados em todos os sistemas) e fósforo de 3 a 6 mg/dm³ em solos com teor de argila superior a 40% são considerados níveis baixos. No ano de 2015, o solo apresentava alta CTC, com grande parte das cargas negativas do solo ocupadas por cátions, o que garante boa capacidade de retenção e disponibilidade de nutrientes. No ano de 2017, os valores de CTC e saturação por bases tiveram um decréscimo, mas as diferenças entre os sistemas continuaram sendo pouco significativas para essas variáveis. Esta redução indicou necessidade de reposição de bases que estavam sendo exportadas através dos produtos (grãos e carne) extraídos dos sistemas de produção e, possivelmente, perdidos para o ambiente e escoamento da água.

Tabela 2.2. Atributos químicos do solo na área experimental do NITA nas profundidades de 0 a 20 cm (janeiro de 2015) e 0 a 25 cm (janeiro de 2017).

Ano	Sistema	pH CaCl ₂	Al ³⁺	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	V	P
			(cmol _c /dm ³)						%	mg/dm ³
2015	L	5,55	0,18	5,38	7,83	3,68	0,23	17	68,3	3,58
	P	5,88	0,05	4,4	8,33	3,88	0,4	16,9	74,3	6,23
	LP	5,83	0,08	4,58	8,28	3,95	0,28	17,1	73,5	3,4
2017	L	5,13	0,03	7,07	3,9	2,8	0,2	14	49,4	4,7
	P	5,13	0,03	6,6	3,63	2,77	0,26	13,3	50,2	4,67
	LP	5,07	0,07	7,97	3,6	2,77	0,19	14,5	45,1	4,37
	LPF	5,17	0	6,27	3,53	2,6	0,22	12,6	50,3	4,03

Dados de 2015 foram obtidos por Coblinski (2016) e de 2017 por Kleina (2017).

2.3.3. Atributos biológicos do solo

O uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais pode afetar a população e atividade de organismos no solo. Assim, o ambiente biológico do solo foi avaliado quanto à abundância da macrofauna e à atividade e biomassa microbiana, com avaliações feitas nos sistemas L, P, LP e LPF.

A extração da mesofauna edáfica foi realizada em setembro de 2016, por dois métodos: as armadilhas de queda (*Pitfall Traps*) e o funil de Berlese-Tulgreen modificado. Avaliou-se o número total de indivíduos e abundância dos principais grupos da mesofauna encontrados.

Nas armadilhas de queda, predominou o grupo Collembola e sua abundância foi maior no sistema P (Figura 2.5). Os colêmbolos desempenham papel importante nos processos de decomposição e de mineralização da matéria orgânica, alimentando-se de fungos e de material vegetal, favorecendo a decomposição microbiana (Greenslade, 1983; Hasegawa, 2001).

Com o funil de Berlese-Tulgreen, os grupos Acari e Collembola foram os mais representativos. Estes grupos foram mais abundantes no sistema L. A população de ácaros pode variar de acordo com o teor de matéria orgânica, a cobertura do solo, o tipo de espécie vegetal cultivada e o microclima (Mello e Ligo, 1999). A mesofauna do solo foi influenciada pelos sistemas de produção, apresentando maior abundância nos sistemas L e P. No sistema L, a cobertura vegetal pode ter influenciado a presença de organismos fitófagos e fungívoros, e na área P os excrementos dos animais podem ter contribuído para a presença de organismos saprófagos e predadores.

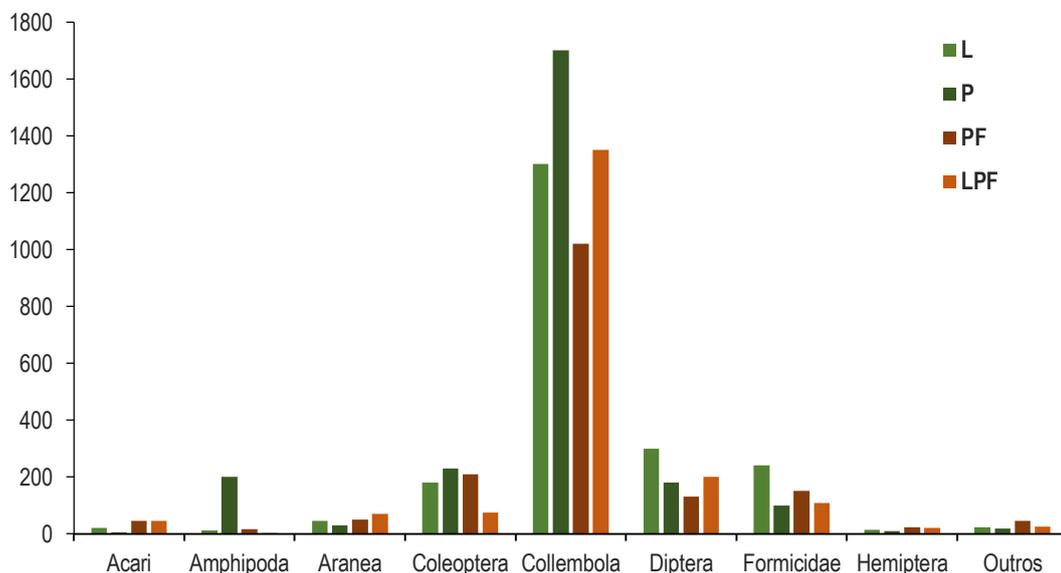
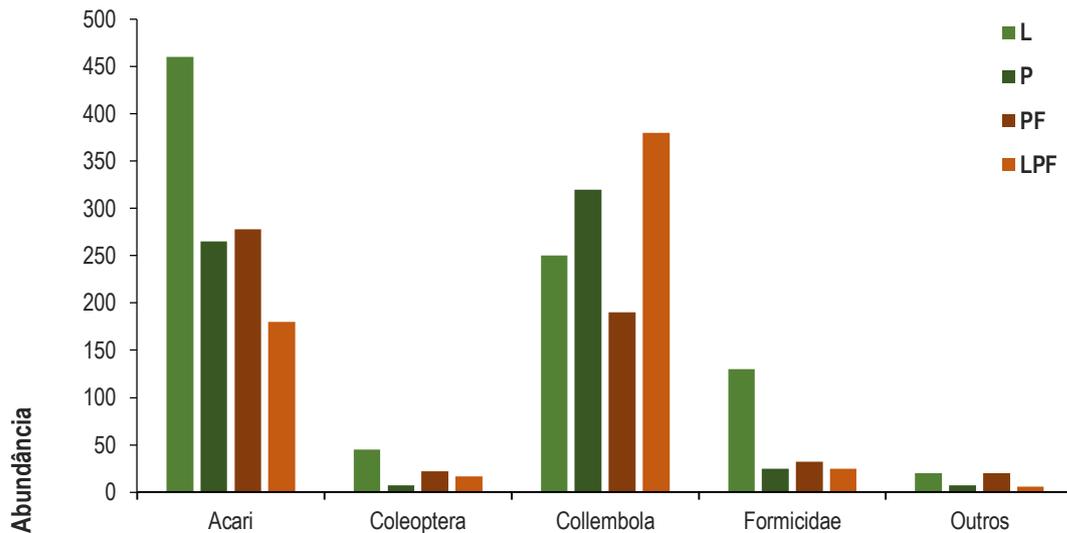


Figura 2.5. Abundância da mesofauna do solo na área experimental do NITA. Setembro de 2016. A - Método Pitfall. B- Funil de Berlese-Tulgreen modificado.

A microfauna do solo foi avaliada a partir de amostras de solo coletadas em duas profundidades (0-5 cm e 5-10 cm), em três avaliações entre setembro 2016 a março de 2017. Foram feitas quantificações da biomassa microbiana, mineralização de carbono (determinado pelo fluxo de CO₂ acumulado em incubação de 24 dias), quociente metabólico (qCO₂) e quociente microbiano (q_{mic}). Estes dois últimos índices representam a razão do fluxo de CO₂ do solo pelo conteúdo de carbono da biomassa microbiana e a razão do conteúdo de carbono da biomassa microbiana pelo carbono orgânico total do solo, respectivamente.

Os valores de carbono da biomassa microbiana não diferiram entre os sistemas de produção. A mineralização de carbono resultante da atividade microbiana do solo foi diferente

entre os sistemas. O sistema L teve o maior potencial de mineralização de nutrientes no solo ao longo do tempo, possivelmente em função dos maiores teores de matéria orgânica encontrados nesses sistemas. Porém, o menor q_{CO_2} e o maior q_{mic} no solo foram verificados no sistema LPF. Esses resultados indicam que os sistemas de produção mais complexos foram mais eficientes na utilização dos substratos de carbono orgânico do solo, promovendo melhor qualidade do solo a longo prazo.

2.3.4. Estoque de carbono orgânico no solo

O conhecimento dos teores e estoques de carbono ajuda a compreender a qualidade do solo e a gestão sustentável do seu uso. O carbono orgânico do solo é balanceado de acordo com taxas de entrada e saída no sistema. A entrada ocorre por meio da adição de resíduos vegetais e/ou animais. A saída ocorre pela decomposição destes resíduos pelos microrganismos, pela exportação dos produtos de origem animal e vegetal e pelas perdas de solo por erosão e emissão de gases.

Os teores e estoques de carbono orgânico no solo foram avaliados em duas profundidades (0-5 cm e 5-10 cm), entre setembro 2016 a março de 2017, nos sistemas L, P, LP e LPF. O sistema L apresentou maiores teores e estoques de carbono orgânico do que o sistema LPF nas duas profundidades do solo (Tabela 2.3). Os sistemas P e LP tiveram teores e estoques de carbono orgânico intermediários em relação aos primeiros sistemas. É provável que os sistemas sem o componente arbóreo tenham sido beneficiados pela maior produção vegetal das culturas herbáceas (culturas de cobertura, pastagem e lavoura) em relação ao sistema que tinha as árvores (LPF).

Tabela 2.3. Conteúdo e estoques de carbono orgânico no solo nos diferentes sistemas na área experimental do NITA. Média de três amostragens de solo entre setembro 2016 a março de 2017.

Sistema	Carbono orgânico total		Estoque de carbono orgânico	
	(g/kg)		(t/ha)	
	0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm
Lavoura	47,35	36,82	25,29	25,07
Pecuária	42,77	33,84	24,82	24,13
Lavoura-Pecuária	43,13	34,48	23,69	24,19
Lavoura-Pecuária-Floresta	38,41	32,19	21,14	21,65

Médias seguidas de letras distintas na coluna no sistema e na coleta separadamente diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Kleina, 2017.

2.4. Resultados de perdas de água, solo e nutrientes

A atividade agrícola, se conduzida de forma inadequada, é um grande contribuinte para a poluição dos recursos hídricos. Solo e nutrientes podem ser carreados em grandes quantidades dos sistemas agrícolas para a rede de drenagem. Além do transporte de nutrientes na forma solúvel, o escoamento superficial transporta partículas minerais e orgânicas do solo (erosão) nos quais os nutrientes ou outros poluentes estão associados, causando problemas não somente ambientais, mas também econômicos (perda de produtividade e aumento do custo de produção) e sociais (redução da qualidade da água para consumo, assoreamento e enchentes). O fósforo e o nitrogênio são nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, porém, em ambientes aquáticos são poluentes. Portanto, um dos grandes desafios de sistemas agrícolas sustentáveis é controlar as perdas desses nutrientes do solo para o sistema hídrico.

O monitoramento das perdas de água, solo e nutrientes solúveis (fósforo, nitrato, amônio e carbono orgânico) (Tabela 2.4) foram realizadas durante um ano (01/11/2014 a 30/10/2015) em encostas (0,3 a 1,1 ha) de três sistemas (L, LP e P). A perda acumulada de água variou de 0,4 a 7 mm/ano, com coeficiente de escoamento de 0,03 a 0,62%. Portanto, menos de 1% da precipitação anual (média de 1140 mm) foi perdida via escoamento superficial. As maiores perdas de água, encontradas no sistema L, devem-se possivelmente à menor cobertura vegetal do solo, principalmente em eventos específicos de precipitação (entre safras).

Tabela 2.4. Perda de água, solo e nutrientes na área experimental do NITA no período de novembro de 2014 a outubro de 2015.

Sistema	PPT	ES	CFE	Solo kg/ha	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P _s	CO _s
	mm/ano		%					
L	1134	7,0	0,62	2,6	30,8	14,2	2,9	353,6
LP	1142	0,5	0,05	0,9	7,2	4,5	2,4	133,7
P	1145	0,4	0,03	0,6	4,7	2,1	1,2	85,5

Obs: Neste período de monitoramento o componente animal não tinha ainda sido implementado e os tratamentos de ILP e P estavam somente sob pastagem. PPT:Precipitação; ES:Escoamento superficial; CFE: Coeficiente de escoamento superficial; N-NO₃⁻: nitrato; N-NH₄⁺: Amônio; P_s: Fósforo solúvel; CO_s: Carbono orgânico solúvel. Fonte: Coblinski, 2016.

Devido às maiores perdas de água, maiores perdas de solo também ocorreram no sistema L. No entanto, são valores muito baixos (0,6 a 2,6 kg/ha/ano), comparativamente a outros estudos com plantio direto. Conforme Derpsch et al. (1991), as perdas médias de solo em plantio direto no estado do Paraná são próximas de 7 t ha/ano. Merten et al. (2015) em estudo com plantio direto no estado do Paraná (14 anos de coleta de dados), observaram perda de solo média de 400 kg

ha/ano em pequenas parcelas (77 m²) e 50 kg ha/ano em grandes parcelas (10.000 m²), reduzindo mais de 70% as perdas de solo em comparação com sistema de preparo convencional do solo.

A perda anual de fósforo solúvel foi maior no sistema L, no entanto, a quantidade perdida é muito baixa (1,2 a 2,9 g/ha/ano). As perdas de nitrogênio solúvel também foram maiores no sistema L, mas também com valores muito baixos (4,3 a 30,8 g ha/ano de nitrato e 2,1 a 14,2 g/ha/ano de amônio).

Conforme já mencionado anteriormente, apesar das maiores perdas de água, solo e nutrientes encontrados no sistema L, esses valores são muito baixos comparados com perdas em sistemas intensivos, como plantio convencional, mostrando que é possível aliar a produtividade e conservação dos recursos naturais utilizando sistemas de produção conservacionistas.

2.5. Emissão de gases do efeito estufa

Atualmente a demanda por alimentos e sustentabilidade ambiental tem exigido mudanças nos sistemas de produção, visando maior eficiência produtiva por área. Os SIPA estão sendo adotados como importante alternativa a essa demanda. Entre os benefícios dessa adoção está o potencial de mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Estes gases, principalmente dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) têm tido sua concentração aumentada na atmosfera causando sérias mudanças climáticas. Esse aumento é decorrente da atividade antrópica, sendo o setor agropecuário responsável por um terço das emissões brasileiras. Assim, avaliou-se o potencial dos SIPA em mitigar as emissões de GEE a partir do solo em relação a sistemas simples, puramente agrícolas.

As avaliações dos GEE ocorreram durante três ciclos de cultivo, a partir de setembro de 2016 a maio de 2018, nos sistemas L, P, LP, P e LPF. As amostras de ar foram coletadas (aproximadamente a cada 21 dias) através do método da câmara estática fechada, conforme Mosier (1989) e Parkin et al. (2003). Durante esses ciclos ocorreram três adubações nitrogenadas, somando 900 kg/ha de ureia (405 kg N/ha) adicionados ao solo.

O sistema P emitiu em torno de 14 kg N-N₂O ha/ano para a atmosfera a partir do solo, enquanto que os sistemas integrados e o sistema L emitiram em torno de 9 kg N-N₂O ha/ano (Tabela 2.5). Em relação ao CH₄, em todos os sistemas houve influxo, ou seja, o solo foi capaz de absorver mais CH₄ da atmosfera, em relação ao que foi emitido. Considerando a emissão total dos gases, em CO₂ equivalente, as elevadas emissões de N₂O são mais danosas ao ambiente do que as emissões de CH₄ devido ao potencial de aquecimento global dessas moléculas, que são 310 e 21 vezes mais potentes em relação ao CO₂, respectivamente.

A emissão acumulada foi um reflexo do fluxo de emissão, onde o sistema P perdeu maior quantidade de N-N₂O para a atmosfera. Isso pode ter ocorrido devido ao maior adensamento da camada superficial do solo pela presença constante do animal na área, propiciando condições físicas de maior permanência da água nos poros do solo, o que beneficia os processos microbianos anaeróbicos responsáveis pelas emissões. Os SIPA (LP e LF) e somente o sistema L, emitiram menor quantidade de N₂O para a atmosfera do que o sistema P, apresentando-se como sistemas potenciais para mitigação das emissões de GEE. A utilização de ciclos de lavoura e a inclusão de espécies arbóreas podem amenizar a emissão de gases por área equivalente da pecuária em sistemas exclusivos de pastagem.

Tabela 2.5. Emissões anuais de gases do efeito estufa na área experimental do NITA durante o período de setembro de 2016 a maio de 2018.

SISTEMAS	C-CH ₄	N-N ₂ O	Emissão total
	kg/ha/ano		Mg CO ₂ eq/ha/ano
L	-1,58	8,23	1,6
P	-0,76	14,42	2,83
LP	-1,05	9,86	1,93
PF	-0,45	8,44	1,66
LPF	-1,14	10,38	2,03

2.6. Considerações finais

A área onde o experimento foi implantado, estava em estado avançado de degradação do solo. Isso reflete a condição do solo de várias outras propriedades rurais na região da APA do Iraí. O fato do solo estar degradado não inviabilizou o uso da terra para produção agrícola (Figura 2.6 e 2.7), mas pode diminuir o potencial de uso para gerar mais produtos por unidade de área e de nutriente aplicados aos sistemas de produção.

O uso dos SIPA, sem o revolvimento do solo, aliado a outras práticas conservacionistas, pode contribuir para melhorar as condições do solo, a qualidade ambiental e a aumentar a produção agropecuária. De modo geral, o aumento da complexidade dos SIPA melhora os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, reduz as perdas de nutrientes por erosão e escoamento superficial e diminui as emissões de gases do efeito estufa.



Figura 2.6. Estado da conservação do solo em 2016, quatro anos após a implantação do experimento do NITA. Fotos: Leonardo Deiss.



Figura 2.7. Imagem aérea do experimento do NITA, três anos após a implantação. As fotos para elaboração ortomosaico foram coletadas com veículo aéreo não tripulado (DRONE) em Março de 2015.

2.7. Referências

- BRASIL. Lei n.º 6.938; de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm > Acesso em: 08 de dez. de 2015.
- COBLINSKI, J.A. Perdas de solo, água e nutrientes via escoamento superficial em sistemas de uso e manejo do solo. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2016. 38p. (Dissertação de Mestrado).
- DERPSCH, R. et al. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Schborn: GTZ/Londrina: IAPAR, 1991.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2006.
- GREENSLADE, P.J.M. Ecology of soil invertebrates. In: Soils: an Australian viewpoint. Division of Soils, CSIRO: Academic Press: London, 1983. pp. 645–669.
- HASEGAWA, M. The relationship between the organic matter composition of a forest floor and the structure of a soil arthropod community. *European Journal of Soil Biology* 37: 281–284, 2001.
- KLEINA, G.B. Biomassa microbiana e carbono mineralizável no solo em sistemas integrados de produção agropecuária. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2017. 60p. (Dissertação de Mestrado).
- MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Terceira comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima. Brasília: MCTI, 2016.
- MELO, L.A.S., LIGO, M.A.V. Amostragem de solo e uso de “litterbags” na avaliação populacional de microartrópodos edáficos. *Scientia Agricola* 56: 523–528, 1999.
- Merten, G.H. et al. No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. *Soil & Tillage Research* 152, 85–93, 2015.
- MOSIER, A.R. Chamber and isotope techniques. In: Andreae MO, Schimel, DS. ed. Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop. Berlin: Wiley, 1989. pp.175–187.
- PARKIN, T. et al. Chamber-based trace gas flux measurement protocol. USDA-ARS GRACE net, 2003.
- SBCS-NEPAR - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (2017). Curitiba, SBCS/NEAPR, 2017. 482 p.

3 COMPONENTE LAVOURA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Rubia Dominschek, Claudete Reisdorfer Lang, Maurício Zanovello Schuster, Aline Utima, Gustavo Padilha e Rafaela Strapason Valessai

3.1. Introdução

Modelos de produção agrícolas que se baseiam na monocultura e no uso intensivo de insumos para alcançar altos rendimentos, têm sido repensados mundialmente por pesquisadores, técnicos e produtores. De fato, a simplificação dos sistemas agrícolas em monocultivo gerou facilidades de comercialização e ganhos expressivos de produtividade com o alto emprego de insumos nas últimas décadas. Porém, esses sistemas de produção têm se tornado bastante vulneráveis devido à seleção de pragas, doenças e plantas daninhas mais adaptadas ao ciclo. Além disso, os tratamentos culturais desses monocultivos e o alto investimento em insumos gera riscos econômicos ao produtor devido a mínima margem de lucro. Em adição, o monocultivo gera impactos ambientais negativos no solo, ar e água, além da redução da biodiversidade.

O desafio atual é alcançar boas produtividades de tal forma que os recursos naturais sejam utilizados de maneira mais eficiente, preservando ou até mesmo melhorando a qualidade do ambiente, além de garantir rentabilidade a quem produz. Nesse sentido, os SIPA têm sido vistos como alternativas para a intensificação sustentável da produção vegetal. Em SIPA, as lavouras são abordadas de um ponto de vista ecológico, e as premissas são o aumento da diversidade e o uso de práticas conservacionistas do solo, aliadas a tecnologias disponíveis que promovam múltiplos benefícios ao agroecossistema, refletindo no rendimento das culturas de interesse.

A diversificação dos sistemas pode ser alcançada em várias escalas. No mesmo espaço, integrando lavouras com árvores por exemplo; ou no tempo, através de rotação de culturas e integração com animais nas diferentes épocas do ano. Espera-se que, com sistemas de produção mais complexos e diversos, obtenha-se sinergismo entre seus componentes, resultando em: melhorias na estrutura física de solo; maior eficiência no uso de nutrientes pelas plantas; maior acúmulo de matéria orgânica nos solos; maior diversidade e atividade biológica do solo; alterações na ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas. Dentre as práticas conservacionistas empregadas nos SIPA, podemos citar três princípios descritos por Sanderson et al. (2013) para aumentar os serviços ecossistêmicos: minimizar revolvimento do solo; maximizar a cobertura do

solo; e estimular a atividade biológica do solo. Esses princípios são facilmente atendidos pela adoção da prática do plantio direto, e por um planejamento do uso da terra que busque sempre manter cobertura vegetal viva.

A área experimental do NITA, conduzida em uma área de proteção ambiental, implementa estes princípios de SIPA, tendo como desafio manejar lavouras de grãos sem o uso de herbicida, inseticida e fungicida. Neste capítulo serão apresentadas as estratégias adotadas para superar desafios e os resultados alcançados do componente lavoura.

3.2. Arranjo de sistemas agrícolas e tratos culturais da lavoura

Dos sistemas produtivos encontrados na área experimental do NITA, quatro contemplam o componente lavoura: L, LF, LP e LPF. O esquema de rotação em cada tratamento e o detalhamento de cada safra de verão estão sumarizados nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1. Arranjo de rotação dos tratamentos Lavoura, Lavoura-Floresta, Lavoura-Pecuária, e Lavoura-Pecuária-Floresta, desde o inverno de 2013 até o inverno de 2018.

Sistema	Estação e ano											
	inverno 2013	verão 2013/14	inverno 2014	verão 2014/15	inverno 2015	verão 2015/16	inverno 2016	verão 2016/17	inverno 2017	verão 2017/18	inverno 2018	
L	aveia preta	Milho Girassol	aveia preta	Milho Girassol	aveia preta	Milho lavoura perdida	aveia preta	Milho	aveia preta	Milho	aveia preta	
LF	aveia preta*	capim áries*	aveia preta*	capim áries*	aveia preta com pastejo	capim áries com pastejo	aveia preta	Milho	aveia preta com pastejo	capim áries com pastejo	aveia preta com pastejo	

*Não houve pastejo nos 2 primeiros anos de experimentos. Detalhamento nos capítulos 4 e 5.

Tabela 3.2. Cultivares e adubações de verão ao longo dos anos na Área Experimental do NITA.

Ano	Cultivar	Adubação de Verão / ha
2013/2014	Milho - 2B655HX Girassol - Aguará 4	450 kg Fósforo Natural 400 kg 25:0:25 NPK 200 Kg ureia
2014/2015	Milho - 30F53 Convencional Girassol - Aguará 6	100 kg fósforo natural 200 kg uréia 100 kg Cloreto de Potássio
2016/2017	Milho 30F53VYHR - precoce Milho P2866H - superprecoce	300 kg fósforo natural 400 kg uréia 200 kg Cloreto de Potássio
2017/2018	Milho - 30F53VYHR	300 kg fósforo natural 300 kg uréia 200 kg Cloreto de Potássio

3.3. Desafios para produção de grãos e estratégias para superá-los

A adoção de uma agricultura conservacionista em área de APA enfrenta dois principais desafios: 1) Realizar o plantio direto sem uso de herbicidas dessecantes, seja na semeadura das culturas de cobertura no inverno sobre a pastagem perene de verão ou na semeadura da cultura agrícola de verão sobre a cultura de cobertura de inverno; e 2) Controlar plantas daninhas, considerando que em sistemas produtivos sem uso de herbicidas, por exemplo na produção orgânica, o manejo de plantas daninhas é tradicionalmente feito de forma mecânica pelo revolvimento do solo, o que compromete a implementação do plantio direto.

Assim, para viabilizar o plantio direto sem o uso de herbicida dessecante, tanto no inverno quando no verão, procede-se com a técnica de sobressemeadura (Figura 3.1). Na semeadura da aveia preta sobre a pastagem perene de verão (capim áries) a geada atua como dessecante natural, e este fator contribui ao longo dos anos de forma diferenciada. A chegada do inverno, com baixas temperaturas e possibilidade de ocorrência de geadas, proporciona redução e paralização do crescimento do capim de verão, favorecendo o estabelecimento da cultura de inverno. Já o sucesso da semeadura de culturas de grãos no verão se dá em função da fenologia da cultura de inverno. A aveia preta deve estar em fase final de ciclo, preferencialmente ainda em fase de enchimento dos grãos, para senescer após a passagem da semeadora. Não há necessidade de rolar a cobertura, pois o próprio tráfego do equipamento executa este serviço.

O manejo de plantas daninhas no experimento consiste em estratégias para desfavorecer as plantas daninhas e favorecer a competitividade das culturas. Como principais práticas citamos: manter níveis adequados de nutrição mineral para cultura de cobertura no inverno e a cultura de grãos no verão, arranjo espacial e densidade de semeadura das culturas, plantabilidade e escolha de cultivares competitivas.

A manutenção de palhada é o ponto chave para reduzir a emergência de plantas daninhas (Schuster et al., 2016). A ideia é criar uma barreira física que é imposta por uma espessa palhada de aveia e azevém de ressemeadura natural que impede os fluxos de emergência das plantas daninhas. Para tanto, é feita adubação nitrogenada adequada (entre 100 - 200 kg N/ha) que favoreça um grande acúmulo de matéria seca das culturas de cobertura de inverno.

Nas safras de 2013/14 e 2014/15 o resíduo que ficou para o plantio direto foi de 9 t/ha de matéria seca (MS), tanto no sistema L como no LF. Esta foi a mesma média para os tratamentos L e LP na safra 2016/17. Neste mesmo ano, os sistemas LF e LPF apresentaram valores médios de 6,4 e 7,1 t/ha de MS, respectivamente. No ano de 2017/18, a produção de matéria seca da aveia foi prejudicada por período prolongado de estiagem (3 meses), resultando em valores de 4,2

a 7,6 t/ha de MS de palhada. Mesmo nos anos com redução no acúmulo de MS, trata-se de uma quantidade considerável de resíduo pois Schuster et al. (2018) encontrou que quantidades similares a essas podem reduzir em até 90% a emergência de plantas daninhas.



Figura 3.1. A, B, C - Plantio de milho e girassol, safra 2 da área experimental do NITA – verão 2014/2015. D – Plantio de milho – verão 2016/2017. Fotos: Rubia Dominschek e Claudete R. Lang.

Quanto ao arranjo de plantas, trabalha-se com redução do espaçamento entrelinhas e alta densidade de plantas, a fim de favorecer uma rápida cobertura do solo pelo dossel das culturas (Figura 3.2), dando a elas vantagem competitiva em relação às plantas daninhas. Para o milho o arranjo é de 5 a 6 plantas/m linear com 0,45 m entre linhas, atingindo cerca de 110 mil plantas/ha. Para o girassol o arranjo foi de 4 plantas/m linear com 0,45 m entre linhas, chegando a quase 90 mil plantas/ha.



Figura 3.2. Estande de plantas de milho (A) e de girassol (B) verão 2014/2015. Fotos: Rubia Dominschek.

Ao escolher as cultivares deve-se considerar os mesmos princípios, favorecendo uma rápida cobertura do solo pelo dossel da cultura. Por isso a preferência por materiais mais precoces, de rápido crescimento inicial e com capacidade de tolerar altas densidades populacionais (Figura 3.3). A Adubação nitrogenada também desempenha esta função, acelerando o potencial de crescimento inicial das culturas.



Figura 3.3 Esquema sobre o plantio direto sem uso de herbicidas na área do NITA. Material de divulgação da Aliança SIPA.

Nenhuma das práticas acima citadas tem efeito se não houver cautela nas práticas relacionadas a plantabilidade, já que o primeiro componente de rendimento corresponde ao número de plantas por área. Deve-se atentar à correta regulagem da semeadora, à escolha correta do disco de semeadura (especialmente para sementes de girassol), à profundidade e velocidade de semeadura, à afiação do disco de corte (principalmente no caso de sobressemeadura com um grande volume de massa verde).

3.4. Resultados da produção de grãos do componente lavoura

Na primeira safra de grãos da área do NITA (2013/2014) obteve-se produtividades médias do milho de 9,1 t/ha no sistema L e 6,6 t/ha no sistema LF (Figura 3.4 e Figura 3.5). Para o girassol, as produtividades variaram de 3,3 e 1,8 t/ha nos sistemas L e LF, respectivamente. Observou-se tendência de menor produtividade no tratamento LF, provavelmente em função da maior pressão de infestação de plantas invasoras neste sistema. Vale destacar que as produtividades apresentadas para os sistemas de integração com árvores estão estimadas de acordo com a área útil da parcela, de forma a apresentar o potencial produtivo da cultura no entre-renque. Para uma estimativa da produção real por hectare, considerando a área ocupada pelo renque de árvores, deve ser feito um desconto de 14%.

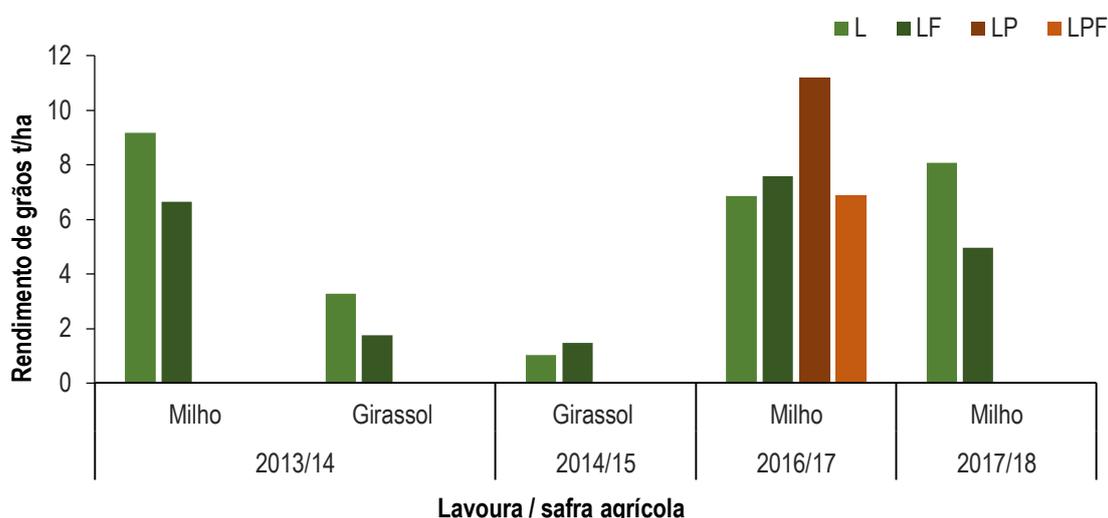


Figura 3.4. Rendimento de grãos de milho e girassol nos diferentes sistemas de produção ao longo do tempo. As produtividades apresentadas para os sistemas com o componente florestal estão estimadas a partir da área útil da parcela.

Na safra de 2014/2015 a estimativa de produtividade do milho ficou prejudicada, mas esperava-se uma boa resposta de rendimento de grãos para a cultura do milho (Figura 3.6). Neste ano, o girassol apresentou produtividades de 1 e 1,4 t/ha, desta vez com rendimento de grãos superior no sistema LF em relação ao L. O desempenho da cultura do girassol foi similar à média nacional registrada na mesma safra, a qual foi de 1,3 kg/ha. Neste mesmo ano foi desenvolvido experimento a fim de validar o adensamento da cultura do girassol como estratégia ao controle de plantas daninhas, considerando que o plantio adensado de girassol não é uma prática recomendada no Brasil. Foram estabelecidas parcelas com densidade de 45 mil plantas/ha, o que é recomendado em plantios comerciais, a fim de comparar com a densidade de 90 mil plantas/ha

utilizada na área do NITA. Avaliou-se a incidência de plantas daninhas ao longo do ciclo do girassol nos dois sistemas (L e LF) e o rendimento de grãos.



Figura 3.5. Lavoura de milho no sistema Lavoura-Floresta, verão 2013/2014. Foto: Aline Utima.



Figura 3.6. Aspecto da cultura do milho na safra 2014/2015. Foto: Tatyanna Hyczy Kaminski.

Como suposto, em ambos os sistemas, a população de girassol mais adensada (P90) apresentou menor infestação de plantas daninhas tanto para o número de indivíduos por m^2 (densidade) quanto para MS de plantas invasoras por m^2 (g/m^2) (Figura 3.7). A redução na densidade de plantas daninhas foi de 30% e 50% nos sistemas L e LF, respectivamente, aos 100 DAE. O efeito do adensamento fica evidente ao observar os dados de MS de plantas invasoras, já que a redução chegou a 66 % no L, e de 69 % no LF (Figura 3.7).

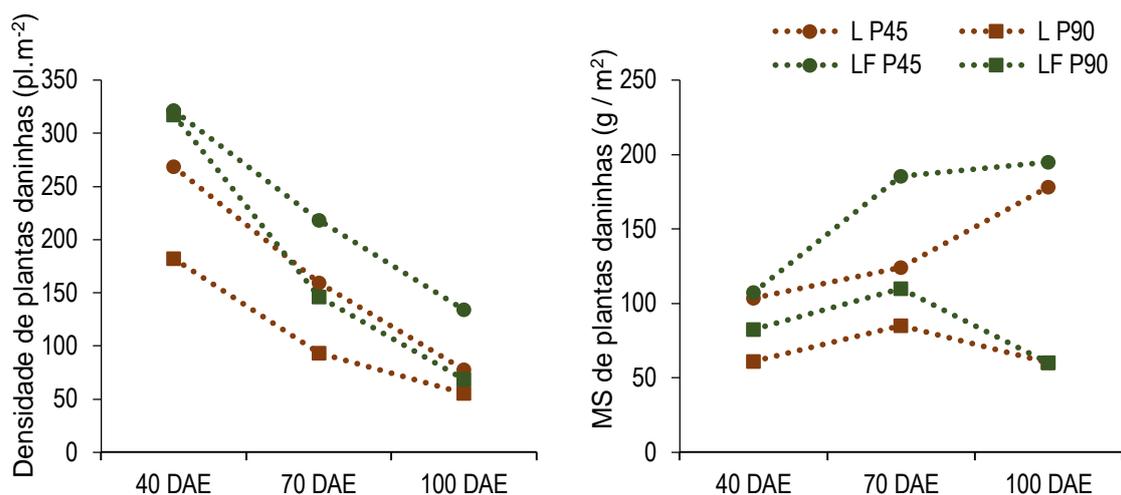


Figura 3.7. Densidade de plantas daninhas e matéria seca (MS) de plantas daninhas, nos sistemas Lavoura (L) e Lavoura-Floresta (LF), nas populações de 45 e 90 mil plantas/ha de girassol, P45 e P90 respectivamente.

Quando observamos os sistemas, a incidência de invasoras foi maior no LF, o que já havia sido observado na primeira safra do NITA, porém não foi avaliado. Acredita-se que a maior incidência de plantas invasoras no LF, especialmente na população de 45 mil plantas/ha (P45), se deve a presença da linha de árvores, a qual serve de fonte dispersora de plantas daninhas. Isto porque, nos primeiros anos do sistema, devido ao pequeno porte, as árvores não têm capacidade de suprimir as plantas infestantes abaixo de sua copa. Ao fim do ciclo do girassol, o adensamento da população de plantas mostrou-se capaz de contornar este fato no LF, uma vez que a matéria seca de plantas daninhas não diferiu entre os sistemas, para as três épocas avaliadas, neste tratamento (P90).

O adensamento proporcionou maior rendimento de grãos em ambos sistemas (Figura 3.8), refletindo o resultado de maior competitividade das plantas de girassol nesta condição. No sistema L o incremento médio de produtividade em função do adensamento foi de 23%, e no LF de 39%.

O sistema LF foi mais produtivo na segunda safra, especialmente na população mais adensada, mesmo considerando-se o rendimento com a área ocupada pelas árvores. Acredita-se que o menor rendimento do sistema L, especialmente na população de 90 mil plantas/ha, se deve a observação visual de maior severidade da doença mancha-de-alternaria (*Alternaria helianthi*) nas plantas de girassol neste sistema. Em geral, populações mais adensadas apresentam maior severidade pela mancha de alternaria na cultura do girassol (BAUER et al., 2013). No LF a presença do renque de árvores pode ter funcionado como um quebra vento, influenciando negativamente a dispersão da doença nos entre renques.

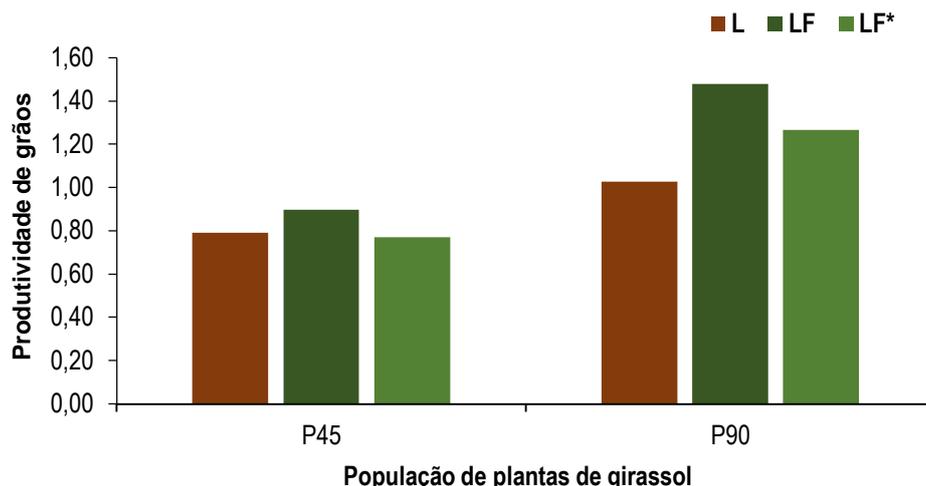


Figura 3.8. Rendimento de grãos de girassol nos sistemas Lavoura (L) e Lavoura-Floresta (LF), nas populações de 45 e 90 mil plantas/há de girassol, P45 e P90 respectivamente. * Rendimento de grãos no sistema LF que considera a área ocupada pelas linhas das árvores.

Ainda, levanta-se a hipótese de que o sombreamento moderado pode ser benéfico ao rendimento do girassol. Isto porque, a fotossíntese realizada pela planta de girassol é menos eficiente que de uma gramínea tropical em condições temperaturas altas, pois se trata de uma planta de metabolismo C3, que apresenta perdas por fotorrespiração, e ainda evapotranspira consideravelmente (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A primavera do ano de 2015/2016 foi muito chuvosa e devido a problemas na semeadura, a safra de verão não foi contabilizada. Em 2016/2017 marca um ciclo importante no experimento, pois tivemos a primeira rotação nos tratamentos LP e LPF com o componente agrícola. Optou-se por não semear girassol no experimento, devido principalmente ao aparecimento de reboleiras da doença mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Uma das características marcantes do patógeno desta doença é a formação de estruturas de resistência, que permanecem dormentes no solo até que tenha as condições favoráveis para germinar. Sendo um risco, portanto, continuar a plantar uma cultura suscetível como o girassol, dada as condições do local do experimento, de alta umidade e temperaturas amenas no verão, que são favoráveis ao desenvolvimento da doença.

Outra mudança na safra 2016/2017 foi a semeadura de dois híbridos de milho, um precoce e outro superprecoce, cada um ocupando metade da área de cada parcela. A Figura 3.9 apresenta os dados do híbrido de milho precoce – que se assemelha com as características de cultivares de milho dos anos anteriores. Observou-se rendimentos de grãos na ordem de 6,8 a 7,6 t/ha para os sistemas L, LF e LPF. O destaque foi para o sistema LP, que alcançou a marca de 11,2 t/ha de média.

O híbrido superprecoce apresentou rendimentos de grãos superior em relação ao híbrido precoce na ordem de 15% no sistema LP e de 50% no sistema L (Figura 3.9). O melhor desempenho da cultivar superprecoce está relacionada ao fechamento mais rápido do dossel, garantido vantagem competitiva a cultura agrícola frente às plantas invasoras. Nos tratamentos com o componente florestal praticamente não houve diferença entre os híbridos. Acredita-se que por se tratar de um ambiente já com condições limitantes, acaba não proporcionando o potencial de rendimento dos híbridos.

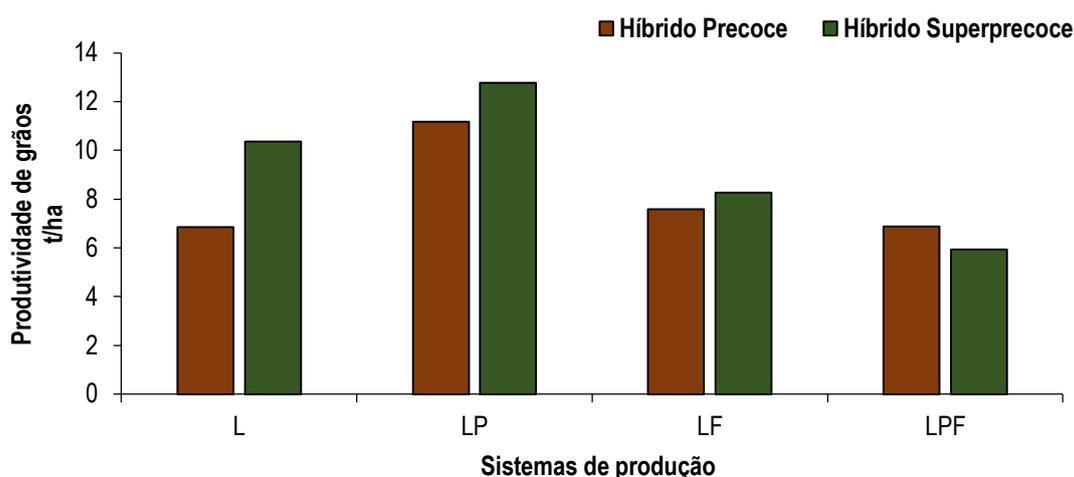


Figura 3.9. Rendimento de grãos de milho nos sistemas Lavoura (L), Lavoura-Floresta (LF), Lavoura-Pecuária (LP), e Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF), para os híbridos precoce e superprecoce, para o verão de 2016/2017.

Além do sistema como um todo contribuir para o melhor desempenho do sistema LP, investigou-se a incidência de plantas daninhas, sabendo que a pastagem perene de verão exerce um papel importante na supressão das plantas daninhas anuais que competem mais com a lavoura. Nas áreas do híbrido superprecoce, foram estabelecidas parcelas mantidas sem plantas daninhas, para avaliar o efeito da interferência das plantas daninhas no rendimento de grãos do milho.

De fato, a densidade de plantas daninhas observada no sistema LP foi inferior ao sistema L (Figura 3.10), especialmente nas avaliações entre 15 a 45 dias após a emergência (DAE) do milho, intervalo que compreende, na maioria das situações edafoclimáticas, ao período total de prevenção à interferência (PTPI) para a cultura do milho. Aos 15, 30 e 45 DAE houve uma redução de 45%, 40% e 35%, respectivamente, na ocorrência de plantas invasoras comparando o sistema L ao LP.

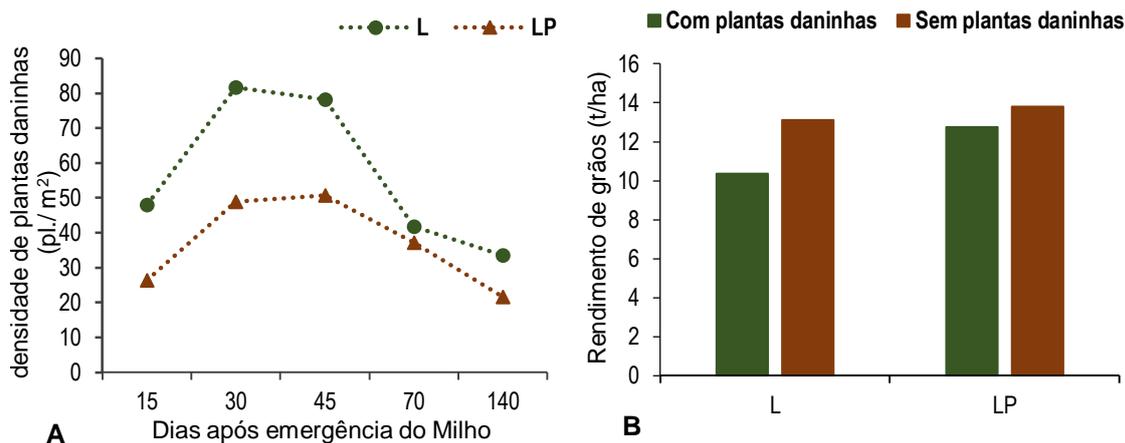


Figura 3.10. A) densidade de plantas daninhas nos sistemas Lavoura (L) e Lavoura-Pecuária (LP) ao longo do ciclo da cultura do milho. B) Rendimento de grãos de milho nos sistemas Lavoura (L) e Lavoura-Pecuária (LP), em convivência e na ausência de convivência com plantas daninha. Dados do verão 2016/2017.

A redução na densidade de plantas daninhas no sistema LP se deve a presença de uma forrageira perene tropical nos três anos anteriores. Isto porque as pastagens perenes têm vantagem competitiva em relação às culturas agrícolas, em virtude de, após estabelecidas, permanecerem com o dossel fechado até a introdução de outra cultura. A ocupação eficiente do solo por parte da planta cultivada limita a quantidade de luz e de espaço disponíveis para o estabelecimento de plantas daninhas. Além disso, o capim áries, sendo uma forrageira C4, tem alto potencial competidor com as plantas daninhas por luz, água e nutrientes.

Após os 45 DAE a diferença foi menor entre os sistemas, na ordem de 10,7%. No entanto, nesta fase há o fechamento do dossel da cultura do milho e a comunidade de invasoras presentes já não afeta significativamente a produção do milho. Ao analisar o rendimento de grãos de milho considerando a área em convivência com plantas daninhas e as parcelas mantidas sem plantas daninhas, percebe-se que há interferência no sistema L, com redução de produtividade na ordem de 20%. No sistema LP não houve diferença significativa entre as áreas com e sem plantas daninhas, com média de rendimento de grãos de 13,5 t/ha. Este resultado está relacionado à menor ocorrência de plantas daninhas e, possivelmente, a melhores condições no sistema LP que favoreceram a habilidade competitiva do milho.

Vale destacar um outro trabalho desenvolvido pelo NITA, mas em uma área experimental anexa à área experimental do NITA, também na Fazenda Canguiri. Um ponto chave nos sistemas que contemplam o componente agrícola na área do NITA é a palhada. E esta palhada é proveniente da cultura de cobertura no inverno, que não é pastejada no tratamento LP e LPF. O pastejo no inverno nessa fase inicial de estruturação do sistema produtivo pode influenciar na

quantidade de resíduo que fica para o sistema, considerando que, nas condições do experimento, a quantidade de palhada é peça fundamental no manejo de plantas invasoras.

Então, foi desenvolvido trabalho por dois anos consecutivos, que avaliou a influência do pastejo e a adubação nitrogenada no inverno e no verão, sobre a incidência de plantas daninhas e o rendimento de grãos de milho. Os resultados demonstraram que o sucesso da lavoura de milho está diretamente relacionado com a adubação nitrogenada (no inverno e no verão) e ao manejo da pastagem (intensidade de pastejo moderada), do que a presença ou ausência de pastejo no inverno.

3.5. Considerações finais

O manejo empregado na área de pesquisa permitiu uma produção de grãos satisfatória (acima das médias nacionais) da cultura do girassol e do milho, sem o uso de defensivos agrícolas. É importante ressaltar que as estratégias de manejo estudadas e apresentadas neste material não se tratam de regras, mas sim de ferramentas/alternativas que podem ser utilizadas no planejamento de sistemas de produção agropecuária, desde os orgânicos/agroecológicos até os convencionais (isto é, com emprego de defensivos agrícolas). A adição de pastagens perenes temporárias de verão em um planejamento de uso da terra, em áreas com alta infestação de plantas daninhas, por exemplo; ou adotar arranjo de plantas mais adensado; favorecer maiores quantidade de resíduo para o plantio direto. Todas essas práticas são exemplos de ferramentas possíveis de se utilizar no sistema produtivo sem que se acarrete em aumentos no custo de produção.

O NITA caminha para o sexto ano de lavoura, e podemos afirmar que o ambiente associado ao genótipo é determinante na produtividade de grãos. O desafio de se manter e atingir altas produtividades dos cultivos se repete a cada safra, mas seguimos trabalhando na compreensão dessa biodiversidade e na certeza de que estamos no caminho certo.

3.6. Referências

- SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG, M.; NICHOLS, K.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop-livestock systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, v. 28, p. 129-144, 2013.
- SCHUSTER, M. Z.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; HARRISON, S.K.; SULC, R.M.; LUSTOSA, S.B.C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F. Grazing intensities affect weed seedling emergence and the seed bank in an integrated crop-livestock system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.232, p. 232-239, 2016. doi: 10.1016/j.agee.2016.08.005
- SCHUSTER, M., HARRISON, S., DE MORAES, A., SULC, R., CARVALHO, P., LANG, C., LUSTOSA SBC, ANGHINONI I, GASTAL, F. Effects of crop rotation and sheep grazing management on the seedbank and emerged weed flora under a no-tillage integrated crop-livestock system. *The Journal of Agricultural Science*, v. 156, p. 810-820, 2018. doi:10.1017/S0021859618000813
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.758p.

4 COMPONENTE ARBÓREO NOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Vanderley Porfirio-da-Silva, Gilmar Paulinho Triches, Aline Yabusame Utima,
Carlos Alberto Cavichiolo Franco e Silvano Kruchelski

4.1. Apresentação

A integração intencional de árvores com lavouras e, ou, pastagens com animais tem sido reconhecida como potencial forma de uso das terras para a obtenção de melhorias sociais, econômicas, produtivas e de sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção. Esta integração de componentes configura um dos grandes tipos de SIPA, e contribui para um novo tipo de agricultura sustentável e intensificada com base em agricultura conservacionista.

Os sistemas de integração com o componente arbóreo são, fundamentalmente, sistemas agroflorestais e podem se desenvolver basicamente em três modalidades: integração pecuária-floresta (IPF) ou silvipastoril que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio; integração lavoura-floresta (ILF) ou silviagrícola que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou agrossilvipastoril que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

Os resultados com a utilização do componente arbóreo em sistemas de integração, já obtidos em trabalhos de instituições de pesquisa e extensão rural, bem como em áreas de produtores rurais, quando manejados de forma adequada apontam para as seguintes perspectivas: i) aumento na taxa de lotação das pastagens em comparação aos sistemas de pecuária convencional; ii) promoção do controle da erosão; iii) menor frequência de reformas em pastagens; iv) melhor condição para o desempenho animal (reprodução e produção) por meio do aumento do conforto e proteção dos animais e das pastagens; v) eliminação de investimento na construção de sombra artificial aos animais, sobretudo para o gado de leite; vi) maior oferta de forragem com valor nutritivo superior em função da melhoria da fertilidade do solo; vii) produção de madeira para serraria e laminação (Porfirio-da-Silva et al., 2010).

A espécie arbórea adequada para sistemas arborizados deve estar adaptada ao solo e ao clima local, e apresentar crescimento inicial rápido para facilitar o estabelecimento; copa reduzida ou pouco densa e fuste longo, o que diminui o sombreamento na cultura consorciada; viabilidade

econômica, oferecendo produtos com alto potencial de comercialização; e baixo ou nenhum potencial invasivo, para evitar a propagação excessiva.



Figura 4.1. Integração dos elementos pecuários e florestais, e seus produtos, no sistema de produção na Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR. Fotos: Vanderlei Porfírio-da-Silva

4.2. Definição da espécie arbórea e do arranjo espacial

Dentre as diferentes espécies florestais plantadas no país, as de eucalipto, devido ao seu rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de

adaptação e por ter aplicação para diferentes finalidades tem sido extensivamente utilizada. Atualmente, o eucalipto ocupa aproximadamente 5,7 milhões de hectares plantados (73% da área total de plantios florestais no Brasil) (IBÁ, 2018).

Além do uso energético, a demanda de madeira de eucaliptos, para diferentes finalidades de uso, tem contribuído também para o desenvolvimento das comunidades rurais, uma vez que o seu cultivo permite aos agricultores a diversificação da produção e da renda na propriedade, seja por meio de plantios puros (Santarosa et al., 2014; Santos, 2014) ou, por meio de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (Porfírio-da-Silva, 2006; Balbino et al., 2011). Entre os outros usos para a madeira de eucalipto citam-se: produção de madeira serrada, painéis, laminação, aglomerados (MDF, OSB, HDF), na construção civil, na produção de postes, dormentes e madeira para fabricação de papel e celulose.

Mais de 85% do total da área plantada de eucaliptos no Brasil estão em regiões de clima sem a ocorrência frequente de geadas. Nas regiões brasileiras onde frequentemente ocorrem geadas, as opções de espécies comerciais de eucalipto são reduzidas. Atualmente são recomendados materiais como *E. dunnii* e *E. benthamii*, sendo o *E. benthamii* mais tolerante ao frio (Paludzyszyn Filho et al., 2006).

Na implantação do experimento do NITA, o diagnóstico do ambiente indicou que as condições edafoclimáticas da área eram de ocorrência de geadas e existência de solos degradados (compactados e decapitados). Foi feito então, a opção por uma espécie arbórea que pudesse crescer e produzir satisfatoriamente sob tais condições e, ainda, proporcionasse a oportunidade de desenvolver novos conhecimentos sobre a espécie arbórea em sistemas de produção integrados para a região subtropical brasileira.

O *Eucalyptus benthamii* é uma espécie tolerante ao frio que atende uma das principais limitações da área/região que é a ocorrência de geadas. A madeira, por sua vez, tem boa aptidão para fins energéticos (Paludzyszyn Filho & Santos, 2013), com densidade mediana de 470 kg/m³ tem potencial para movelaria, mas a espécie ainda é carente de melhoramento genético para identificar genótipos indicados para serraria (Silva, 2008, Paludzyszyn Filho & Santos, 2011) e, também, de pesquisas sobre o crescimento da espécie em solos com diferentes níveis de compactação (Bernardi, 2010), sob diferentes espaçamentos (Benim et al., 2014), e na determinação da proporção de biomassa em função da idade e ajuste de modelos de biomassa e crescimento (Silva et al., 2004), entre outros.

Estes são aspectos que motivaram a escolha da espécie arbórea para o experimento em laboratório a céu aberto do NITA. Portanto, desde a implantação, novas informações e

conhecimentos estão sendo desenvolvidos sobre o *E. benthamii* e sua participação nos SIPA para a região subtropical.

A adoção do sistema de integração com o componente arbóreo pode ser facilitado pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, para conservação do solo e da água, favorecimento do trânsito de máquinas e observância de aspectos comportamentais dos animais. Para tanto, o arranjo espacial mais simples e eficaz é o de aleias (ou renques), em que as árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos. Quando se deseja privilegiar a produção de madeira para biomassa, podem-se utilizar espaçamentos menores entre as aleias ou maior número de linhas em cada aleia (maior número de árvores por hectare). Para privilegiar a atividade agrícola ou pecuária, podem-se utilizar espaçamentos maiores entre as aleias com menor número de linhas (Porfírio-da-Silva, 2006).

As árvores do experimento foram plantadas em linha simples, com espaçamento de 14 m entre linhas (plantadas em curvas de nível) e de 2 m entre plantas (densidade de 357 árvores por hectare), com os seguintes objetivos:

- Permitir o trânsito de implementos agrícolas com a largura de 12 metros;
- Determinar o deslocamento de máquinas e implementos de modo transversal ao sentido pendente do terreno, o que evita a formação de sulcos de erosão;
- Minimizar a formação de trilhas feitas pelo caminhamento do gado no sentido pendente do terreno, o que evita a formação de sulcos de erosão;
- Obter em menor tempo o efeito quebra-ventos e de proteção contra intempéries climáticas para o gado e cultivos, do que quando plantadas em espaçamentos maiores;
- Obtenção de madeira para diferentes usos em diferentes idades do sistema de produção; nos primeiros anos madeira fina para uso como lenha, carvão, palanque de cerca, postes/estacas para construção civil e, no terço final da rotação alcançar densidade de aproximadamente 150 árvores de toras para serraria por hectare;
- Selecionar árvores-matrizes superiores para a produção de sementes e clones.

No plantio das mudas foi feita subsolagem na linha a uma profundidade de aproximadamente 40 cm e colocados na cova 250 ml de solução hidrogel Hidroplan-EB®/HyB, 200 g da formulação 08-20-20 NPK que também continha 1% de cálcio (Ca) e 3% de enxofre (S) aplicados em duas covetas laterais (a 15 cm de distância da muda e a 15 cm de profundidade).

Para uma referência do desenvolvimento do *Eucalyptus benthamii* em monocultivo, em área contígua à dos sistemas integrados (Figura 4.1), foram plantadas parcelas no espaçamento 3 m x 2 m. No entanto, o desenvolvimento das árvores nessas parcelas não pode ser utilizado para

comparação com o desenvolvimento das árvores no sistema integrado, uma vez que estas recebem tratamentos desiguais e as inferências sobre o desempenho não serão válidas.

Para auxiliar na localização de ninhos de formigas cortadeiras e sua destruição, foram distribuídos pedaços de laranja a cada 10 metros, em todo o perímetro do experimento. Os pedaços de laranja funcionaram como iscas e facilitaram a localização dos ninhos que foram destruídos mecanicamente uma vez que o local está dentro de uma Área de Proteção Ambiental, e não é permitido o uso de produtos químicos como os inseticidas e herbicidas.

Por ser uma APA, todo o controle de plantas daninhas foi feito de forma manual com o coroamento das árvores com enxada, o arranquio de plantas que se enrolavam nas mudas (como a corda de viola), e de forma motorizada com roçadeira costal nos espaços entre o coroamento das árvores e roçadeira tratorizada nos espaços entre as linhas de árvores. Foram necessários o replantio de aproximadamente 20% das árvores do experimento. A principal causa de mortalidade das mudas foi a matocompetição.



Figura 4.2. Plantio *E. benthamii* na Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR, outubro de 2013. A: linha de plantio acompanhando curva de nível do terreno; B: aspecto colocação solução hidrogel na cova; C: mudas prontas para o transplante); D: aspecto geral da operação de plantio em monocultivo. Fotos: Gilmar P. Triches.



Figura 4.3. Vista aspecto da roçada com roçadeira costal para controle da matocompetição com as árvores, abril 2014. Fotos: Gilmar P. Triches.

4.3. Manejo das árvores

O sistema de manejo adotado é o de alto-fuste¹, caracterizado por desbastes e com trato cultural de desrama. Todo o residual de desramas e de desbastes é mantido sobre a linha de plantio. No desbaste é recomendado que o corte do tronco da árvore seja feito o mais rente possível do solo, e seus resíduos mantidos sobre os tocos para auxiliar na supressão de possíveis brotações.

As práticas silviculturais como a desrama e o desbaste são fundamentais para o adequado funcionamento e rendimento do sistema integrado com árvores.

A desrama ou poda é a prática silvicultural que consiste na eliminação de galhos mortos ou vivos das árvores. É necessário fazer a desrama para regular o sombreamento excessivo que prejudica o crescimento da pastagem e das lavouras, e produzir madeira de qualidade (sem nós).

Na primeira desrama as árvores tiveram seus galhos retirados até a metade de suas respectivas alturas, foi executada quando mais de 60% das árvores alcançaram 6 cm de diâmetro no tronco medido na altura de 1,30 m do solo (o chamado DAP - diâmetro à altura do peito), o que ocorreu aos 21 meses de idade. Segundo Porfírio-da-Silva *et al.*, (2012), este é o DAP no qual as árvores suportam, sem quebrar, a carga do corpo de um bovino adulto (Figura 4.4). Três meses após a desrama, o gado foi introduzido nos sistemas de PF e LPF.

¹ Alto-fuste é o sistema no qual a regeneração das árvores do povoamento é obtida por meio de sementeira, semeadura e/ou plantio de mudas.



Pesquisa conduzida pelo pesquisador Vanderley Porfirio da Silva (EMBRAPA Florestas e membro do NITA/UFPR) realizado no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR)



Figura 4.4. Post da Aliança SIPA indicando o diâmetro mínimo das árvores para a entrada de animais. Material divulgação da Aliança SIPA.



Figura 4.5. Imagens 1ª desrama (julho de 2015). A: a execução da desrama com serrote de poda bem rente ao caule; B: aspecto geral das árvores após 1ª desrama; Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR. Fotos: Gilmar P. Triches.



Figura 4.6. Bovinos no primeiro pastejo, após a primeira desrama em outubro de 2015. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR. Fotos: Gilmar P. Triches

A segunda desrama foi efetuada aos 33 meses de idade e conduzida até 6 metros de altura no tronco das árvores. Nas condições operacionais do NITA, acima dessa altura a operação fica inviável de ser feito com o operador no solo, conduzir a desrama a maiores alturas implica em disponibilidade de equipamentos e mão de obra treinada para trabalho em altura² o que eleva custos e, uma vez que cerca de 70% do volume do tronco de uma árvore de eucalipto está no primeiro terço de sua altura, a desrama conduzida até 6 metros alcança o objetivo de proporcionar madeira livre de nós nas toras de maior volume.



Figura 4.7. A segunda desrama realizada até a altura de 6 metros. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR, junho de 2017. Fotos: Vanderlei Porfírio-da-Silva

² É chamado de trabalho em altura qualquer atividade profissional que for executada acima de 2 metros do chão e que promova o risco de queda. http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C0_139068E6387578E/NR-35%20%28Trabalho%20em%20Altura%29.pdf.

No NITA, mesmo após a segunda desrama, o “fechamento” das copas das árvores já ocorria aos 40-41 meses de idade. Portanto, para regular o sombreamento excessivo para a pastagem e lavouras, e evitar a competição entre as árvores, o primeiro desbaste foi realizado aos 44 meses de idade quando as árvores apresentavam DAP próximo de 18 cm, e mais de 15 metros de altura média. O desbaste, além de ser uma prática silvicultural que também regula o sombreamento excessivo que prejudica o crescimento da pastagem e das lavouras, é também uma operação de colheita de produto das árvores.

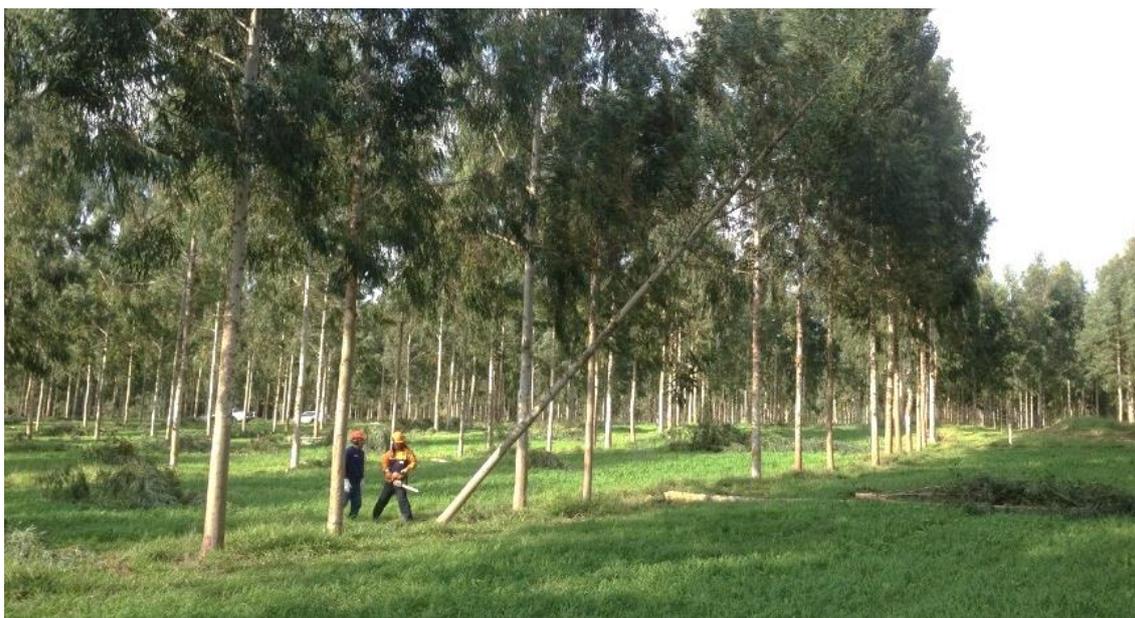


Figura 4.8. Desbaste aos 44 meses de idade quando as árvores apresentavam DAP médio próximo de 18 cm. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR, junho de 2017. Foto: Emiliano Santarosa.

Por meio de inventário florestal realizado anualmente foram determinados diâmetros médios das árvores de área seccional média (DAP médio) em cada um dos sistemas de integração (LF, LPF e PF). O inventário é realizado pela amostragem sistemática de 10% dos indivíduos existentes em cada tratamento, ou seja, para cada 10 árvores uma tem o DAP e a altura total medidas, estes dados são utilizados para calcular as estimativas de crescimento e produção das árvores em cada sistema, e também utilizada para indicar quais árvores seriam retiradas do sistema. Realizado em junho de 2017, a intensidade de desbaste variou de 44% a 49%. Todas as árvores cujo DAP estivesse abaixo do DAP médio foram retiradas (colhidas).

A rebrota de tocos foi eliminada, pois está fora dos objetivos da experiência conduzida no NITA. Além do que, a condução da rebrota em meio aos sistemas com gado requereria a vedação dos piquetes ou o isolamento dos rebrotes para que não fossem quebrados pelos animais; ainda,

a condução da rebrota aumentaria o sombreamento e a competição para as pastagens e/ou lavouras.

4.4. Resultados parciais

Aos 43 meses, os sistemas arborizados acumulavam, em média, 32 m³ de madeira por hectare, cerca 15 m³/ha de madeira fina (diâmetros entre 13 e 22 cm no DAP) foram colhidos no desbaste, ficando um remanescente de aproximadamente 17 m³/ha, ilustrado na Figura 9 na idade de 44 meses.

Aos 56 meses de idade, a produtividade é similar em todos os sistemas, com média de 38 m³/ha, o que corresponde a uma taxa média de crescimento de 10,4 m³/ha/ano, podendo ser considerada alta para a densidade arbórea existente nos sistemas. Em média os sistemas têm 143 ± 7 árvores por hectare, com valor médio de DAP de 25,9 ± 0,73 cm e volume médio de 0,3406 ± 0,03 m³ por árvore.

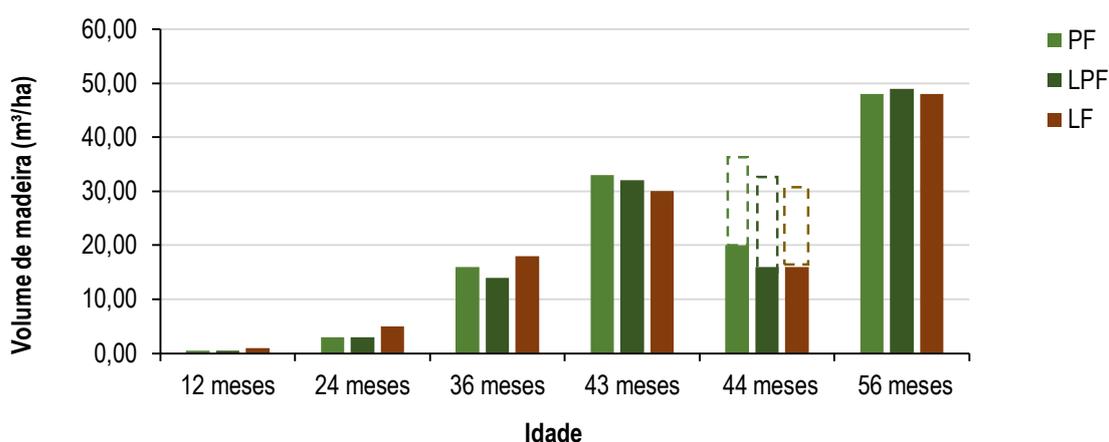


Figura 4.9. Produtividade de madeira nos sistemas integrados com árvores. O segmento pontilhado de colunas na idade 44 meses corresponde ao volume retirado pelo desbaste. Fazenda Experimental Canguiiri da UFPR, Pinhais-PR, julho de 2018.

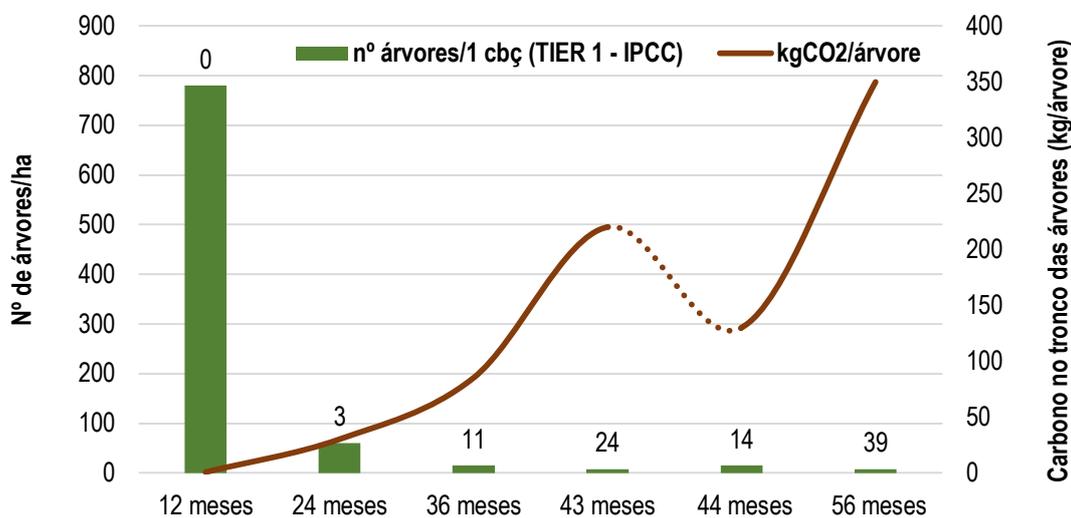
A quantidade de carbono equivalente fixado nas árvores (Figura 4.10) foi estimada conforme a equação: $tCO_2 = v * D * C * cC$ (Oliveira *et al.* 2011)

onde: tCO_2 = toneladas de Carbono equivalente fixado na madeira do tronco das árvores; v = volume estimado do tronco; D = densidade básica madeira; C = teor carbono na madeira; cC = fator conversão C/CO₂

Com base no fator de emissão de metano (CH₄) entérico, parametrizado pelo IPCC (2006)³ para bovinos de corte (56 kg/animal/ano), foi estimada a mitigação, realizada pelas

³ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf

árvores, dessas emissões (**Figura 4.10**). Além do número de árvores que seriam necessárias para a mitigação da emissão do CH₄, também se observa na figura 4.10 a quantidade estimada de carbono fixado na madeira do tronco das árvores, sem considerar raízes, galhos, folhas e ramos existentes nas árvores.



Números acima das colunas indicam o nº de UAs que teriam suas emissões de metano entérico mitigadas em cada hectare de pastagem arborizada nas diferentes idades das árvores.

Figura 4.10. Neutralização da emissão de metano entérico pelas árvores nos sistemas PF e LPF na Fazenda Experimental Canguiri/UPFR. O segmento pontilhado de corresponde à quantidade de Carbono “perdido” pelo desbaste. Fazenda Experimental Canguiri/UPFR, Pinhais-PR, julho de 2018.

Aos 56 meses de idade, em média, cada árvore de ambos os sistemas PF e LPF, contabiliza 0,35 tCO₂ (toneladas de carbono equivalente), sendo necessários 4 árvores para mitigar a emissão de um animal, portanto cada hectare de sistema integrado com árvores tem potencial para mitigar a emissão de CH₄ de 39 animais de 450 kg de peso vivo (UA), o que seria uma carga animal muito alta e improvável de ocorrer, dessa forma é possível afirmar que todo o rebanho criado no NITA tem sua emissão de CH₄ entérico neutralizada pela presença das árvores nos sistemas arborizados. Por exemplo, no ciclo de 2017/18, os sistemas PF e LPF estiveram ocupados com carga animal de 1,7 UA/ha e 1,4 UA/ha, contabilizando emissão de 2,2 t CO₂/ha e 1,9 t CO₂/ha, contra o acumulado médio anual nas árvores de 11,5 t CO₂/ha e 10,9 t CO₂/ha respectivamente.

4.5. Considerações finais

Os resultados apresentados neste Boletim correspondem ao período de 56 meses de idade das árvores, e as avaliações continuarão sendo realizadas no experimento, pelo menos até que o primeiro ciclo do componente arbóreo seja encerrado, o que deverá ocorrer por ocasião da colheita total das árvores remanescentes. A área será desbastada (colheita intermediária de árvores) ao menos mais uma vez, gerando novos dados e informações para o manejo do componente arbóreo em sistemas de integração com lavouras e/ou pastagens com gado.

Os sistemas arborizados, além da produção de grãos e de carne, acumularam até agora mais de 38 m³ de madeira por hectare em árvores com volume médio individual de 0,34 m³. Aos 56 meses de idade, cada árvore é responsável por 350 kg CO₂ equivalente retirado da atmosfera.

Futuramente, quando as árvores remanescentes forem colhidas, para o beneficiamento em madeira serrada e/ou madeira roliça tratada, deverá ser determinado a quantidade de CO₂ equivalente que será fixado nas peças de madeira que seguirão para produtos de maior durabilidade e, portanto, que irão manter o carbono fixado por maior tempo.

4.6. Referências

- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130p.
- BENIM, C. C.; WIONZEK, F. B.; WATZLAWICK, L. F. Initial assessments on the plantation of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage deployed in different spacing. Applied Research e Agrotecnology v7 n1 jan/apr. 2014.
- BERNARDI, C. A. Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage na região de Guarapuava, PR. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais, Área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais). 46f. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati, PR. 2010.
- OLIVEIRA, E. B.; NAKAJIMA, N. Y.; CHANG, M.; HALISKI, M. Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).
- PALUDZYSZYN FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T. Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas Colombo: Embrapa Florestas, 2011.
- PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos. Escolha de cultivares de eucalipto em função do ambiente e do uso. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. 11 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 316).
- PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos; FERREIRA, C. A. Eucaliptos indicados para plantio no estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas - CNPF, 45 p. (Documentos, 129). 2006.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril para a produção de carne. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2006, Piracicaba. As pastagens e o meio ambiente: anais. Piracicaba: FEALQ, p. 297-327. 2006.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. Arborização de Pastagens com Espécies Florestais Madeiras: implantação e manejo. Colombo, Embrapa Florestas, 2010, 48 p.
- SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. (Ed.). Transferência de tecnologia florestal. Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 138 p.
- SANTOS, P. E. T. dos (Ed.). Cultivo de eucalipto (4ª Edição). Colombo: Embrapa Florestas, 2014. (Embrapa Florestas. Sistemas de Produção).
- SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A.; CORRÊA, R. S.; BELLOTE, A. F. J.; TUSSOLINI, E. L. Alocação de biomassa e ajuste de equações para estimativa de biomassa em compartimentos aéreos de *Eucalyptus benthamii*. Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 49, p. 83-95, jul./dez. 2004.
- SILVA, L. D. Melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage visando a produção de madeira serrada em áreas de ocorrência de geadas severas. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). 275f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

5 COMPONENTE PASTORIL EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Thales B. Portugal, Breno M. Campos, Daniela M. Martin, Renata F. Moraes, Maurício Z. Schuster, Leonardo S. Szymczak, Jean C. Mezzalira, Anibal de Moraes, Alda L. G. Monteiro, Paulo C. F. Carvalho e Marcelo B. Molento

5.1. Introdução

A presença dos animais em sistemas integrados promove a ciclagem dos nutrientes no SIPA, pois grande parte dos nutrientes consumidos retorna ao solo por meio das excretas dos animais, possibilitando que as lavouras sequenciais faça uso desses nutrientes, e por consequência, necessitem menor adição de nutrientes via fertilizantes. Outro grande impacto da inserção dos animais no sistema, se refere às emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas à produção animal, ao efeito na produção vegetal, à mudança na utilização de fertilizantes nitrogenados, à deposição de dejetos animais, a produção de proteína animal e à eficiência no uso da terra. O manejo do pasto e a intensidade de pastejo aplicada são determinantes para que ocorra a mitigação de GEE. A sustentabilidade e resiliência dos sistemas de produção estão em sinergia com o fluxo de nutrientes na interface solo-planta-animal-atmosfera e esta interação tem despertado interesse em todo o mundo, uma vez que pode ser aplicado em diversas condições ambientais.

O ponto chave para tornar a pecuária mais sustentável e alcançar esses benefícios é o equilíbrio entre a produção de forragem e a carga animal alocada na área. A desatenção quanto ao equilíbrio entre a produção animal e a necessidade do rebanho é o fator chave que conduz áreas de produção animal para condições de degradação e proporciona baixos índices produtivos no Brasil. Para alavancar esses índices, a produção de forragem deve ser realizada compreendendo os processos fisiológicos da forrageira e uma melhor interação da planta com o herbívoro. Assim, ao se considerar que a produção de pasto deva ser vista como uma produção agrícola, a obtenção de pasto com qualidade e quantidade adequadas traz, por consequência, uma melhora na produção animal.

Desta forma, visa-se dar o aporte necessário à forrageira desde o estabelecimento (adubação de base e cobertura) até o manejo do pasto. Assim, a altura de manejo do pasto deve gerar uma boa oferta de forragem, proporcionando alta seletividade dos animais devido a

diferentes estruturas do pasto. Para cada planta forrageira existe uma altura meta. O pressuposto básico do manejo adotado no NITA é a manutenção de máxima taxa de ingestão de matéria seca por unidade de tempo. Adicionalmente, essa altura proporciona à planta manter área foliar remanescente em quantidade ideal para a manutenção de alta taxa de crescimento. Assim, é possível controlar o processo de pastejo para evitar o rebaixamento exagerado do pasto, ofertando folhas novas aos animais, com melhor teor nutricional. Esse pressuposto permite ao animal consumir forragem com alta taxa de ingestão durante todo o tempo de pastejo.

A presença do componente arbóreo também tem sido levada em conta, principalmente no efeito do sombreamento sobre o pasto. A presença de árvores pode alterar os processos de crescimento da planta e a produção de forragem (pasto como produção primária), assim como a produção animal (produção secundária). As peculiaridades relativas aos sistemas com árvores necessitam ser melhor estudadas para possibilitar a maximização de suas interações positivas e minimização das interações negativas, uma vez que esses sistemas apresentam grande potencial de benefícios econômicos e ambientais para os produtores, para a sociedade, propiciando melhores condições de bem-estar dos animais.

5.2. Estabelecimento das forrageiras

A semeadura do capim Áries foi realizada no início do verão de 2012/2013 sob sistema de plantio direto na densidade de 9 kg/ha de sementes viáveis. Somente no início do inverno de 2015 ocorreu a primeira entrada dos animais na área, momento em que o componente florestal atingiu uma média de 6 cm de DAP. Esse critério foi utilizado para diminuir os danos causados pelos animais nas árvores, tais como, consumo das folhas e pontas de ramos laterais ou apicais, pisoteio de mudas menores e quebra das árvores devido ao hábito de se esfregar ou coçar (ver capítulo 4).

Desde então, em todos os anos, o ciclo de pastejo foi iniciado após o estabelecimento de aveia preta sobressemeada em pasto de capim Áries, na densidade de 80 kg/ha, e de azevém, trevo vermelho e ervilhaca por ressemeadura natural. Na primavera ocorreu a finalização dos ciclos do pasto de inverno e o início da rebrota do pasto de verão, não necessitando, dessa forma, retirar os animais das parcelas, pois essa transição não comprometeu a disponibilidade de forragem. Os animais saíram do experimento no outono, momento em que o capim Áries foi roçado e iniciado a semeadura do pasto de inverno.



Figura 5.1 - Animal a pasto em sistema de Pecuária no NITA. Foto: Thales Baggio Portugal

5.3. Cobertura e composição da pastagem

Inicialmente, a área experimental apresentou mais de 60% da sua superfície coberta por plantas espontâneas (Tabela 5.1), em sua maioria, plantas anuais eretas comumente encontradas em cultivos agrícolas, sendo que apenas 13% destas tinham potencial forrageiro. No primeiro ano foi semeado o capim Áries que se estabeleceu em competição com as plantas espontâneas, apenas sendo feito manejo com roçadas até o momento da entrada dos animais na área. Em 2017, quinto ano do experimento, a cobertura da pastagem semeada foi semelhante nos sistemas de P e PF, contribuindo com um pouco mais de 30% da cobertura do solo (Tabela 5.1). A presença de plantas espontâneas foi maior no sistema P do que no sistema PF (28 e 14%, respectivamente) e destas plantas espontâneas, 48 e 65%, respectivamente para o sistema P e PF, foram de plantas forrageiras.

Tabela 5.1 – Cobertura do solo por plantas herbáceas nos tratamentos de Pecuária e Pecuária-Floresta.

Plantas herbáceas	Condição inicial	Sistema	
		Pecuária	Pecuária-Floresta
Cobertura de solo (%)			
Pastagem	0	33	34
Espontâneas	66	28	14
Total	66	61	48

A composição da comunidade de plantas espontâneas foi diferente entre o sistema de P e PF. O sistema P teve a ocorrência de espécies daninhas de difícil controle, tais como a língua de vaca (*Rumex obtusifolius*), tiririca (*Cyperus aggregatus*), dente de leão (*Taraxacum officinale*), tanchagem (*Plantago tomentosa*), guaxuma (*Sida rhombifolia*) e poaia branca (*Richardia brasiliensis*). Por outro lado, também houve ocorrência de espécies nativas como o paspalum (ex: *Paspalum urvillei* e *Paspalum paniculatum*). Já no sistema PF, houve uma menor diversidade na ocorrência de plantas espontâneas, sendo a braquiária (*Urochloa brizantha*), a espécie espontânea mais associada ao sistema. Acredita-se que isso foi devido ao efeito do componente arbóreo no sistema, uma vez que as árvores foram plantadas em linhas formando aleias, criando assim, um microclima que diminuiu a amplitude térmica, permitindo a permanência dessa espécie devido a menor incidência das geadas.

5.4. Manejo do componente pastoril

A entrada dos animais no experimento ocorre todos os anos entre junho e agosto, permanecendo até abril ou maio do ano seguinte, totalizando em média 300 dias de pastejo por período de manutenção/produção. Os animais normalmente são de raças de origem europeias, pesando em média 180 kg no início do período de pastejo.

O método de pastejo utilizado é o contínuo com lotação variável, mantendo número fixo de três animais-testes por piquete e número variável de animais reguladores, a fim de manter a relação planta-animal ajustada segundo a técnica *put-and-take*. São realizadas estimativas da taxa de acúmulo diária de matéria seca a cada 28 dias, por meio de três gaiolas de exclusão de pastejo por parcela, conforme o método do triplo emparelhamento. O desempenho animal é determinado

por meio de pesagens a cada 28 dias, do início ao fim do período de pastejo, onde os animais permanecem em jejum de 12 horas antes das pesagens.

Os ajustes de lotação são realizados semanalmente, procurando manter a altura média do pasto em 24 cm para aveia preta + azevém anual e 20 cm para o capim Áries. O monitoramento das alturas médias do pasto é realizado por meio de um bastão graduado (*Sward stick*), sendo aferidos 150 pontos de altura por piquete, em caminhar aleatório, com intervalo de sete dias.

O critério de altura de manejo do pasto utilizado é baseado no comportamento ingestivo dos ruminantes em pastejo. A principal meta é a manutenção constante de elevadas taxas de ingestão de forragem pelos animais, permitindo alto consumo diário, elevada seletividade, pressupostos alimentares para obter alto desempenho produtivo individual. Estas características constituem em um novo conceito de manejo de pasto, denominado Pastoreio “Rotatínuo”. Apesar de ser um conceito de manejo de pastos relativamente novo, seu sucesso vem sendo comprovado por resultados de pesquisa e adoção por diversas propriedades rurais.

Até então, todos os métodos de manejo eram baseados em critérios da planta, tais como a taxa de acúmulo de forragem e a interceptação luminosa. No entanto, para produção pecuária, o produto final a ser comercializado é o produto animal (carne, leite, lã, etc.). Assim, o critério que irá definir o manejo correto das forrageiras deve ser o próprio animal, baseado no seu comportamento ingestivo.

O nome Pastoreio “Rotatínuo” é derivado da combinação do método de pastoreio Rotativo e do Contínuo. Do pastoreio Contínuo, utilizou-se como principal característica a possibilidade de seleção da dieta pelo próprio animal. Do pastoreio Rotativo, à distribuição do pastejo e o controle espaço-temporal de onde serão alocados os bocados. Com o propósito de expressar o comportamento animal em recomendação de manejo de alturas do pasto, diversas pesquisas foram realizadas ao longo dos últimos anos com diferentes espécies forrageiras. Em decorrência disso, constatou-se que o animal prefere pastos com estruturas que possam ser consumidas rapidamente. De forma geral, pastos com alturas muito baixas ou demasiadamente altas, dificultam o processo de colheita e conseqüentemente a velocidade de consumo. Portanto, alturas medianas correspondem a uma estrutura ideal que proporcionam uma dieta de qualidade e com elevada ingestão de matéria seca de forragem.

Utilizando desse conhecimento, o manejo de pasto do NITA é feito em pastoreio contínuo com os conceitos do pastoreio “Rotatínuo” aplicados, buscando sempre manter a altura das espécies forrageiras dentro dos limites estabelecidos pelo método.

5.5. Plantas invasoras e seleção alimentar

A diversidade botânica presente no NITA possibilita maior oportunidade de escolha e, possivelmente a otimização da ingestão de nutrientes pelos animais em pastejo. O consumo é motivado pelo desejo de se obter energia, ou um desejo específico, como a busca por determinado nutriente. Estímulos sensoriais de visão, olfato e paladar auxiliam na tomada de decisão entre ingerir ou não certo alimento. Esta seleção se baseia em experiências anteriores em que os animais relacionam o sinal sensorial com o resultado metabólico da ingestão daquele alimento (Ginane et al., 2015).

Um experimento conduzido no NITA no inverno de 2017 reafirmou a existência da relação positiva entre a diversidade de espécies e a diversificação da dieta pelos animais. A seleção se deu, não só por estruturas mais palatáveis e com maior teor de proteínas, mas também por espécies invasoras, como por exemplo, o dente-de-leão. O consumo de gêneros forrageiros espontâneos (*Cynodon*, *Hemarthria*, *Paspalum*, *Pennisetum*, *Trifolium*, *Urochloa* e *Vicia*) representou 6% do total ingerido pelos animais, mesmo com a baixa representatividade na composição botânica da área (cerca de 1,8%) indicando uma possível busca pela composição nutricional destas espécies para o equilíbrio da dieta. Isso nos mostra a importância de oferecer aos animais pastagens diversificadas, oportunizando a escolha de alimentos e otimizando o bem-estar animal.



Figura 5.2 – Animal em pastejo em sistema PF, observando a possibilidade de seleção alimentar do indivíduo. Foto: Thales B. Portugal.

5.6. Bem-estar animal

A produção animal se apega rotineiramente aos ganhos produtivos, sejam quilos de carne e lã ou litros de leite produzidos. O pleno atendimento das exigências dos animais é conceituado como bem-estar (BROOM, 2016). Atualmente o bem-estar animal é visto com seriedade pelos consumidores e passa a ser não só um dever ético, mas também uma exigência de mercado.

O bem-estar é um conjunto de condições, que são passíveis de avaliação e que traduzem o nível de adequação do animal ao meio. Por ser fruto da vivência do animal em seu ambiente de criação, o fornecimento do bem-estar requer ações em todas as práticas de manejo porteira adentro. O objetivo é transformar as atividades de manejo em experiências positivas aos animais, para que alcancem com maior facilidade esta condição.

Na área experimental do NITA, o bem-estar é assegurado por meio de diretrizes que garantem as necessidades dos animais: espaço em equilíbrio, ausência de estresse, controle de doenças e fornecimento de nutrição adequada. Ou seja, existe oferta de alimento em quantidade adequada, fornecimento de água limpa à vontade, manejo sanitário e preservação da socialização entre os animais. Além disso, as ações de manejo priorizam a redução do estresse, sofrimento e traumas com avaliações periódicas dos animais.

Sabe-se que muitos produtores encontram dificuldades em conduzir o seu rebanho até o curral para fazer medicações, vacinações e outros cuidados sanitários. Isso se justifica pela repulsa que o animal desenvolveu pelo curral, devido aos episódios traumáticos de estresse vivenciados neste local. Desta forma, os animais passam a não querer se deslocar do pasto até o curral, e este trajeto geralmente é feito de forma forçada, com uso de chicotes, gritos e afoitamento, que aumentam ainda mais o estresse dos animais.

No NITA, a reversão desta situação se deu na alteração da forma de tratamento dos animais no curral, transformando o episódio traumático em agradável. Para tanto, é feita a condução dos animais até o curral de forma calma e no ritmo do animal. Ao invés de chicotes, utilizam-se bandeiras (varetas com pedaço de pano na ponta) para direcionar o caminhar dos animais em todo o processo de deslocamento até o tronco. No tronco de imobilização, antes e após a realização do manejo que os trouxe até ali, os animais são acariciados e coçados para transmitir uma sensação de calma e segurança. Evitam-se gritos e barulhos intensos no curral, e são feitas avaliações do estado do rebanho com frequência. Animais ofegantes e agitados sinalizam o estresse, então é feita uma pequena pausa na atividade a fim de diminuir a agitação e tranquilizá-los.

O manejo da pastagem proporciona oferta de alimento correspondente à demanda dos animais, o fornecimento de água limpa à vontade e a presença de árvores no ambiente pastoril também proporcionam melhor ambiente de criação, o que somados, proporcionam melhor bem-estar aos animais. A inclusão das árvores gera conforto térmico aos animais, reduz as flutuações de temperatura, diminui a carga de calor produzida pela radiação solar por meio da sombra e funciona como quebra-vento, protegendo os animais do frio. Além disso, os troncos das árvores são utilizados com frequência pelos animais como “coçador”, oferecendo alívio.



Figura 5.3 – Animal em pastejo com condições para avaliação do bem-estar animal em sistemas arborizados. Foto: Thales B. Portugal.

5.7. Manejo sanitário

O manejo sanitário dos animais do NITA é realizado de maneira individual-seletiva para controle de endo- e ectoparasitas. Esta forma de controle segue os princípios do Sistema Integrado de Controle Parasitário (SICOPA), proposto por Molento (2004). O SICOPA foi criado para a realidade brasileira, sendo utilizado em todo o território nacional, tendo como principais objetivos: 1) incentivar o uso de estratégias que mantenham a saúde animal, criando um ambiente que equilibre controle parasitário e ganho zootécnico; 2) preservar parasitos com características susceptíveis na área, prolongando assim, o tempo para o desenvolvimento de resistência e a manutenção da eficácia das drogas antiparasitárias. Para tanto, criou-se um conjunto de 22

alternativas de manejo, tais como: tratamento seletivo, exames laboratoriais, sinais clínicos, entre outros.

No NITA, semanalmente é quantificado a incidência parasitária de todos os animais. As informações são anotadas em planilhas com identificação individual por técnico de campo treinado, observado os principais parasitos externos: carrapato-do-boi (*Rhipicephalus microplus*), berne (*Dermatobia hominis*) e mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*). A medida que a incidência parasitária em um animal ultrapassa um limitante previamente estabelecido (Tabela 5.2), é realizada uma medicação específica. Assim, animais com poucos parasitos no corpo não são medicados, garantindo a refugia. A refugia é importante pois garante que uma porcentagem da população parasitaria permaneça com suas características primárias de susceptibilidade às drogas, não sendo exposta ao processo de seleção das mesmas (Van Wyk, 2001).

Tabela 5.2 – Protocolo utilizado (vide texto) para a determinação da incidência parasitária (carrapato, berne, mosca-dos-chifres) em bovinos no NITA, Pinhais, PR.

Carrapatos		
Código	Quantidade (parasitas por boi)	Medicação
C	1 a 5	Não
CC	6 a 10	Não
CCC	11 a 20	Não
CCCC	acima de 20	Sim
Berne		
Código	Quantidade (parasitas por boi)	Medicação
B	1 a 5	Não
BB	6 a 10	Não
BBB	11 a 20	Não
BBBB	acima de 20	Sim
Mosca-do-chifre		
Código	Quantidade (parasitas por boi)	Medicação
M	1 a 10	Não
MM	11 a 25	Não
MMM	26 a 50	Não
MMMM	acima de 50	Sim

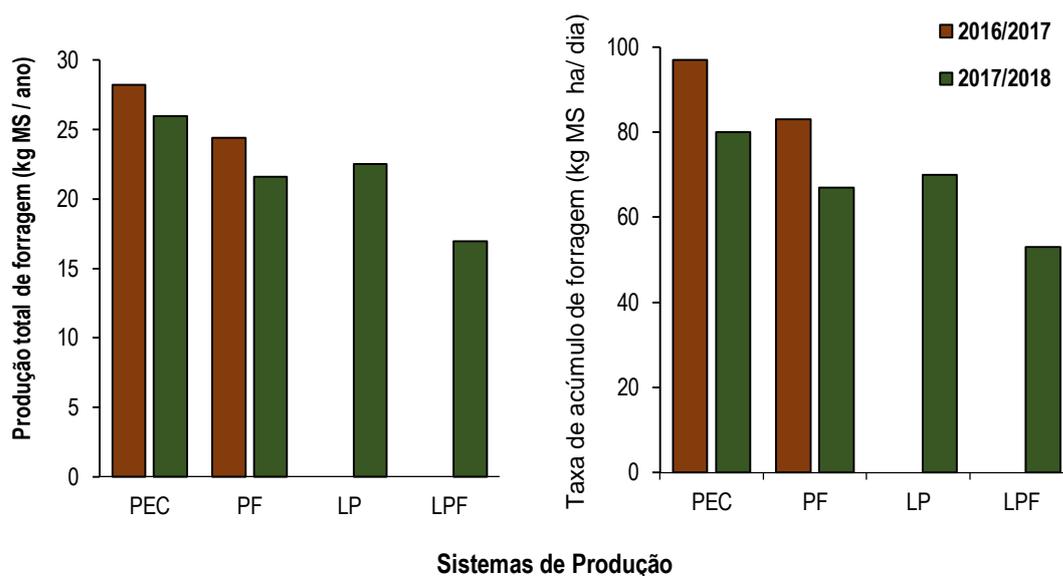
Utilizando técnicas contadas no SICOPA, observamos que áreas com sistema P, houve uma redução na quantidade de doses de carrapaticidas aplicados, quando comparado a um sistema convencional de controle (Figura 5.4). Foi observado que no sistema LP e PF, ocorreu uma redução na incidência parasitária e conseqüentemente, redução do uso de carrapaticidas.



Figura 5.4 - Informativo da Aliança SIPA, relatando a redução significativa de uso de produtos contra o carrapato no NITA, Pinhas PR.

5.8. Desempenho animal e vegetal

No ano safra 2016/2017, produziu-se 28,2 e 24,4 toneladas de MS de forragem por ha nos tratamentos P e PF, respectivamente. Essa diferença foi evidenciada pela taxa de acúmulo diário de forragem de 97 e 83 kg de MS/ha para P e PF, respectivamente. O menor acúmulo e produção total de forragem do tratamento PF se deu pelo sombreamento proporcionado pelas árvores, reduzindo a luminosidade incidente no dossel forrageiro. Logo, em função da maior produção forrageira, o tratamento P teve maior carga animal (Tabela 5.3), 869 kg PV/ha, contra 765 kg PV/ha do PF, e conseqüentemente maior ganho por área (666 vs 585 kg PV/ha/ano).



No segundo ano avaliado, safra 2017/2018, os tratamentos LP e LPF que anteriormente produziram milho, foram destinados à produção animal. Assim como no ano anterior, os tratamentos a pleno sol tiveram uma maior taxa de acúmulo de forragem (P: 80 kg, PF: 67 kg, LP: 70 kg, LPF: 53 kg) e conseqüentemente produziram mais forragem (P: 25,9 t; PF: 21,6 t; LP: 22,5 t; LPF: 16,9 t). Observou-se que os tratamentos que tiveram a lavoura no ano anterior produziram menor quantidade de forragem em relação aos demais tratamentos, e conseqüentemente, tiveram um menor ganho de PV por hectare ao ano (Tabela 5.4). Acredita-se que isso se deu pelo menor aporte de sementes do capim Áries, uma vez que a lavoura de milho não permitiu a produção de sementes pelas forrageiras de verão, prejudicando o estabelecimento dessas no verão posterior.

Tabela 5.3 - Desempenho animal entre 2016 e 2018, nos sistemas Pecuária (P), Pecuária-Floresta (PF), Lavoura-Pecuária (LP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF).

Sistema	Carga animal (kg PV/ha)		Ganho animal (kg/dia)		Ganho por área (kg/ha/ano)	
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
P	869	876	0.790	0.825	666	749
PF	765	808	0.828	0.765	585	677
LP	-	693	-	0.864	-	618
LPF	-	680	-	0.844	-	594

5.9. Considerações finais

Os profissionais devem ser alertados sobre a situação da resistência parasitária e serem instruídos e incentivados a utilizar técnicas que promovam a melhoria da qualidade de vida dos animais, com ganho econômico. Alguns modelos de controle parasitário utilizados pelo SICOPA vão requerer que profissionais quebrem alguns paradigmas enraizados na cultura da pecuária tradicional, adotando algumas destas técnicas. A FAO/ONU e vários grupos científicos e empresariais incentivam um maior apoio laboratorial, próximo da realidade rural, fomentando assim a capacitação profissional continuada e a sustentabilidade em pequenas e grandes criações.

5.10. Referências

- BROOM, D.M. Considering animals' feelings. Précis of Sentience and animal welfare (Broom 2014). *Animal Sentience*, 2016.
- GINANE, C.; BONNET, M.; BAUMONT, R.; REVELL, D. K. Feeding behaviour in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. *Animal Production Science*, v. 55, p. 247-260, 2015.
- MOLENTO, M.B.; FORTES, F.S.; BUZATTI, A.; KLOSTER, F.S; SPRENGER, L.K.; COMIBRA, E.; SOARES, L.D. Partial selective treatment of *Rhipicephalus microplus* and breed resistance variation in beef cows in Rio Grande do Sul, Brazil. *Veterinary Parasitology* 192 (2013) 234–239
- VAN WYK, J.A. Refugia – overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v.68, p.55-67, 2001.

6 A UFPR, O NITA, A COMUNIDADE E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Silvano Kruchelski, Rubia Dominschek, Rafael Bonatto, Claudete Reisdorfer Lang e Anibal de Moraes

6.1. Extensão universitária

A Universidade Federal do Paraná (UFPR) tem como missão: “Fomentar, construir e disseminar o conhecimento, contribuindo para a formação do cidadão e desenvolvimento humano sustentável”. É uma Universidade pública, gratuita, de qualidade e comprometida socialmente, e tem como um de seus princípios a indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão, prezando pela liberdade na construção e autonomia na disseminação do conhecimento, com respeito a todas as instâncias da sociedade organizada.

A extensão universitária é a ação de uma universidade junto à comunidade, na qual é disponibilizado ao público externo à universidade, o conhecimento adquirido com o ensino e a pesquisa desenvolvidos dentro da própria universidade. Essa ação tem como finalidade produzir um novo conhecimento a ser trabalhado e articulado. Na UFPR a Pró-reitoria de Extensão e Cultura (PROEC) realiza suas atividades por meio de processos permanentes de formação e interação dialógica com as comunidades interna e externa da universidade, nos quais se articulam saberes e práticas que objetivam a inclusão social e a construção do conhecimento.

Como ações de extensão, O NITA promove um dia de campo anual (**Figura 6.1**) e recebe, por ano, cerca de 20 visitas de alunos de cursos de graduação e pós-graduação da própria UFPR e de universidades do Paraná e de outros estados, bem como de grupos de agricultores interessados em conhecer na prática os SIPA. Esses eventos de extensão possibilitam aos alunos e professores do grupo NITA, além da divulgação dos trabalhos ali realizados, a ampliação dos horizontes do conhecimento. Nas atividades ocorre a troca de experiências com os visitantes, o que promove a consolidação do conhecimento ao transmitir a outros as experiências vividas no contexto dos SIPA.



Figura 6.1. Flyers de promoção dos dias de campo organizados pela Equipe NITA e parceiros.

6.2. Fazenda na Escola/UFPR

Um outro projeto de extensão desenvolvido pelo grupo NITA foi o “Fazenda na Escola/UFPR”, que em 2017 se destinou a atender crianças e professores de escolas municipais de Curitiba.

O objetivo do projeto Fazenda na Escola/UFPR foi promover a visita pedagógica a campo de escolares e seus professores à Fazenda Canguiri, aproximando a criança do meio rural produtivo, a fim de que conheça e entenda os processos agropecuários sustentáveis na produção de alimentos e outros bens de consumo, como também popularizar o conhecimento científico e tecnológico relacionado à produção sustentável e protetora do meio ambiente, por meio da

educação ambiental, estimulando a curiosidade nos estudantes das séries iniciais do ensino fundamental.

Professores (29) e crianças (369) do ensino fundamental de 4 escolas da rede municipal de ensino de Curitiba-PR, com idade entre 7 a 12 anos, foram levadas à Fazenda Canguiri em 11 visitas de 3 horas cada uma, entre maio e julho de 2017. Todas as crianças estudam em unidades de educação integral e frequentam a escola em dois períodos, um deles com atividades curriculares e o outro com práticas educativas no contraturno escolar. Participam da disciplina de práticas ambientais ministrada no contraturno, que tem como pressuposto uma visão ética de responsabilidade pessoal e social em relação ao meio ambiente e a um futuro sustentável, e deve contribuir para a busca pela solução dos problemas socioambientais, na medida em que considera o estudante como um agente modificador de sua realidade imediata.

As crianças foram informadas de que a Fazenda está em uma Área de Proteção Ambiental que tem a finalidade de proteger um dos mananciais de onde é retirada a água que abastece parte da cidade de Curitiba, que nesta área é proibido o uso de defensivos agrícolas, e que os processos que lá ocorrem visam proteger o meio ambiente. Os alunos visitaram: Laboratório de produção e pesquisa em ovinos e caprinos, Laboratório de pesquisas em bovinocultura de leite, Mirante com vista para a barragem de Piraquara, Olericultura orgânica, Arboreto e a área do NITA. Nestes locais foram levados a refletir sobre produção sustentável, ciclagem de nutrientes, produção em área de proteção ambiental, plantio de árvores x retirada de árvores, bem-estar animal.



Figura 6.2. Visitas à Área do NITA – Projeto Fazenda na Escola. Fotos: Silvano Kruchelski



Figura 6.3. Visitas ao centro de treinamento da Nw Holanda e ao LAPOC – Projeto Fazenda na Escola. Fotos: Silvano Kruchelski



Figura 6.4. Visitas ao laboratório de bovinos de leite – Projeto Fazenda na Escola. Fotos: Silvano Kruchelski



Figura 6.5. Visitas à área de Olericultura e ao LAPOC – Projeto Fazenda na Escola. Fotos: Silvano Kruchelski

6.3. Contribuições do NITA para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável

Representantes de 193 nações em 2015 reuniram-se na matriz da Organização das Nações Unidas em Nova York, deliberaram sobre os novos caminhos a serem seguidos pela sociedade rumo ao almejado e impostergável desenvolvimento sustentável. Extrapolando as demandas previamente definidas pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) foram desenhados conjuntamente os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS foram elaborados visando abordar e oferecer respostas eficientes e eficazes aos efeitos provenientes das mudanças climáticas, das demandas inerentes à promoção da segurança alimentar e hídrica e dos serviços de saúde e saneamento adequados.

O documento referente aos ODS é representado por um plano global composto por 17 objetivos e 169 metas elaboradas com o intuito de definir as ações essenciais à materialização do desenvolvimento sustentável até 2030 por parte dos países signatários.

Ciente que a agropecuária possui papel fundamental na promoção do desenvolvimento sustentável, ora promovendo a inclusão social daqueles nela envolvidos, ora otimizando o uso dos recursos naturais essenciais à promoção da segurança alimentar e nutricional, o NITA, unidade de pesquisa vinculada a UFPR, desenvolve pesquisas em SIPA que integralmente atendam às suposições intrínsecas à promoção de sistemas agroalimentares sustentáveis.

Assim, o NITA extrapola sua missão como grupo promotor de inovação agropecuária uma vez que ao longo de sua incipiente história vem atuando eficientemente em diferentes frentes pertinentes à execução e materialização dos ODS. Ciente da atual escalada da fome em nível global e das consequências calamitosas deste cenário, e assumindo uma série de responsabilidades intrínsecas ao tema, o NITA assume papel de liderança e tem reconhecida sua capacidade e aptidão ao combate da pobreza, o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

A execução do projeto do NITA está diretamente relacionada à promoção dos seguintes ODS (Tabela 6.1).

Tabela 6.1. Lista de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e indicação daqueles promovidos pelo projeto do NITA.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável		ODS promovidos pelo projeto NITA
1	Erradicação da Pobreza	X
2	Fome Zero e Agricultura sustentável	X
3	Saúde e Bem-Estar	X
4	Educação de Qualidade	X
5	Igualdade de Gênero	
6	Água Potável e Saneamento	X
7	Energia Limpa e Acessível	
8	Trabalho Decente e Crescimento Econômico	X
9	Indústria, Inovação e Infraestrutura	
10	Redução das Desigualdades	X
11	Cidades e Comunidades sustentáveis	X
12	Consumo e Produção responsáveis	X
13	Ação Contra a Mudança Global do Clima	X
14	Vida na Água	
15	Vida Terrestre	X
16	Paz, Justiça e Instituições eficazes	
17	Parcerias e Meios de Implementação	X

Nesta perspectiva, é fundamental enfatizar que o NITA promove eficientemente o tripé relacionado ao Ensino, Pesquisa e Extensão, iniciativas complementares e indissociáveis à promoção da função social e técnica das Instituições de Ensino Superior brasileiras. Como consequência, tem-se que as frentes de trabalho desenvolvidas pelo NITA abordam diversos dos ODS internacionalmente aconselhados.



Figura 6.8. Potenciais contribuições do NITA ao cumprimento dos ODS.

