



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**JOSE CARLOS AREVALO JUNIOR**

**RESIDUAL DE PALHADA DE AVEIA  
COM POTENCIAL PRODUÇÃO DE FENO  
E CONSEQUENTE IMPACTO NA SOJA E  
NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS  
DO SOLO**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL  
2018**

JOSE CARLOS AREVALO JUNIOR

**RESIDUAL DE PALHADA DE AVEIA  
COM POTENCIAL PRODUÇÃO DE FENO  
E CONSEQUENTE IMPACTO NA SOJA E  
NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS  
DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Agronomia, da Universidade  
Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz  
Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva

BANDEIRANTES, PR, BRASIL  
2018

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Arevalo Junior, José Carlos  
A683r Residual de palhada de aveia com potencial produção de feno e consequente impacto na soja e nos atributos microbiológicos do solo – José Carlos Arevalo Junior. – Bandeirantes, 2018.  
52 f. ilustr.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2018.

Banca: Dr. Marcelo Alves da Silva, Dr. Leopoldo Sussumu Matsumoto, Dr. Petrônio Pinheiro Porto, Dr<sup>a</sup>. Sandra Galbeiro.

1. Adubação verde. 2. Agropecuária sustentável. 3. Ciclagem de nutrientes. 4. Cobertura do solo. 5. Rotação de culturas. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. II. Título.

CDD – 633.2

JOSE CARLOS AREVALO JUNIOR

**RESIDUAL DE PALHADA DE AVEIA COM POTENCIAL PRODUÇÃO DE FENO E CONSEQUENTE IMPACTO NA SOJA E NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus Luiz Meneghel*.

Aprovada em: 06/03/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva	UENP
Prof. Dr. Leopoldo Sussumu Matsumoto	UENP
Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto	UENP
Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Sandra Galbeiro	UEL

---

Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva  
Orientador  
Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
*Campus Luiz Mengehel*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva que, ao longo destes nove anos, sempre me serviu de exemplo, tanto por suas atitudes profissionais como pessoais. Além de orientador, há muitos o considero como um verdadeiro amigo. Todos os conselhos recebidos, mesmo os que não conseguia entender de momento, tiveram sentido quando realmente parei para filosofar (coisa que aprendi com ele). Sem ele, esse trabalho não teria acontecido. Desejo a outros a sorte que tive de ter essa pessoa como orientador por tanto tempo.

Aos professores da banca avaliadora: Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto e Prof. Dr. Leopoldo Sussumu Matsumoto pelos ensinamentos, conselhos, paciência e pelo grande auxílio dado neste projeto. A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Galbeiro pela disponibilização de seu tempo e aceite de ser banca avaliadora.

Aos meus pais José Carlos e Regina por todo o apoio nas horas difíceis e risadas, nas horas mais leves. Se estou onde estou foi porque segui o caminho indicado por vocês, meus guias. Amo vocês infinitamente.

A minha namorada, Ana Carolina por todo amor, carinho e atenção que recebo de você. Meu motivo para seguir em frente, a mulher que quero para toda vida.

Ao Sr. Antônio Eneias de Rezende pelas gentilezas de disponibilidade da área para realização do experimento, pelo seu tempo, paciência e educação no auxílio da condução do experimento.

Ao pessoal da UENP que contribuíram de alguma maneira para a realização desse trabalho e minha conclusão do mestrado: Sônia Fronteli, Antônio Airton Frederico Neto, Leandro Mazo, Rodrigo Domiciano Marques, Maria Eliza Brumatti Galiardi. Em especial ao Gilberto Demétrio e Fabiano Parpinelli.

Aos meus amigos e estagiários que me auxiliaram nas atividades desse experimento: Guilherme Rosalem Vicentin, Júlio César, Vinícius Camargo, Matheus Felipe.

Aos meus colegas de turma no mestrado e a todos os professores pelo companheirismo, carinho, apoio e dedicação, em especial Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Érika Cosendey Toledo de Mello Peixoto e Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva.

Ao Prof. Dr. Thales Ricardo Rigo Barreiros e ao médico veterinário Cristiano Leite pela amizade, companheirismo, ensinamentos e conselhos dados ao longo de vários anos.

A todos os meus ex-alunos da UNOPAR *campus* Bandeirantes, vocês serão sempre minha motivação.

Ao funcionário e amigo da fazenda Água Branca Maycon de Lima pelos excelentes serviços prestados, amizade e risadas.

Aos meus amigos Luiz Fernando Garro Monteiro, Matheus Torres, José Mário Magro, Victor Matsubara, Artur Matsubara, Adriano Jacometti, Gustavo Sauer, Luiz Felipe S. Gomes, Luiz Felipe Negrão, Hailton Rocha Júnior, Fábio Makiyama, Tiago Makyiama, Pedro Reis, Ricardo Meneghel, Gustavo Sato, Rafael Castellar, Waldir da Silva Júnior, Altamir Salles, Douglas Bento Capi, João Reis, José Júlio Zambon, Fabrízio Aranha, Renato Toniolo, Josué Muniz, Lucas Palota, Gustavo Oliveira, Sérgio Nicolau, Marcelo Farias Alves Moreira, André Valério Mússio, Lucas Watanabe, Diego Giudicissi, Henrique Ragazzi, Gabriel Maistro, Carla Laurini, André Fontolan, Rafael Sbardella, Matheus Berro, Miguel Takeo, Guilherme Seugling, Leonardo Menegazzo, Gabriel Conde, Pedro Luppi, Lucas Raia, Lucas Tomazella, Hugo Vinícius Gabriel, João Vitor Lois, Gustavo Negrão, Luís Renan de Oliveira. Devo ter esquecido de alguém, desculpas.

“Conheça todas as teorias,  
domine todas as técnicas, mas  
ao tocar uma alma humana, seja  
apenas outra alma humana.”

(Carl G. Jung)

AREVALO, José Carlos Júnior. **Residual de palhada de aveia com potencial produção de feno e consequente impacto na soja e nos atributos microbiológicos do solo**. 2018. 64 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2018.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes alturas de corte da aveia na produção e qualidade do feno como também o efeito das diferentes quantidades de palhada residual no desenvolvimento e produtividade da soja pós aveia em região de transição, o impacto da quantidade de palhada nos indicadores microbiológicos do solo e realizar estimativa financeira com a venda do feno de aveia. Os tratamentos consistiram em diferentes alturas de corte na aveia em pé, sendo eles corte na altura de 7 cm do solo (7CM), corte na altura de 30 cm do solo (30CM), e testemunha sem corte (SC), sendo a parte superior dos tratamentos 7CM e 30CM utilizadas para confecção de feno e a parte inferior como palhada residual. Já o tratamento SC, toda a planta permaneceu na área como palhada residual. Foram determinadas as quantidades de palhada residual e produtividade da aveia a ser utilizada como feno. Na soja em estágio R2 foram realizadas diagnose foliar, peso de parte aérea da planta, peso de raiz, número e peso de nódulos da raiz. Na colheita da soja, foi avaliado estande de plantas, vagens por planta, grãos por vagem, peso de mil grãos corrigido a 13% de umidade e produtividade da soja. Foram realizadas três coletas para análise dos bioindicadores de qualidade do solo, aos 43 dias pós corte da aveia (Coleta D43), aos 156 dias (Coleta D156) e aos 218 dias (Coleta D218). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três tratamentos e seis repetições, totalizando 18 parcelas com 4x10 metros. Os resultados foram submetidos ao teste Tukey ( $P < 0,05$ ). Foi realizada estimativa financeira para os valores de receita líquida por hectare provenientes da venda do feno de aveia e da diferença de produtividade da soja. Houve diferença da produtividade da aveia cortada para feno e palhada residual. Na análise bromatológica, o tratamento 30CM obteve melhor qualidade comparado ao 7CM. Não houve diferença estatística no desenvolvimento e produtividade da soja. Nos indicadores microbiológicos, o 7CM e 30CM são biologicamente semelhantes enquanto o SC demonstrou na Coleta D43 uma estimulação positiva nos microrganismos que foi completamente modificada nas coletas D156 e D218. O processo de corte da aveia preta como adubação verde para produção de feno, aumentou o lucro líquido da área.

**Palavras-chave:** Adubação verde. Agropecuária sustentável. Ciclagem de Nutrientes. Cobertura de solo. Rotação de culturas.

AREVALO, José Carlos Júnior. **Residual of oat straw with potential hay production and consequent impact on soybean and soil microbiological attributes**. 2018. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2018.

## ABSTRACT

The objective of this paper was to evaluate the influence of different cutting heights of oats on hay production and quality as well as the effect of different amounts of residual straw on the development and productivity of post - oat soybean in transition region, the impact of straw quantity in the microbiological indicators of the soil and to carry out financial estimation with the sale of the hay of oats. The treatments consisted of different cutting heights in standing oats, being cut at the height of 7 cm from the soil (7CM), cut at 30 cm from the ground (30 cm) and the control without cutting (SC). superior of 7CM and 30CM treatments used to make hay and the lower part as residual straw. Already the SC treatment, the whole plant remained in the area as residual straw. The amount of residual straw and yield of oats to be used as hay was determined. In the soybean in R2 stage were realized foliar diagnosis, plant shoot weight, root weight, number and weight of root nodules. In the soybean harvest, we evaluated the stand of plants, pods per plant, grains per pod, weight of one thousand grains corrected to 13% of humidity and soybean yield. Three samples were collected for the analysis of soil quality bioindicators, at 43 days post oat harvest (Collection D43), at 156 days (Collection D156) and at 218 days (Collection D218). The experimental design was randomized blocks, with three treatments and six replications, totaling 18 plots with 4x10 meters. The results were submitted to the Tukey test ( $P < 0.05$ ). A financial estimate was made for the values of net revenue per hectare from the sale of oat hay and the difference in soybean productivity. There was a difference in yield of cut oats for hay and residual straw. In the bromatological analysis, 30CM treatment obtained better quality compared to 7CM. There was no statistical difference in soybean development and yield. In the microbiological indicators, 7CM and 30CM are biologically similar while SC showed in Collection D43 a positive stimulation in microorganisms that was completely modified in collections D156 and D218. The process of cutting black oats as green manure for hay production, increased the net profit of the area.

**Key-words:** Green fertilization. Sustainable farming. Nutrients Cycling. Land cover. Crop rotation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Variação do número de hectares agricultados por habitante no Brasil e Mundo, série histórica de 1964 até 2014. Fonte: Adaptado de Worldbank (2017). .....	4
<b>Figura 2.</b> Porcentagem de área e produção de feno de alfafa, outros fenos e feno total em 2016, comparando a região Norte do Paraná com o restante do estado. Fonte: Adaptado de DERAL (2016).....	13
<b>Figura 3.</b> Porcentagem de área e produção de feno de alfafa, outros fenos e feno total em 2016, comparando as mesorregiões que formam a região Norte do Paraná. Fonte: Adaptado de DERAL (2016). .....	14
<b>Figura 4.</b> Evolução da soja em área plantada em hectares no Brasil e Paraná, série histórica da safra 76/77 até 16/17. Fonte: Adaptado de CONAB (2017c). .....	15
<b>Figura 5.</b> Evolução da soja em produção total em megagramas no Brasil e Paraná, série histórica da safra 76/77 até 16/17. Fonte: Adaptado de CONAB (2017c).....	15
<b>Figura 6.</b> Evolução da produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> ) de soja plantada no Brasil e Paraná, série histórica da safra 76/77 até 16/17. Fonte: Adaptado de CONAB, 2017a. ....	16
<b>Figura 7.</b> Custeio, custos operacionais, outros custos e valor da produção em dólares em três fazendas na Argentina, duas no Brasil e duas nos Estados Unidos. Fonte: Adaptado de Langemeier e Lunik (2015) .....	17
<b>Figura 8.</b> Precipitação pluviométrica registrada e acumulado registrado durante o período do experimento e previsão histórica baseada em série dos últimos 41 anos da região. Fonte: Estação Agrometeorológica da UENP-CLM, Bandeirantes-PR.....	20
<b>Figura 9.</b> Temperatura mínima, média e máxima durante o período do experimento. Fonte: Estação Agrometeorológica da UENP-CLM, Bandeirantes-PR.....	20
<b>Figura 10.</b> Carbono orgânico total nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais. ....	32
<b>Figura 11.</b> Carbono da biomassa microbiana nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais. ....	32
<b>Figura 12.</b> Respiração basal do solo nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais. ....	33
<b>Figura 13.</b> Quociente metabólico nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais. ....	33
<b>Figura 14.</b> Quociente microbiano nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais. ....	34
<b>Figura 15.</b> Parcela do presente experimento no dia da coleta D43. ....	35
<b>Figura 16.</b> Palhada nos diferentes tratamentos no dia da coleta D156. ....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Área plantada das principais culturas no Brasil em mil hectares na safra 2015/16 e projeção da safra 2026/27. ....	3
<b>Tabela 2.</b> Teor de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria orgânica (Digest MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) das principais forrageiras utilizadas para produção de feno. ....	11
<b>Tabela 3.</b> Área plantada em hectares para produção de feno de alfafa e outros fenos no Paraná e produção total do ano de 2016 em megagramas. ....	13
<b>Tabela 4.</b> Produtividade, custeio (CUS) e custo operacional (CO) por hectare e por saca da cultura soja, alto nível tecnológico, safra 14/15. ....	16
<b>Tabela 5.</b> Caracterização do solo da área experimental nas amostras de 0-10 e 10-20 cm de profundidade na data de 17/08/2017. ....	19
<b>Tabela 6.</b> Data e descrição das atividades realizadas na área durante o período do experimento. ....	21
<b>Tabela 7.</b> Custos dos maquinários necessários para corte, enleiramento e enfardamento. Já inclusos trator, combustível e mão-de-obra. ....	25
<b>Tabela 8.</b> Produtividade da aveia para feno no momento do corte e quantidade de palhada residual nos diferentes tratamentos. ....	27
<b>Tabela 9.</b> Análise bromatológica da aveia no momento do corte. ....	28
<b>Tabela 10.</b> Resultados da diagnose foliar da soja aos 70 dias nos diferentes tratamentos. ....	29
<b>Tabela 11.</b> Número e peso de nódulos provenientes da parte da coroa de raiz de soja. ....	30
<b>Tabela 12.</b> Matéria seca (MS) de parte aérea, raiz e altura da soja posterior a aveia em diferentes cortes. ....	30
<b>Tabela 13.</b> Número de plantas por metro, vagens por planta, grãos por vagem, peso de mil grãos corrigido a 13% (P1000G 13%) e produtividade da soja em diferentes quantidades de palhada residual de aveia. ....	31
<b>Tabela 14.</b> Estimativa financeira do lucro adicional obtido com a venda do feno descontadas despesas de fenamento, diferença de sacas de soja na receita adicional entre os tratamentos e lucro líquido adicional obtido com a diferença de produção e venda do feno. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS E HIPÓTESE</b> .....	<b>2</b>
2.1. HIPÓTESE .....	2
2.2. OBJETIVO GERAL.....	2
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
3.1. AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL .....	3
3.2. O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E ROTAÇÃO DE CULTURAS .....	4
3.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO INTEGRADA EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS (PISA) E INTEGRAÇÃO LÁVOURA PECUÁRIA (ILP) .....	6
3.4. AVEIA PRETA COMO ADUBAÇÃO VERDE .....	8
3.5. AVEIA PRETA COMO FENO .....	10
3.6. PRODUÇÃO DE FENO NO PARANÁ .....	12
3.7. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL E PARANÁ.....	14
3.8 INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO .....	17
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
4.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO E CRONOGRAMA .....	19
4.2 AVEIA PRETA – IMPLANTAÇÃO, TRATAMENTOS E COLETA DE DADOS .....	21
4.3 SOJA – IMPLANTAÇÃO E COLETA DE DADOS.....	22
4.4 ANÁLISES DOS BIOINDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO.....	24
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	24
4.6 ESTIMATIVA FINANCEIRA.....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>38</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido por sua importância dentro da agropecuária mundial, com capacidade de realizar duas ou três culturas na mesma área em um ano agrícola. Isto só é possível devido a adoção de novas tecnologias, qualidade das terras agricultáveis, tradição no setor agropecuário, políticas econômicas favoráveis e clima propício para altos níveis de produtividade (Scolari, 2006).

Dentre a adoção de tecnologias, destaca-se o uso do Sistema de Plantio Direto (SPD). Os benefícios desta técnica estão relacionados a palhada acumulada por restos culturais de lavoura ou por culturas de cobertura que levam a um ambiente favorável para manutenção da qualidade do solo (Menezes, 2002).

Devido ao território brasileiro ser muito vasto, deve-se considerar as diferentes realidades locais para escolha das culturas e manejos a serem utilizadas. As condições edafoclimáticas na região norte do Paraná, zona de transição de clima tropical para subtropical, dificultam o cultivo na entressafra, ocasionando restrição da produção de biomassa e decomposição acelerada dos resíduos vegetais que pode levar ao aumento do número de plantas daninhas e erosão quando ocorre temperaturas elevadas (Carvalho et al., 2008); restrição no crescimento e desenvolvimento das plantas na ocorrência de geadas (Wrege et al., 2004).

Uma das alternativas que pode ser utilizada, nesta região de transição, neste período, é a semeadura de aveia-preta (*Avena Strigosa*) como adubação verde na entressafra em SPD, seguida por sucessão de culturas graníferas de verão como a soja (*Glycine max*) e milho (*Zea Mays*) (Kluthcouski et al., 2015). Na região norte do paraná há poucos estudos sobre o uso da aveia utilizada como cobertura verde em diferentes alturas de corte para produção de feno e conseqüentemente o impacto das diferentes quantidades de palhada residual nas culturas subsequentes.

## **2. OBJETIVOS E HIPÓTESE**

### **2.1. HIPÓTESE**

A altura de corte da aveia determina a quantidade produzida de feno e a quantidade de palhada residual no sistema de plantio direto, então pode interferir no desenvolvimento e produção de soja pós aveia.

### **2.2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência de diferentes alturas de corte da aveia na produção e qualidade do feno como também o efeito das diferentes quantidades de palhada residual no desenvolvimento e produtividade da soja pós aveia em região de transição.

### **2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar nas diferentes alturas de corte da aveia, a produtividade de feno e a quantidade de palhada residual no sistema.

Analisar as características bromatológicas do feno da aveia cortado em diferentes alturas.

Verificar o desenvolvimento e produtividade da soja em diferentes alturas de aveia como cobertura verde.

Avaliar o impacto da quantidade de palhada residual nas características microbiológicas do solo.

Estimar a rentabilidade com a venda do feno de aveia neste sistema.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Devido à preocupação com degradação de áreas agrícolas, entre outras, o termo agropecuária sustentável foi criado em 1982, através do Relatório “Nosso Futuro Comum”, onde conceitua sustentável uma atividade agrícola que seja ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável (Santos et al, 2017).

A população mundial estimada para o ano de 2030 é de 8,6 bilhões e para 2050 9,8 bilhões de habitantes (ONU, 2017). Esse crescimento populacional irá gerar maior demanda por produtos agrícolas (Gazonni, 2017). Dentre esses produtos, na safra 2015/16, a soja que já é a cultura granífera com maior área plantada no Brasil, continuará mantendo essa posição na projeção da safra 2026/27 (Tabela 1).

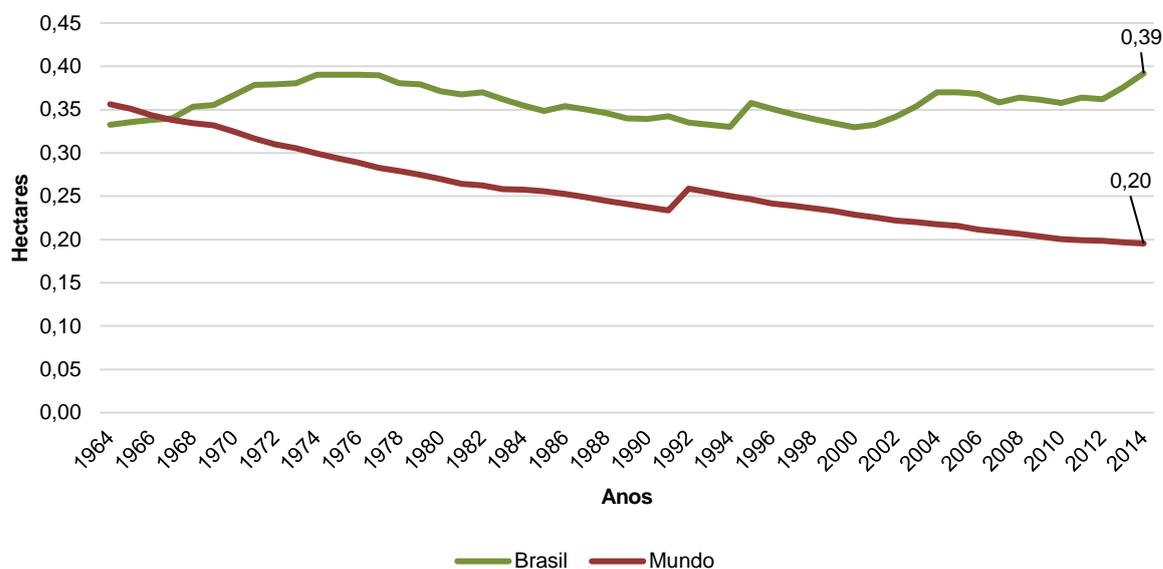
**Tabela 1.** Área plantada das principais culturas no Brasil em mil hectares na safra 2015/16 e projeção da safra 2026/27.

Cultura	Área plantada (Mil hectares)	
	2015/16	2026/27
Arroz	1.791	969
Feijão	2.771	1.826
Milho	17.513	18.588
Soja	35.453	43.158
Trigo	1.998	2.175
Total	59.527	66.716

Fonte: Adaptado de MAPA (2017)

Com o crescimento populacional, a relação entre hectares agricultados por habitante foi reduzida no mundo, porém aumentou no Brasil (Figura 1), demonstrando o potencial brasileiro para exportação de alimentos. Esse aumento de relação ocorreu devido a políticas de expansão da fronteira agrícola brasileira (Melo, 1985), pela pesquisa que demonstrou possível a utilização de solos considerados impróprios para agricultura (Gasques; Conceição, 1997) e perda de

áreas de pastagem para lavoura (Dias filho, 2014).



**Figura 1.** Variação do número de hectares agricultados por habitante no Brasil e Mundo, série histórica de 1964 até 2014. Fonte: Adaptado de Worldbank (2017).

Ainda existe área a ser explorada para utilização agropecuária, porém convém aumentar a produtividade de locais já utilizados para esse fim. Os solos agricultáveis são recursos finitos, não possuem distribuição uniforme no globo terrestre e são propensos a degradação se utilizados de forma inadequada. Deve-se reduzir a relação entre a capacidade produtividade técnica da área pela sua real produtividade. Quando diversificamos na agropecuária, há melhorias de rendimentos agrônômicos e conseqüentemente melhora no meio ambiente e aumento de renda (Lal, 2013).

### 3.2. O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E ROTAÇÃO DE CULTURAS

O sistema de plantio direto (SPD) consiste na ausência de revolvimento do solo com cobertura permanente no ato da semeadura (Galetto, 2013). Possui como benefícios o aumento no rendimento de grãos, maior aproveitamento dos adubos, maior concentração de matéria orgânica e maior quantidade de palhada superficial (Costa et al., 2003; Santos et al., 2008; Schlindwein; Gianello, 2008; Sá et al., 2010). Por ser um sistema de produção

conservacionista, o plantio direto traz sustentabilidade a agricultura.

O SPD teve início na década de 70 em Rolândia, estado do Paraná. Foi difundido para o restante do país da década de 90 em diante. No Brasil, o SPD evoluiu devido à preocupação com erosão de solo, programas governamentais de manejo de solo, redução de combustível comparado ao sistema convencional, possibilidade de uso em várias culturas e adaptação de máquinas e implementos utilizados no plantio convencional (Junior, et al., 2012). Em seu estado de origem, no último levantamento de 2014, essa técnica era utilizada em cerca de 5,31 milhões de hectares, que corresponde a 91,65% da área física total das culturas de verão (Bublitz, 2017).

A palhada superficial proveniente do SPD, traz vantagens diretas para o solo como maior sequestro de carbono (C) quando comparados aos sistemas de plantio convencional, mínimo e área de floresta (Six et al., 2002; Santos et al., 2015); redução da temperatura e maior teor de umidade do solo, favorecendo germinação e desenvolvimento das plantas (Derpsch et al., 1985; Torres et al., 2006), maior conservação da estrutura de solo (Ribeiro et al., 2016) e aumento da atividade microbiana com a degradação do material senescente realizando ciclagem de nutrientes (Costa et al., 2006).

A ciclagem de nutrientes consiste na devolução dos nutrientes absorvidos pelas plantas para o solo e atmosfera. Este ciclo é de grande importância para manutenção da produtividade. Pode ocorrer devido a ocorrência de chuvas que carregam nutrientes presentes no dossel para o solo (Andrade et al., 1999) e decomposição, através dos microrganismos, da palhada remanescente (Chagnon et al., 2013).

Conjuntamente com o SPD, no Paraná, geralmente são utilizados dois sistemas de produção agrícola: A sucessão e rotação de culturas. No sistema de sucessão a soja é semeada no verão e trigo no inverno na região subtropical do estado, já na região de transição climática é semeada soja no verão e milho safrinha no inverno. Já no sistema de rotação de culturas, ocorre alternância ordenada de diferentes culturas em determinado ciclo (Franchini et al., 2011).

O sistema de rotação traz vantagens como melhora da qualidade física do solo, reduzindo compactação superficial que tem sido observada de 0,1-0,2 m de profundidade em comparação a sucessão tanto em densidade do solo como em resistência do solo a penetração (Franchini et al., 2009).

Quanto à qualidade química dos solos, a rotação traz benefícios como aumento da disponibilidade de fósforo, aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), depleção de alumínio, aumento do nitrogênio do solo aportado pelas leguminosas (Franchini et al., 2009). O cronograma adequado de rotação de culturas permite utilização de culturas com diferentes tamanhos de sistemas radiculares, levando a um aproveitamento de nutrientes que não seriam absorvidos por determinada planta quando ocorre decomposição da palhada da cultura antecessora, através disto, ocorre uma diminuição na utilização de fertilizantes, trazendo economia ao processo (Borkert et al., 2003).

Sobre a microbiologia do solo, a rotação de culturas aumenta a diversidade da comunidade microbiana (Pereira et al., 2007). Esse fato exerce influência na ciclagem de nutrientes e também maior probabilidade de existirem agentes antagônicos aos agentes causadores de determinadas doenças (Almeida; Seixas, 2010). O solo com maior diversidade microbiana é mais resistente a estresses bióticos e abióticos (Zilli et al., 2003).

Com relação as práticas conservacionistas, o uso de plantio direto associado a rotação de culturas é uma estratégia eficiente para o produtor rural (Domit et al., 2014).

### **3.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO INTEGRADA EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS (PISA) E INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA (ILP)**

O sistema PISA foi apresentado pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) em novembro de 2007. É um modelo de intensificação sustentável para aumentar produtividade reduzindo os impactos ao ambiente. O PISA usa como pilares a ILP, diversificação de culturas e práticas conservacionistas de solo, como por exemplo o SPD. Por não apresentar “pacotes” tecnológicos, pode ser aplicado em qualquer propriedade rural (Vieira, 2015).

Os sistemas integrados, otimizam a produção e conservam recursos naturais, integrando atividades pecuárias e agrícolas através de um cronograma pré-definido. Neste sistema, um dos pontos importantes de se ressaltar é a otimização do uso da terra, esta que, permanece ocupada a maior parte do tempo. A ILP

contempla adequação ambiental, pois com o melhor aproveitamento do uso terra, diminui-se a necessidade de exploração de novas áreas agrícolas em região de floresta; valorização do homem, onde, trabalhando com sistemas integrados, necessita aprofundar seus conhecimentos e trabalhar ainda mais organizadamente e; viabilidade econômica devido ao fato da diversificação de renda aliada aos benefícios que a ILP traz ao sistema como um todo (Kluthcouski, et al., 2015).

O termo integração é entendido por combinar partes isoladas formando um conjunto que trabalha com foco no todo. Os sistemas integrados identificam a combinação de atividades agrícolas e pecuárias em uma mesma área, tornando-se um sistema de produção. É feito por sucessão, rotação ou consorciação de diferentes culturas (Cordeiro, et al., 2015)

O uso da ILP é uma alternativa viável que agrega valor, melhora desempenho da exploração, (Kluthcouski et al., 2003), aumenta a diversidade e atividade microbiana (De Souza et al., 2008), reduz erosão (Moraes et al., 2002), diversifica fontes de renda (Fontaneli et al., 2006), reduz uso de herbicidas devido à supressão da flora daninha feita pelas forrageiras (Dan et al, 2012) e maior produtividade de grãos pela ciclagem de nutrientes (Carvalho et al., 2010). É um sistema que traz viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental de propriedades rurais

Em um dos vários sistemas, é realizado o plantio de forrageiras para serem utilizadas na época seca do ano (inverno) e como cobertura de solo para o SPD, na mesma área onde são produzidos grãos de verão. Essa cobertura de curta duração pode ser utilizada tanto para pastejo como para produção de feno (Cordeiro, et al., 2015).

Se torna então uma alternativa para o agricultor que deseja evitar os riscos das culturas de inverno. O trigo por exemplo, é uma cultura muito sensível as variações de clima como geadas (Scheeren et al., 2000), alta umidade relativa do ar, altas temperaturas na fase de enchimento de grão, chuva na época de colheita (Cunha et al., 2001) e invernos secos (Cunha et al., 2011). Essa vulnerabilidade climática limita a expansão dessa cultura (Baumgratz et al., 2017). Outro exemplo é o aumento do risco do milho safrinha plantado tardiamente, pois a perda por ocorrência de geadas antes dos estádios finais de desenvolvimento da planta é mais prejudicial (Lazzarotto, 2002), além de atraso no desenvolvimento por baixa temperatura e diminuição da produtividade nos casos de deficiência hídrica

(Cardoso, et al., 2004). Outro fator atrativo para o agricultor que entra neste sistema é o aumento do número de colheitas no ano e conseqüentemente redução do risco de prejuízo financeiro (Neres et al., 2017).

Nos sistemas integrados, ao invés da busca da maximização da produção dos segmentos separados, é melhor buscar condições ótimas para uma resposta eficiente do sistema e que este se torne sustentável a longo prazo. Dentro de cada região, com diferentes condições, encontrar o nível de massa produzida pela forragem para gerar desejável desempenho animal, deixando palhada suficiente para bom rendimento de grãos na cultura é um questionamento necessário nesse sistema (Terra Lopes et al., 2009).

Realizando uma analogia com o manejo estudado no presente experimento, onde em teoria, o corte da aveia utilizada como adubação verde acarretaria prejuízo para a soja, temos que há muita utilização da rotação milho silagem/soja em vários locais do país, que também acarreta em extração de fitomassa e traz prejuízos ao SPD. Nos estudos de Mendonça (2018) e Pereira (2012), ambos autores consorciando diferentes forrageiras com milho destinado para silagem para efeitos de aumento de palhada no solo pós ensilagem, não obtiveram diferença estatística na produtividade tanto da silagem quanto na soja subsequente comparados a testemunha, porém os dois experimentos foram realizados em áreas onde já era utilizado o SPD há muito tempo, com teor elevado de matéria orgânica, o que pode ter gerado esse resultado.

### **3.4. AVEIA PRETA COMO ADUBAÇÃO VERDE**

O Brasil importou cerca de 72% dos fertilizantes utilizados no ano de 2016 (ANANDA, 2017). Este fator, aumenta o custo de produção da agropecuária, e como a grande maioria da produção é considerada *commoditie*, onde não há diferenciação e por conseqüência o seu valor é ditado pelo mercado, reduz a margem líquida do produtor rural. Alternativas para reverter esse aumento de custos devem ser utilizadas, como a adubação verde.

A adubação verde, também conhecida como plantas de cobertura ou cobertura verde, consiste em cultivar em sucessão ou simultaneamente diferentes

espécies vegetais. Para essa prática, é interessante plantas que produzam bom volume de matéria seca, sejam resistentes a pragas e doenças e de fácil implantação. Além de servir como cobertura do solo, outra função deste manejo é, na cultura subsequente, o aproveitamento da palhada degradada em matéria orgânica através da ciclagem de nutrientes (Nascimento, et al., 2016)

A aveia preta pertence à família das gramíneas (*Poaceae*), de metabolismo C3 (crescimento hibernal) (Sbrissia et al., 2017). Possui hábito de crescimento ereto e rendimento médio de 6 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS). O melhor período para semeadura é nos meses de abril a maio, com uma taxa de semeadura de 60 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis (Flaresso et al., 2001). Pode ser utilizada para colheita de grãos, mas devido seu baixo rendimento comparado a aveia branca é mais utilizada para pastejo, produção de feno (Floss et al., 2007) e na agricultura é comumente utilizada como cobertura verde. Possui rápida cobertura de solo, boa tolerância a baixas temperaturas, geadas (Machado, 2000) e diminui o número de plantas invasoras (Wutke et al., 2014).

Um dos motivos da diminuição de plantas invasoras se dá pelo efeito alelopático, este que é definido por efeitos prejudiciais ou benéficos, direta ou indiretamente (Silva, 2007). Pode ocorrer entre plantas, entre microrganismos e entre plantas e microrganismos (Rice, 1984). Podem estar presentes em todos os tecidos incluindo raízes e sementes (De Almeida et al., 2008) podendo afetar todos os estádios de desenvolvimento da planta (Battistutus et al., 2011). Na aveia essa ação alelopática é atribuída a substância escopoletina, da classe das cumarinas (Ribeiro; Campos, 2013).

Nos estudos de Bortolini e Fortes (2005), utilizando exsudatos da parte aérea de aveia preta em sementes de soja, não encontraram diferença quanto a porcentagem de germinação das sementes. Já Vasconcellos et al. (2012), no plantio de mandioca avaliando aveia preta como adubação verde, não obteve influência do efeito alelopático da aveia na mandioca, somente nas plantas daninhas. Tokura e Nóbrega (2006), analisando aveia preta, trigo, milho, nabo forrageiro e colza, chegaram à conclusão que a aveia apresentou melhor controle total de plantas infestantes.

A aveia propicia palhada para o sistema de SPD melhorando as condições do solo. Traz vantagens na produção pois a soja semeada após aveia

preta como cobertura verde obtém incremento produtivo se comparadas ao pousio (Lima et al., 2009).

### 3.5. AVEIA PRETA COMO FENO

O feno é definido como forragem cortada e desidratada naturalmente ou não, onde o teor de umidade é reduzido de 85% para 10 a 15%. Essa desidratação é importante para inibir atividade de microrganismos, deterioração da forragem e produção de toxina pelos mesmos (Neres; Ames, 2015).

É um tipo de alimento em que se busca manter as características da forragem original. Pode ser utilizado no período crítico do ano, quando as forrageiras tropicais não estão com boa produtividade e qualidade nutricional (Kichel; Miranda, 2000) que ocasiona baixo desempenho e até mesmo perda de peso, atrapalhando o desenvolvimento ponderal dos animais.

O feno se difundiu principalmente pela alimentação de equinos utilizando o sistema europeu de animais confinados em baia suplementados com feno de alfafa, croastcross, aveia e tifton 85. Atualmente, não só é utilizado para cavalos de elite como também para atividades equestres, animais de passeio e equoterapia. Na bovinocultura leiteira é utilizado pela importância da fibra fisicamente efetiva, além do consumo de pets e bovinos de corte (Neres et al., 2017).

As principais forrageiras utilizadas na produção de feno são as do gênero *Cynodon* (tifton e crostcross), aveia branca e preta e alfafa (Neres; Ames, 2015). Na tabela 2 estão descritas as qualidades bromatológicas desses diferentes fenos.

**Tabela 2.** Teor de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria orgânica (Digest MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) das principais forrageiras utilizadas para produção de feno.

Forrageira	PB (%)	Digest MO (%)	MM (%)	EE (%)	FDN (%)	Fonte
Alfafa	18,77	58,33	9,11	2,85	46,93	Valadares Filho (2018)
Aveia preta <sup>1</sup>	12,51	60,74	7,98	4,54	57,85	Adaptado de Valadares Filho (2018)
Coastcross	11,90	55,50	6,20	1,30	67,20	Silva et al. (2009)
Tifton 85	12,45	60,00	4,67	0,57	79,76	Gonçalves et al. (2003); Ribeiro (2007)

<sup>1</sup>Média ponderada entre os valores de aveia preta em forragens verdes e aveia preta em forragens secas devido ao baixo número de análises de feno de aveia preta.

<sup>2</sup>Cultivar UPF 3 cortado aos 42 dias

Na tabela 2, dentre as gramíneas, o maior teor de proteína bruta e menor teor de FDN (Fibra em detergente neutro) são os da aveia preta, a qual se torna uma excelente alternativa no período crítico do ano onde as forrageiras têm maior deficiência de proteína do que de energia (Reis et al., 2013). Quanto a questão de FDN e digestibilidade, o feno de aveia se torna uma boa opção pois esses dois fatores possuem correlação com ingestão de matéria seca e eficiência da absorção de nutrientes, sendo parâmetros utilizados para balancear dietas (Macedo Júnior, 2007).

O feno de aveia preta possui maior qualidade nutricional quando a planta apresenta entre 30 e 40 cm, sendo que a produtividade é em torno de 1,5 Mg ha<sup>-1</sup> com possibilidade de rebrota. Quando há necessidade de maior quantidade, esta deve ser fenada no início do estágio do florescimento, com rendimento próximo entre 3,5 a 4,5 Mg ha<sup>-1</sup> (Machado, 2000). A recomendação do ponto de corte da aveia preta para produção de feno está no ponto de equilíbrio entre qualidade e quantidade, na fase de emborrachamento (Kichel; Miranda, 2000).

Segundo o DERAL (2017), nos dados da produção de 2016 no Paraná, o valor bruto médio da tonelada do feno de alfafa no estado estava na ordem de R\$ 690,50 enquanto os outros fenos R\$ 414,19, por isso o feno de aveia é um produto mais em conta para ser utilizado pensando na fibra da dieta em comparativo a alfafa. Dietas para ruminantes buscando altos níveis de produtividade resultam em rações com altos níveis de grãos, essas contêm mais carboidratos não

estruturais e podem influenciar negativamente a microbiota ruminal causando distúrbios metabólicos. Por isso a recomendação de dietas formuladas com base na FDN tem se tornado cada vez mais comuns (Alves et al., 2016).

Quando comparamos aveia preta com alfafa para produção de feno, deve-se levar em conta que a alfafa não seria recomendada como adubação verde devido ao fato da sua produção ser perene.

Quanto a comparação da aveia preta com a aveia branca, a aveia branca é mais exigente em nutrientes e saturação de bases mais elevadas, além de ser mais sensível a ferrugem da folha (MACHADO, 2000).

O feno é um alimento facilmente comercializável que, diferente da silagem, não se deteriora no fornecimento. O qual tem sido utilizado como incremento na fonte de renda de produtores rurais (Neres; Ames, 2015).

### **3.6. PRODUÇÃO DE FENO NO PARANÁ**

Como o processo de fenação é dependente de clima, nem todas as localidades atendem essas exigências climáticas, surgindo uma oportunidade para propriedades bem localizadas (Ames, 2012). Se torna necessário observar previsão de dias ensolarados para atingir ponto ideal de armazenamento da planta, pois todo o processo de todas as operações demora em média 3 a 4 dias (Neres et al., 2017) e acima de 7 dias há comprometimento do valor nutricional, perda de folhas e consumo dos animais (Collins, 1995).

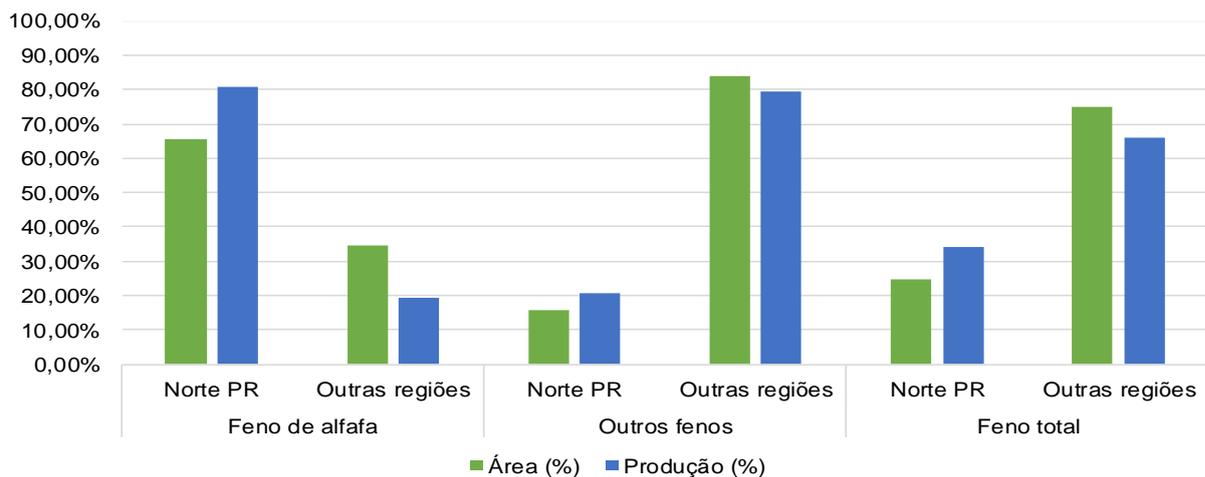
O DERAL (Departamento de Economia Rural) realiza o acompanhamento através dos levantamentos que realiza de produção agropecuária por município paranaense. Divide no seu relatório de Valor Bruto de Produção (VBP) o feno em duas vertentes: feno de alfafa e outros fenos, os quais estão inclusos quaisquer tipos de feno diferentes forrageiras (DERAL, 2015). A área plantada e produção do estado do Paraná estão demonstradas na tabela 3.

**Tabela 3.** Área plantada em hectares para produção de feno de alfafa e outros fenos no Paraná e produção total do ano de 2016 em megagramas.

Tipo de feno	Área (ha)	Produção (Mg)
Feno de alfafa	5.614	70.515
Outros fenos	13.312	111.366
Total	18.926	181.881

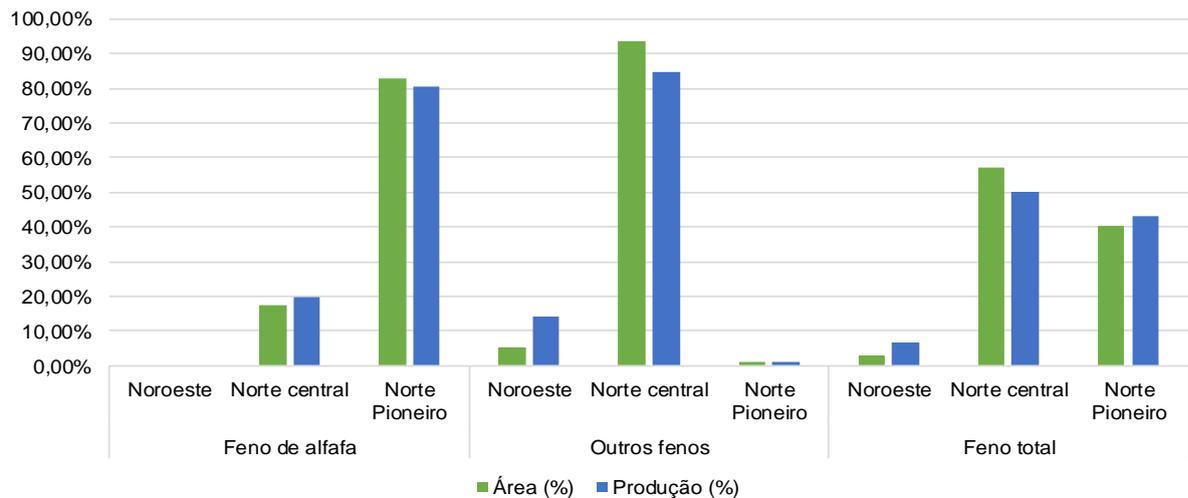
Fonte: Adaptado de DERAL (2016).

A região Norte do Paraná em comparativo ao restante do estado, produz mais feno de alfafa, porém menos feno de outras culturas (Figura 2). Analisando a porcentagem de produção e de área, é possível afirmar que a produtividade (produção em razão da área) é maior na região Norte, ou seja, mais eficiência produtiva em todos os tipos de feno.



**Figura 2.** Porcentagem de área e produção de feno de alfafa, outros fenos e feno total em 2016, comparando a região Norte do Paraná com o restante do estado. Fonte: Adaptado de DERAL (2016)

No comparativo das mesorregiões da região Norte do Paraná (Figura 3), a região Norte Pioneiro se destaca pela produção de feno de alfafa e a Central pela produção de outros fenos. Na produção total a região Noroeste possui uma produção muito baixa em comparativo as outras regiões.

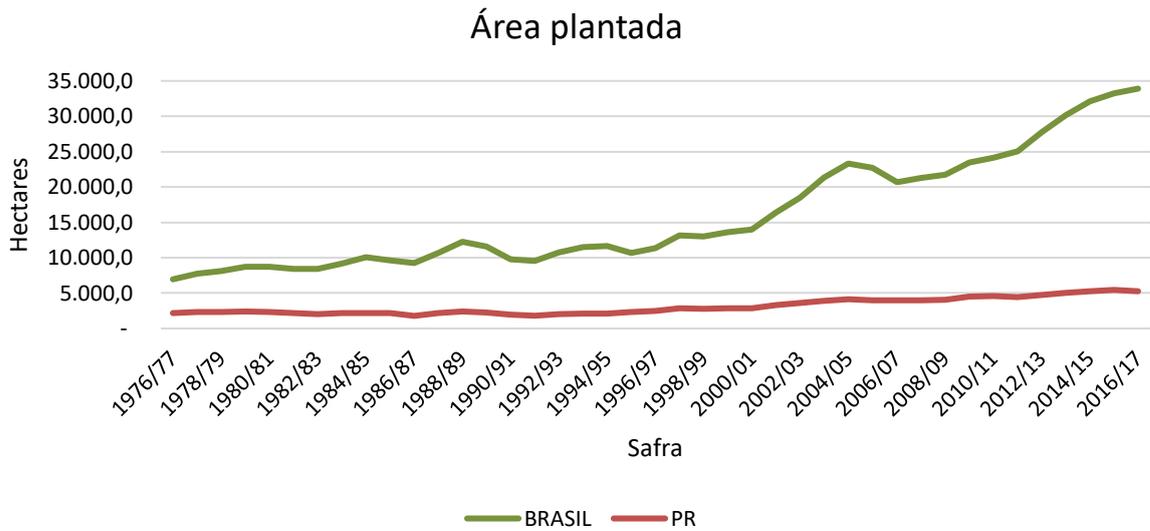


**Figura 3.** Porcentagem de área e produção de feno de alfafa, outros fenos e feno total em 2016, comparando as mesorregiões que formam a região Norte do Paraná. Fonte: Adaptado de DERAL (2016).

O município de Bandeirantes se destaca na produção de feno de alfafa (Neres et al., 2017), maior produtor de alfafa do Brasil (BANDEIRANTES, 2018). A área plantada corresponde a 18,70% de alfafa do Paraná e produção de 17,87% da produção paranaense (DERAL, 2016).

### 3.7. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL E PARANÁ

A soja é uma cultura de grande importância no quesito socioeconômico brasileiro e mundial por ser a principal oleaginosa produzida. Pode ser utilizada tanto na alimentação humana quanto animal, servindo também de matéria prima em complexos industriais (CONAB, 2017a). No estado do Paraná, a evolução da área plantada não acompanhou o crescimento brasileiro (Figura 4), esse fato se deve ao motivo da inserção da cultura da soja em outros estados que não eram produtores. Esse aumento da relação área plantada Paraná:Brasil também ocorreu pelo mesmo motivo na produção total (Figura 5).



**Figura 4.** Evolução da soja em área plantada em hectares no Brasil e Paraná, série histórica da safra 76/77 até 16/17. Fonte: Adaptado de CONAB (2017c).



**Figura 5.** Evolução da soja em produção total em megagramas no Brasil e Paraná, série histórica da safra 76/77 até 16/17. Fonte: Adaptado de CONAB (2017c).

Apesar do aumento da relação Paraná:Brasil em área e produção total, o Paraná figura com a maior produtividade brasileira (Figura 6). Esse fato ocorre principalmente pelo clima e tecnologia utilizada no estado.



**Figura 6.** Evolução da produtividade (Kg ha<sup>-1</sup>) de soja plantada no Brasil e Paraná, série histórica da safra 76/77 até 16/17. Fonte: Adaptado de CONAB, 2017a.

Segundo dados da CONAB (2017b), o estado do Paraná comparado ao estado de Mato Grosso (principal produtor) (Tabela 4), possui um custeio e custo de produção por saca mais baixo, esse fato se dá pela diluição de despesas pela maior produtividade, ressaltando sua importância.

**Tabela 4.** Produtividade, custeio (CUS) e custo operacional (CO) por hectare e por saca da cultura soja, alto nível tecnológico, safra 14/15.

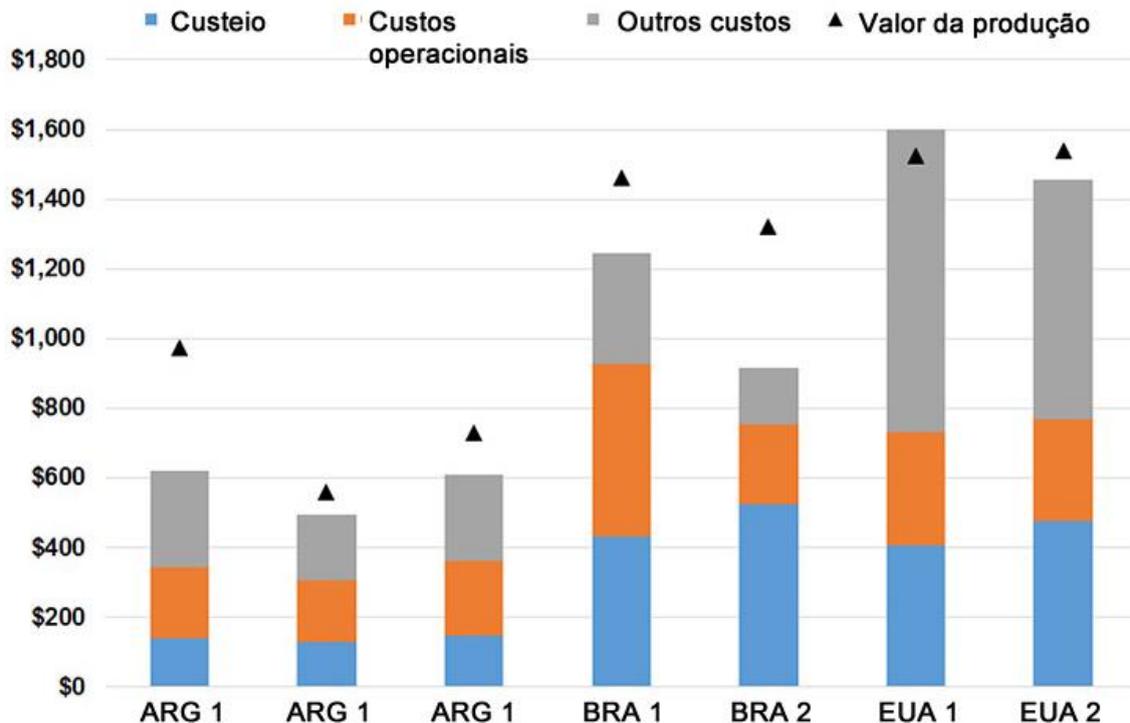
Estado	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )	CUS (R\$ ha <sup>-1</sup> )	CUS por saca (R\$ 60 Kg)	CO (R\$ ha <sup>-1</sup> )	CO por saca (R\$ 60 Kg)
Paraná*	3600	1850,34	30,84	2547,66	42,46
Mato Grosso**	3180	1896,29	35,78	2542,46	47,97

\* Dados da cidade de Londrina

\*\* Média dos dados das cidades de Campo Novo dos Parecis e Primavera do Leste

Fonte: Adaptado de CONAB (2017b)

Langemeier e Lunik (2015), avaliando dados dos anos de 2012 até 2014 de três fazendas na Argentina, duas no Brasil e duas nos Estados Unidos (Figura 7), chegaram a resultados de menores custos na Argentina e maiores nos Estados Unidos, apesar disso, o lucro por hectare no Brasil foi maior.



**Figura 7.** Custeio, custos operacionais, outros custos e valor da produção em dólares em três fazendas na Argentina, duas no Brasil e duas nos Estados Unidos. Fonte: Adaptado de Langemeier e Lunik (2015)

A soja é um produto de forte impacto na exportação brasileira, fator explicado pela alta produtividade alcançada, juntamente com a boa rentabilidade comparada a outros países, permitindo a introdução desse produto no mercado externo com preços competitivos (Silva, et al., 2011).

### 3.8 INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO

O solo é um sistema dinâmico com uma imensa reserva biológica, cerca de  $10^7$  a  $10^9$  células microbianas em um grama de solo. Essa fração viva do solo é de fator essencial para seu funcionamento. A diversidade desses microrganismos depende de fatores como temperatura, atmosfera do solo, quantidade de água, potencial hidrogênico (pH), fontes nutricionais, potencial redox

e teor de matéria orgânica. (Cardoso; Andreote, 2016).

Há grande quantidade de estudos dos indicadores microbiológicos no meio agrícola. No Brasil, essa área é composta de 71.406.509 hectares, cerca de 8,38% do território nacional (IBGE, 2016). O principal foco dos estudos é a atuação dos microrganismos para melhor produtividade sobre diferentes tipos de manejo. (Jesus, et al., 2009).

Essa atuação dos microrganismos é traduzida através de indicadores microbiológicos, os quais se mostram extremamente eficientes para demonstrar alteração em atributos físicos de acordo com o tipo de manejo e uso do solo (Lourent et al., 2011). Dentre esses indicadores, o carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal do solo (RBS), o quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e quociente microbiano ( $qMic$ ) são os mais sensíveis aos impactos do manejo, pois tem influência na atividade metabólica dos microrganismos (Alves et al., 2011).

O CBM é definido como a parte viva mais ativa da matéria orgânica, expressa em  $\mu g$  de C  $g^{-1}$  ou  $mg$  de C  $kg^{-1}$  de solo seco. Possui em sua constituição fungos, bactérias e actinomicetos. Essa determinação, contudo, não indica atividade desses microrganismos e por esse motivo torna-se importante a avaliação em conjunto com outros indicadores (Mendes et al., 2012).

A RBS é a soma dos processos metabólicos que geram  $CO_2$ , sendo os maiores produtores as bactérias e os fungos através da degradação de matéria orgânica. O valor de RBS está intimamente ligado a fatores como umidade, temperatura, aeração de solo, disponibilidade de substrato e carbono (Silva, 2007). Altas taxas respiratórias, se relacionadas a alta atividade metabólica, pode significar degradação acentuada de resíduos orgânicos, os quais são liberados para as plantas (Reis Junior; Mendes, 2007), se não associada a altas taxas metabólicas, pode ser motivo de um distúrbio. Cada contexto deve ser analisado separadamente (Islan; Weil, 2000).

O  $qCO_2$  é definido pela razão entre RBS e a CBM, por unidade de tempo, sendo assim, expressa a taxa de respiração específica da CBM. Já o  $qMic$  é definido pela relação entre CBM e o carbono orgânico total, demonstrando a eficiência dos microrganismos para utilizar compostos orgânicos (Silva et al., 2010). Alterações no  $qMic$  indicam se o carbono está em acumulado, reduzido ou equilíbrio (Anderson; Domsch, 1990).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO E CRONOGRAMA

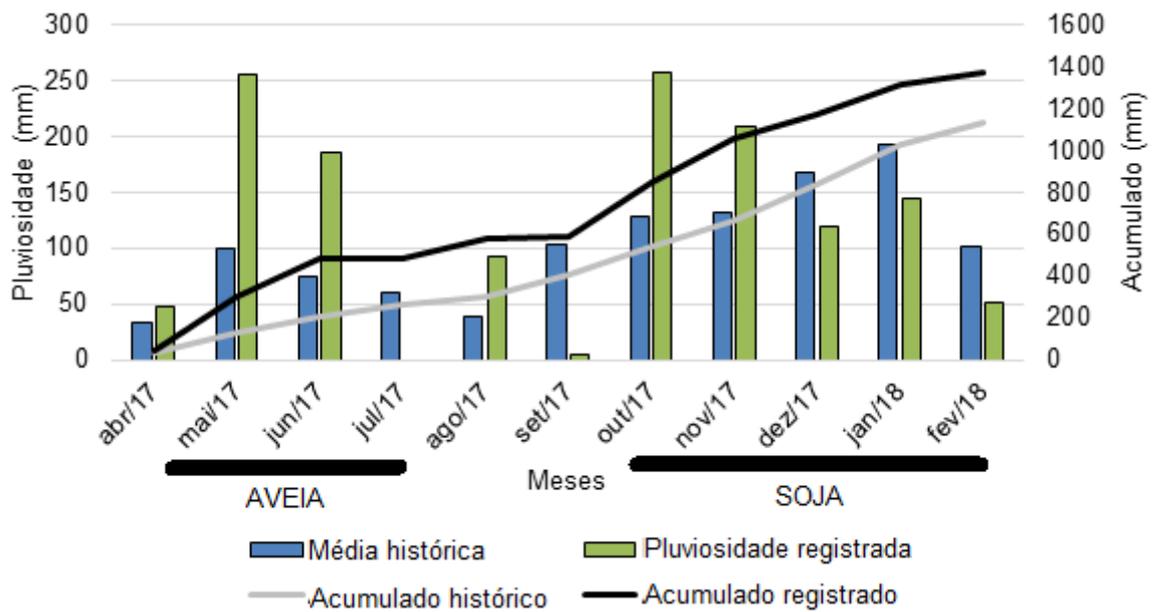
O experimento foi realizado de 20/04/2017 até 15/02/2018 em uma propriedade rural denominada Sítio Santa Maria (23°4'32"S e 50°22'51"O), localizada no município de Bandeirantes, Paraná, distante cerca de 40 Km em linha reta do norte do trópico de capricórnio (Google Earth, 2018), região de transição entre clima tropical e subtropical. O clima é Cfa segundo classificação de Koppen. O tipo de solo do experimento é um Latossolo Vermelho eutroférrico (EMBRAPA, 2006) sob plantio direto. Tendo suas características químicas descritas na tabela 5.

**Tabela 5.** Caracterização do solo da área experimental nas amostras de 0-10 e 10-20 cm de profundidade na data de 17/08/2017.

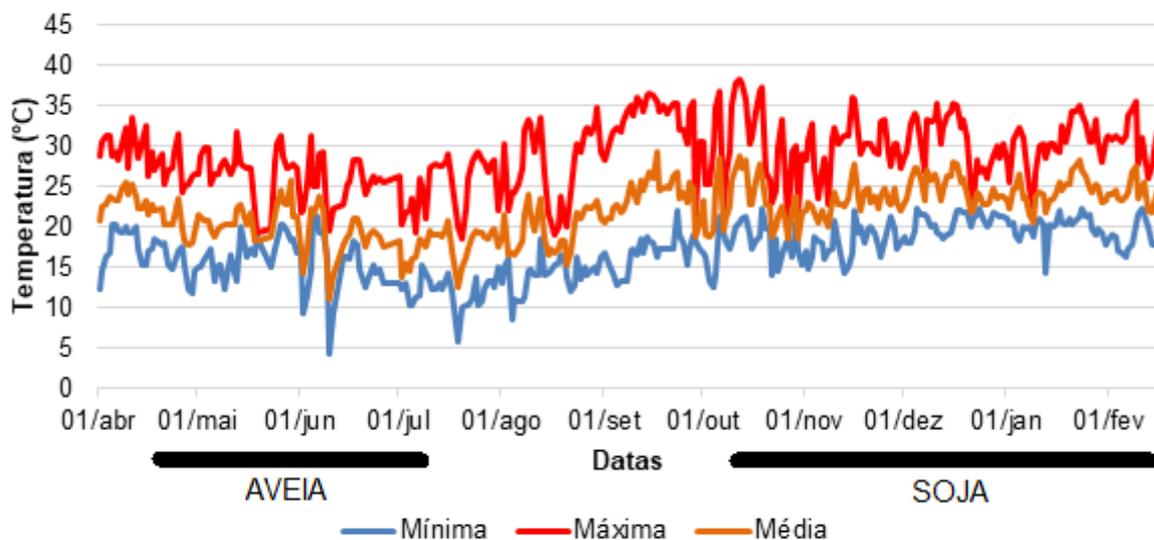
Profundidade	Matéria Orgânica	pH	P	Bases	K	Ca	Mg	Al	CTC
(cm)	(g/Kg)	(CaCl <sub>2</sub> )	(mg/dm <sup>3</sup> )	(V%)	(Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )				
0 a 10	25,52	4,71	3,45	59,57	0,37	4,71	2,02	0,15	11,95
10 a 20	20,32	4,69	2,67	58,95	0,31	4,45	1,89	0,18	11,29

pH = potencial hidrogeniônico; P = fósforo; K = potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; CTC = capacidade de troca de cátions

Os dados meteorológicos (Figura 8 e 9) utilizados foram provenientes da estação agrometeorológica da UENP (Universidade Estadual do Norte do Paraná), distante 4,45 Km linearmente à área do experimento (Google Earth, 2018).



**Figura 8.** Precipitação pluviométrica registrada e acumulada registrado durante o período do experimento e previsão histórica baseada em série dos últimos 41 anos da região. Fonte: Estação Agrometeorológica da UENP-CLM, Bandeirantes-PR.



**Figura 9.** Temperatura mínima, média e máxima durante o período do experimento. Fonte: Estação Agrometeorológica da UENP-CLM, Bandeirantes-PR.

Como histórico da área, na safra 16/17 a cultura da Crotalária (*Crotalaria juncea*) foi utilizada como cobertura verde e como safra de verão soja. Na safra 17/18, safra do presente estudo, foi utilizado a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) e a soja (cv. Brasmax Garra IPRO 63i64®).

O cronograma das atividades realizadas na área está descrito na tabela 6.

**Tabela 6.** Data e descrição das atividades realizadas na área durante o período do experimento.

<b>Data</b>	<b>Manejes realizados na área do experimento</b>
20/04/17	Semeadura da aveia preta;
04/06/17	Adubação nitrogenada (fonte Uréia);
12/07/17	Corte da aveia, coleta de amostras para avaliação de produtividade e bromatologia;
14/07/17	Enfardamento;
24/08/17	1ª Coleta de amostras de solo para análises químicas e microbiológicas;
06/10/17	Semeadura da soja;
26/10/17	Aplicação de herbicida na área (Glifosato);
01/12/17	Aplicação de inseticida (Engeo®), fungicida (Score Flexi®) e acaricida (Abamectin®);
15/12/17	2ª Coleta de amostras de solo para análises microbiológicas e coleta de plantas para análise de desenvolvimento da soja;
06/02/18	Dessecação da soja;
15/02/18	3ª Coleta de amostras de solo para análises químicas e microbiológicas, coleta de plantas para avaliação de produtividade e colheita da soja,

#### **4.2 AVEIA PRETA – IMPLANTAÇÃO, TRATAMENTOS E COLETA DE DADOS**

A aveia preta cultivar Comum, foi semeada utilizando 85 Kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Aos 45 dias pós plantio, foi aplicado 56 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de uréia. A aveia foi cortada 83 dias pós plantio (DPP), na fase de florescimento.

Os tratamentos utilizados foram diferentes alturas de corte na aveia em pé, sendo eles corte na altura de 7 cm do solo (7CM), corte na altura de 30 cm do solo (30CM), e testemunha sem corte (SC), sendo a parte superior dos tratamentos 7CM e 30CM utilizadas para confecção de feno e a parte inferior como palhada residual. Já o tratamento SC, toda a planta permaneceu na área como palhada residual.

Com o uso da técnica do quadrado de área conhecida, utilizando um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>, foram coletadas amostras da parte superior da aveia (que seria utilizada como feno) e da palhada residual de cada tratamento para determinação da quantidade de produção de aveia utilizada para feno por hectare e palhada residual por hectare de acordo com as alturas de corte. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas, colocadas em estufa de circulação

forçada a 60° C até peso constante para determinação da amostra seca ao ar (ASA) no laboratório de análise de alimentos da UENP. As amostras utilizadas para produção de feno foram enviadas para o laboratório da Fundação ABC<sup>®</sup> para análise bromatológica pelo método de Refletância por Infravermelho Proximal (NIRS) para análises de matéria seca (MS), material mineral (MM), digestibilidade (Digest), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), açúcar e fibra em detergente neutro (FDN). Ambas as quantificações da matéria seca da produtividade por hectare e quantidade de palhada residual por hectare foram realizadas utilizando a equação 1.

$$Produtividade (Mg/ha) = PMSq * \left(\frac{10}{Aq}\right) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$PMSq$  = Peso em matéria seca do conteúdo coletado no quadrado (Kg)

$Aq$  = Área do quadrado (m<sup>2</sup>)

### 4.3 SOJA – IMPLANTAÇÃO E COLETA DE DADOS

A soja foi semeada utilizando 14 sementes por metro linear em um espaçamento de 45 cm entre linhas, e adubada com 206 Kg ha<sup>-1</sup> de 2-20-20 (NPK). Não houve inoculação das sementes.

Foram coletadas 70 dias após semeadura, em floração plena (estádio R2), uma amostra de folha de soja de em 30 plantas por parcela, sempre coletando a terceira ou quarta folha do ramo principal sem o pecíolo de acordo com a metodologia de Maeda et al. (2004), enviadas para o laboratório Lanasolo<sup>®</sup> para análise foliar pela metodologia de Malavolta et al. (1997).

Ainda aos 70 dias pós semeadura foram retiradas cinco plantas de soja por parcela utilizando pá de corte com cuidado de se manter volume de solo pré-estabelecido para cada planta de 0,032 m<sup>3</sup> com dimensões de 0,4 (L<sub>1</sub>) x 0,4 (L<sub>2</sub>) x 0,2 (H) sendo a planta centralizada. Posteriormente foram separadas a parte aérea das raízes as quais foram lavadas com água corrente para limpeza do solo. Os

nódulos da coroa foram contados, secos em estufa e pesados. As raízes e partes aéreas foram secas em estufa e pesadas (Brandelero et al., 2009).

Na colheita, na avaliação de estande foi realizado a contagem de plantas em três metros lineares por parcela para quantificação da população por hectare através da equação 2.

$$Pha = \frac{\left(\frac{P3m}{3}\right)}{Esp} * 10.000 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$Pha$  = População de plantas por hectare

$P3m$  = Plantas contadas por três metros lineares

$Esp$  = Espaçamento entre linhas (m)

Foram coletadas em cada parcela as plantas de um metro linear para contagem de vagens, grãos por vagem e peso de mil grãos. Os grãos foram pesados, avaliados a umidade com aparelho G650i (Gehaka®) e tiveram umidade corrigida para 13% utilizando a equação de Quantidade de produto ajustada (Silva, 2015), equação 3. Foi quantificado a produtividade por hectare através da equação 4.

$$Qaj = \frac{(100 - Uatual)}{(100 - 13)} Qp \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

$Qaj$  = quantidade de produto ajustada (Kg)

$Uatual$  = teor de água atual (%)

$Qp$  = quantidade de produto atual (Kg)

$$\text{Produtividade (Kg/ha)} = \frac{Pha \times Vpla \times Gvag \times \left(\frac{P1000g}{1000}\right)}{1000} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

$Pha$  = População de plantas por hectare

$Vpla$  = Número de vagens por planta

$Gvag$  = Número de grãos por vagem

$P1000g$  = Peso de 1000 grãos (g) umidade corrigida para 13%

#### **4.4 ANÁLISES DOS BIOINDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO**

As análises dos bioindicadores de qualidade do solo foram realizadas em três momentos distintos, sendo a primeira coleta entre o corte da aveia e o plantio da soja, 43 dias após o corte da aveia (Coleta D43); a segunda coleta no estágio R2 da cultura da soja, 156 dias após o corte da aveia (Coleta D156) e a terceira coleta no dia da colheita da soja, 218 dias após o corte da aveia (Coleta D218).

Foi realizada coleta de solo na profundidade de 0-10 cm utilizando pá de corte, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e enviadas ao laboratório de solos da UENP (LABSOLOS).

O carbono da biomassa microbiana foi determinado pelo método de fumigação e extração (Vance et al., 1987), a respiração microbiana do solo pelo método de  $CO_2$  evoluído com extração pelo NaOH (Alef; Nannipieri 1995), o carbono orgânico total pelo método de oxidação por dicromato de potássio (Embrapa, 1997), o quociente metabólico pela relação entre respiração e o carbono da biomassa microbiana e o quociente microbiano pela relação entre carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico do solo (Anderson; Domsch, 1993).

#### **4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três tratamentos e seis repetições, totalizando 18 parcelas. Cada parcela 4x10 metros, totalizando 40 metros por parcela. Em cada coleta de amostras, foram excluídas

duas linhas como bordadura.

Em todas as análises estatísticas foi realizado o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) utilizando o programa SISVAR (Furtado, 2008)

#### 4.6 ESTIMATIVA FINANCEIRA

Como o objetivo do experimento era de avaliar utilização de aveia como cobertura verde anterior a soja para produção de feno, foi utilizado somente os custos relacionados aos processos de fenação, pois estes seriam os únicos custos adicionais dentro do sistema.

A quantidade de aveia produzida por hectare foi corrigida para 15% de MS (teor médio do feno); o número de fardos foram estimado com 10 quilogramas de média; os custos provenientes dos processos de corte, enleiramento e enfardamento foram retirados da planilha de mecanização agrícola (FUNDAÇÃO ABC, 2017) (Tabela 6); para o valor de venda da tonelada de feno de aveia foi utilizado o valor de \$ 414,19 (DERAL, 2017) e o valor da receita líquida de feno foi obtida pela multiplicação entre a produção de feno por hectare pelo valor da tonelada e reduzido o custo de fenamento.

**Tabela 7.** Custos dos maquinários necessários para corte, enleiramento e enfardamento. Já inclusos trator, combustível e mão-de-obra.

Implemento	Custeio
Segadora condicionadora	56,50 R\$ ha <sup>-1</sup>
Enleirador	44,90 R\$ ha <sup>-1</sup>
Enfardadora fardos regulares	1,00 R\$ fardo

Fonte: Adaptado de Fundação ABC (2017)

A fórmula utilizada para o cálculo do custo por hectare (Equação 5) foi realizada somando os custos fixos de R\$ 56,50 provenientes da Segadora condicionadora com os custos de R\$ 44,90 do enleirador por hectare e posteriormente somados a multiplicação do custo variável que é o número de fardos pelo valor do enfardamento.

$$\text{Custo hectare (R\$/ha)} = CF + (n\text{Fardos} \times CV)$$

Equação 5

Onde:

$n\text{Fardos}$  = Número de fardos produzidos por hectare.

$CF$  = Custos fixos

$CV$  = Custos variáveis

A produção de soja foi convertida de megagramas para sacas, foi realizado o cálculo da diferença da produção de sacas do tratamento com maior e média produção para o de menor produção. O valor da saca de soja utilizado foi de R\$ 70,00 (Cooperativa Integrada, Comunicação pessoal, em 05/06/2018). A receita líquida adicional de soja foi obtida pela multiplicação da diferença entre as sacas existentes pelo valor da saca no dia.

O lucro líquido adicional é o resultado da soma do valor da receita da soja com o valor da receita do feno.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a pluviosidade no período do experimento, foi atípico quanto as chuvas mensais médias (Figura 8) na região, alguns meses com maior pluviometria e outros com estiagem. Na pluviosidade acumulada, segue a tendência da média histórica, porém com maior volume.

No período experimental, do plantio ao corte da aveia as temperaturas mínima, média e máxima foram respectivamente 15, 20 e 26 °C (Figura 9). Na cultura da aveia no período final de florescimento (final de ciclo), temperaturas acima de 32 °C podem acelerar maturação de grãos (Primavesi et al., 2000), fato que não ocorreu. No período da soja as temperaturas mínima, média e máxima foram respectivamente 19, 24 e 30 °C. Essa cultura possui bom desenvolvimento em temperaturas entre 20 e 30°C e melhor desenvolvimento próximo aos 30°C (Rodrigues et al., 2001).

Houve diferença ( $P>0,05$ ) da produtividade entre os tratamentos da aveia cortada para feno (Tabela 8). Esse fato também refletiu na quantidade de palhada residual.

**Tabela 8.** Produtividade da aveia para feno no momento do corte e quantidade de palhada residual nos diferentes tratamentos.

Altura de corte da aveia	Produtividade. (Mg MS ha <sup>-1</sup> )	Palhada residual (Mg MS ha <sup>-1</sup> )
7 centímetros	4,61 <sup>a</sup>	0,55 <sup>c</sup>
30 centímetros	2,56 <sup>b</sup>	2.41 <sup>b</sup>
Sem corte	-	5,38 <sup>a</sup>
CV (%)	9,20	16,53

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Isto é explicado pela diferença entre alturas de corte. Terra Lopes et al. (2009) e Godoy et al. (2016), avaliando efeitos da altura no manejo da aveia preta como adubação verde, verificaram aumento linear positivo da palhada residual quando aumentaram altura de corte. Os níveis de produtividade da aveia preta foram semelhantes aos resultados obtidos por Furini et al. (2011), cuja variação de produção foi de 4,20 até 4,63 e Cavalheiro et al. (2011), que obteve a produtividade 4,62 Mg. Ambos realizados na mesma região do presente estudo e comparadas ao

tratamento SC.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nas alturas de corte da aveia para a composição bromatológica (Materia mineral, digestibilidade, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro) (Tabela 9) A matéria seca das plantas e os açúcares não diferiram nas alturas de corte ( $P < 0,05$ ) da aveia.

**Tabela 9.** Análise bromatológica da aveia no momento do corte.

<b>Altura de corte da aveia</b>	<b>MS (%)</b>	<b>MM (%)</b>	<b>Digest. (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>Açúcar (%)</b>	<b>FDN (%)</b>
7 centímetros	22,07 <sup>a</sup>	7,90 <sup>a</sup>	63,30 <sup>b</sup>	11,55 <sup>b</sup>	1,98 <sup>b</sup>	6,26 <sup>a</sup>	64,50 <sup>a</sup>
30 centímetros	22,96 <sup>a</sup>	7,47 <sup>b</sup>	67,60 <sup>a</sup>	13,08 <sup>a</sup>	2,40 <sup>a</sup>	6,93 <sup>a</sup>	62,52 <sup>b</sup>
CV (%)	4,75	2,65	1,62	7,72	6,26	9,41	1,95

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A maior qualidade do tratamento 30CM pode ser explicada pelo corte realizado deixando a parte inferior da planta como palhada remanescente. Esta parte, possui maior quantidade de lignina associada a tecidos estruturais, além dos teores de FDN serem maiores nos colmos que nas folhas (Ido, 1997), reduzindo também a digestibilidade (MINSON, 1990). No trabalho de Sunahara et al. (2015), trabalhando com capim Tifton 85 em diferentes alturas de corte para produção de feno, obtiveram qualidade superior no tratamento com 8 cm de altura de resíduo comparado à altura de 4 cm. Poczynek (2015), trabalhando com diferentes estratos de corte de sete forrageiras também observou maior qualidade nos estratos superiores do que nos inferiores.

Nos resultados da análise foliar da soja (Tabela 10), somente houve diferença estatística na quantidade de cálcio. Esse fato pode ter ocorrido pois a relação cálcio/magnésio do solo era diferente entre os tratamentos, sendo 3,24 no tratamento 7CM; 2,62 no tratamento 30CM e 2,17 no tratamento SC (Dados não publicados).

**Tabela 10.** Resultados da diagnose foliar da soja aos 70 dias nos diferentes tratamentos.

Altura de corte da aveia	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
7 centímetros	40,90 <sup>a</sup>	2,10 <sup>a</sup>	10,30 <sup>a</sup>	21,80 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>	45,10 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	151,50 <sup>a</sup>	174,40 <sup>a</sup>	67,60 <sup>a</sup>
30 centímetros	45,00 <sup>a</sup>	2,70 <sup>a</sup>	13,00 <sup>a</sup>	16,80 <sup>ab</sup>	4,10 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	40,90 <sup>a</sup>	10,70 <sup>a</sup>	168,30 <sup>a</sup>	143,60 <sup>a</sup>	69,60 <sup>a</sup>
Sem corte	43,60 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>	12,90 <sup>a</sup>	13,70 <sup>b</sup>	3,60 <sup>a</sup>	3,10 <sup>a</sup>	38,50 <sup>a</sup>	8,20 <sup>a</sup>	157,50 <sup>a</sup>	153,30 <sup>a</sup>	78,80 <sup>a</sup>
CV (%)	8,65	8,51	10,98	5,66	11,04	6,51	8,52	8,50	4,84	7,10	9,54

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Salvador et al. (2011), trabalhando com diferentes proporções no solo de cálcio e magnésio, chegaram à conclusão de que menores relações desses dois nutrientes podem diminuir a quantidade de cálcio na diagnose foliar. Um ponto relevante é que, segundo tabelas para análise foliar de soja sem pecíolo de Maeda et al. (2004), os resultados dos níveis de cálcio do presente experimento são todos classificados acima do nível suficiente para essa cultura. Já os níveis nitrogênio da diagnose foliar do presente experimento são classificados como baixos, porém bem próximos ao limite superior dessa classificação ( $45 \text{ g Kg}^{-1}$ ). Esse fato pode ser explicado pela soja não ter sido inoculada, porém, existir população microbiana fixadora de nitrogênio no solo de inoculações passadas ou provenientes do próprio ambiente (Campos et al., 2001). Apesar de no presente experimento ter ocorrido aplicação de adubação nitrogenada na implantação da soja, doses abaixo de  $20 \text{ Kg/ha}$  de nitrogênio na semeadura não causam prejuízo à fixação simbiótica (EMBRAPA, 2001).

Quanto a nodulação das raízes (Tabela 11), o tratamento SC obteve o maior número, porém o peso de nódulos foi igual no 30CM e SC. O maior peso de nódulos nos tratamentos com maiores quantidades de palhada, não influenciaram na quantidade de nitrogênio na análise foliar ou no desenvolvimento da planta (Tabela 10).

**Tabela 11.** Número e peso de nódulos provenientes da parte da coroa de raiz de soja.

<b>Altura de corte da aveia</b>	<b>Número de nódulos na coroa da raiz</b>	<b>Peso de nódulos na coroa da raiz (mg planta<sup>-1</sup>)</b>
7 centímetros	9,56 <sup>b</sup>	31,53 <sup>b</sup>
30 centímetros	9,96 <sup>b</sup>	55,55 <sup>a</sup>
Sem corte	12,36 <sup>a</sup>	53,11 <sup>a</sup>
CV (%)	12,38	29,99

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Segundo estudos de Bohrer e Hungria (1998), a massa de nódulos é um indicador mais apropriado que o número de nódulos para estabelecimento de uma simbiose eficiente. Nos resultados de Voss e Sidiras (1985), foram encontrados maior peso de nódulos nos sistemas com maior palhada devido a temperatura de solo e retenção de água que a palhada proporciona. Uma boa nodulação, na época do florescimento deve apresentar de 100 a 200 mg de nódulos secos por planta (Hungria et al., 2007), no presente experimento só foram analisados nodulação da coroa.

No desenvolvimento da soja em estágio R2 não houve diferença (P>0,05) nos tratamentos quanto a MS de parte aérea, MS de raiz e altura de planta (Tabela 12).

**Tabela 12.** Matéria seca (MS) de parte aérea, raiz e altura da soja posterior a aveia em diferentes cortes.

<b>Altura de corte da aveia</b>	<b>MS Parte aérea (g)</b>	<b>MS Raiz (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>
7 centímetros	143,33 <sup>a</sup>	16,83 <sup>a</sup>	0,83 <sup>a</sup>
30 centímetros	158,33 <sup>a</sup>	19,36 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>
Sem corte	142,50 <sup>a</sup>	15,29 <sup>a</sup>	0,85 <sup>a</sup>
CV (%)	19,82	17,80	4,56

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Não houve diferença (P>0,05) quanto ao número de plantas por metro linear, vagens por planta, grãos por vagem, peso de mil grãos com umidade corrigida a 13% e produtividade da soja nos diferentes tratamentos (Tabela 13). A produtividade da soja deste experimento foi superior à média da região Norte

Pioneiro que está na ordem de 3011,87 Mg ha<sup>-1</sup> (DERAL, 2016).

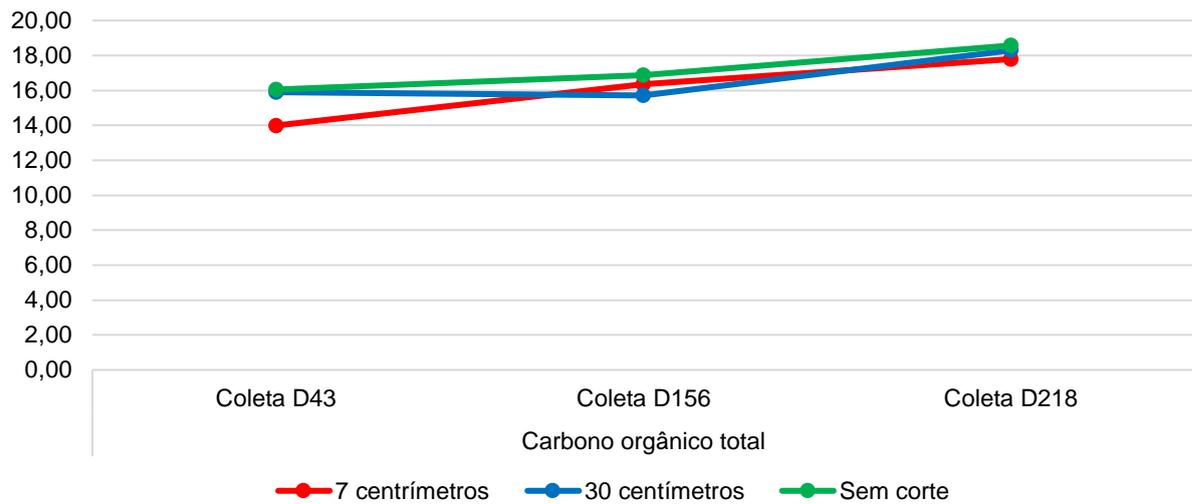
**Tabela 13.** Número de plantas por metro, vagens por planta, grãos por vagem, peso de mil grãos corrigido a 13% (P1000G 13%) e produtividade da soja em diferentes quantidades de palhada residual de aveia.

Altura de corte da aveia	Plantas por metro (n)	Vagens por planta (n)	Grãos por vagem (n)	P1000G 13% (g)	Produtividade (Mg ha <sup>-1</sup> )
7 centímetros	7,61 <sup>a</sup>	58,92 <sup>a</sup>	2,62 <sup>a</sup>	168,39 <sup>a</sup>	4,41 <sup>a</sup>
30 centímetros	7,44 <sup>a</sup>	54,12 <sup>a</sup>	2,61 <sup>a</sup>	166,57 <sup>a</sup>	3,94 <sup>a</sup>
Sem corte	7,50 <sup>a</sup>	56,72 <sup>a</sup>	2,60 <sup>a</sup>	147,39 <sup>a</sup>	3,58 <sup>a</sup>
CV (%)	12,41	9,97	4,02	10,85	19,67

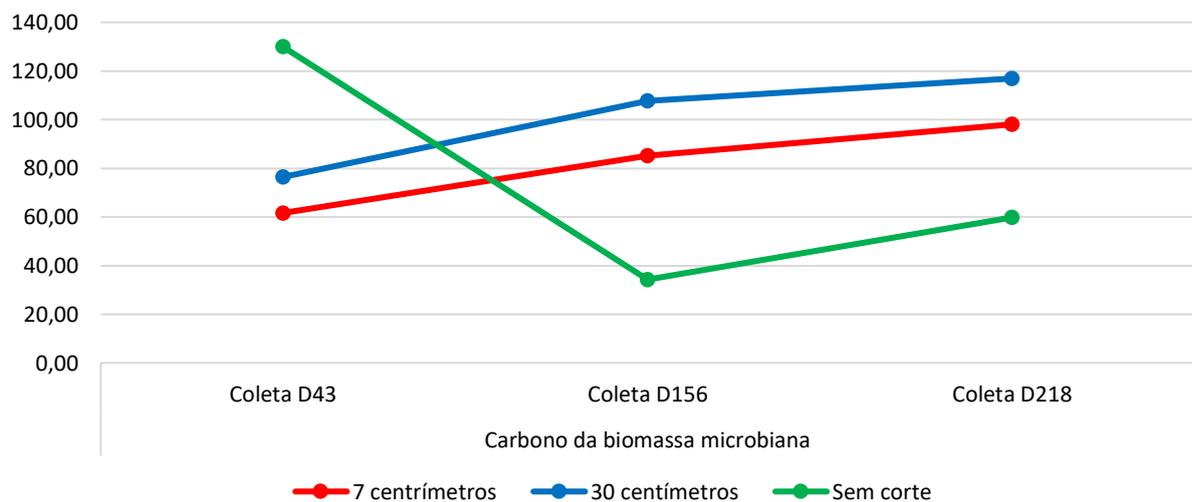
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Esses dados corroboram com os de Flores et al. (2007), Godoy et al. (2016) que utilizaram aveia preta como cobertura verde em diferentes alturas, não encontraram diferença no estabelecimento e rendimento de grãos de soja. Já no trabalho de Terra Lopes et al. (2009), utilizando diferentes quantidades de resíduo de aveia preta consorciada com azevém, encontraram diferença no estande de plantas nos tratamentos com maior palhada, porém não houve diferença estatística na produtividade.

Nos resultados dos indicadores microbiológicos, não houve diferença (P<0,05) entre as coletas e entre os tratamentos no indicador COT (Figura 10). Porém foi obtido diferença estatística no C-BMS (Figura 11). Segundo MATSUOKA et al., (2003), o C-BMS é mais sensível as variações de remoção da cobertura vegetal do que o teor de COT, sendo um indicador com maior sensibilidade das modificações do ambiente a curto prazo, ocorrendo antes das alterações dos teores de matéria orgânica.



**Figura 10.** Carbono orgânico total nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais.

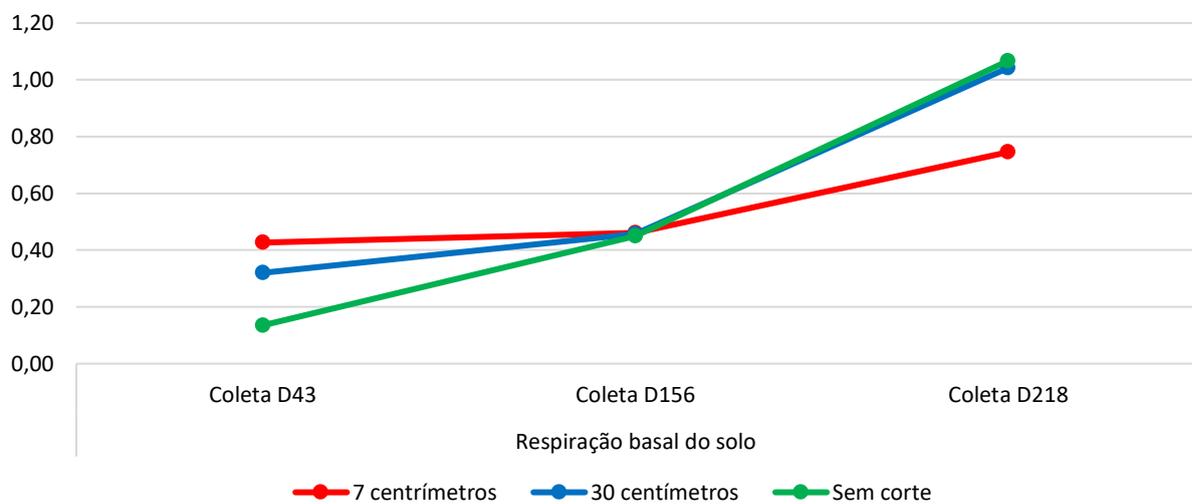


**Figura 11.** Carbono da biomassa microbiana nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais.

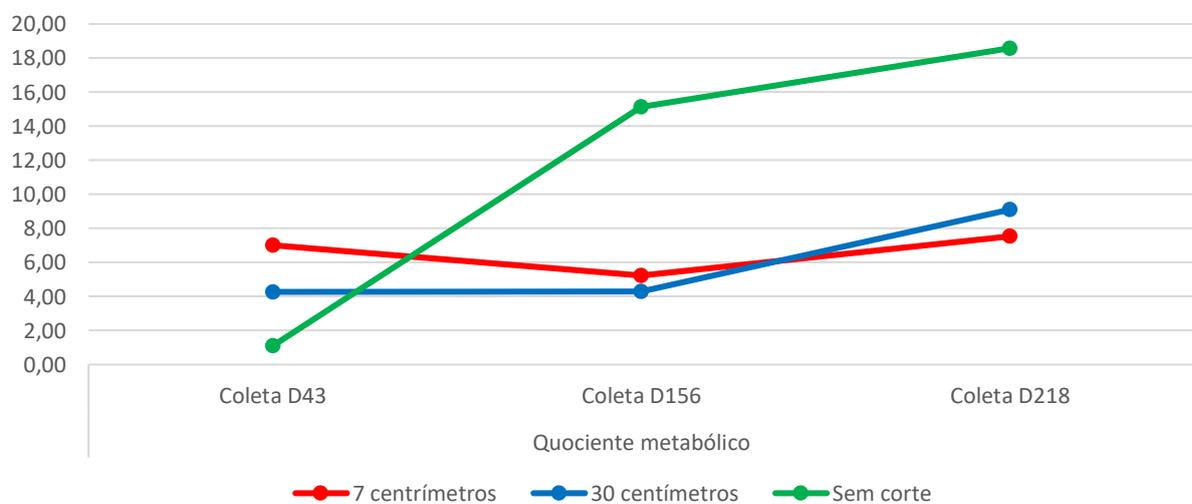
Na coleta D43, os maiores resultados de C-BMS indicam que no tratamento SC, houve estimulação positiva na biomassa microbiana devido a geração de micro habitats mais favoráveis aos microrganismos com menor flutuação de temperatura e umidade do solo (MATSUOKA et al., 2003). Bortoluzzi e Eltz (2000), estudando diferentes manejos mecânicos de palha de aveia preta, observaram que o manejo palha em pé obteve as menores temperaturas e maior teor de água no solo comparado ao palhada roçada e manejo sem palha, que seriam similares aos tratamentos 30CM e 7CM.

Ainda sobre a coleta D43, os mesmos fatores que afetaram o C-

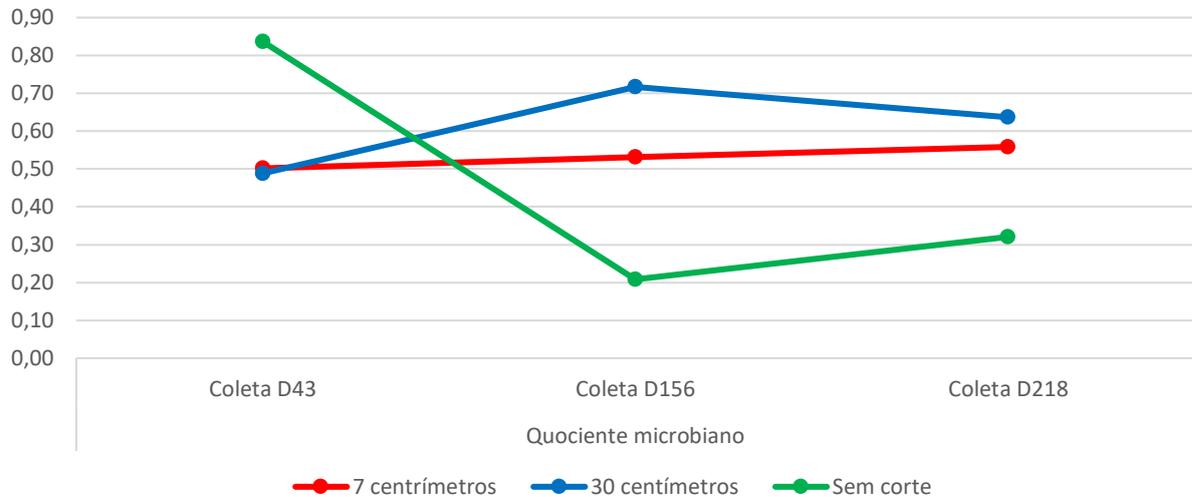
BMS, também podem ter afetado a RBS (Figura 12) e o  $qCO_2$  (Figura 13), onde os maiores valores de RBS e  $qCO_2$  nos tratamentos 7CM e 30CM, analisados conjuntamente, indicam distúrbios causados pela menor quantidade de palha nesses sistemas. A explicação é a maior utilização de carbono para fornecimento de energia para manutenção da comunidade microbiana (Carneiro et al., 2008). Já o valor de  $qMIC$  (Figura 14) diferiram devido a maior quantidade de C-BMS no tratamento SC. Segundo Kaschuk et al. (2010), há uma tendência, em condições favoráveis, do aumento do C-BMS e conseqüentemente o  $qMIC$  tende a aumentar.



**Figura 12.** Respiração basal do solo nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais.



**Figura 13.** Quociente metabólico nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais.



**Figura 14.** Quociente microbiano nos três momentos de coleta com diferentes palhadas residuais.

Nas coletas D156 e D218, ocorreu uma inversão de valores, onde no tratamento SC, os valores de C-BMS diminuíram, acarretando diminuição do qMIC, aumento da RBS e aumento de qCO<sub>2</sub>. As causas desse acontecimento não estão bem esclarecidas, porém, podem ser atribuídas ao fato da maior quantidade de palhada de aveia no tratamento SC possuir maior quantidade de escopoletina, substância alelopática da aveia preta ter influenciado estes microrganismos.

Isso não ocorreu na coleta D43 pois a palhada residual nesse período ainda estava em pé (Figura 15), somente na coleta D156, após o plantio da soja, que essa palhada veio a ter maior contato direto com o solo (Figura 16). Bortoluzzi e Feltz (2000), quando realizaram trituração ou forçaram maior contato da palhada de aveia com o solo, ocorreu maior decomposição dos tecidos, a palhada de aveia em pé obteve maior taxa de degradação no período após o plantio da soja.



**Figura 15.** Parcela do presente experimento no dia da coleta D43.



**Figura 16.** Palhada nos diferentes tratamentos no dia da coleta D156.

Simões et al. (2008), estudando substâncias antifúngicas em sementes de leguminosas, relata que a escopoletina inibe crescimentos de vários fungos patogênicos. Ferreira et al. (2012) estudando escopoletina no controle de *Xanthomonas axonopodis* (bacteriose do maracujá), relaram que em todas as concentrações houve inibição completa. Segundo Moreira e Siqueira (2006), a escopoletina em baixa concentração estimula colonização do trevo, porém em altas

concentrações causa efeito inibitório. Silva (2007), utilizando de extratos de *Ixora brevifolia*, dentre os compostos isolados, a escopoletina mostrou melhor concentração inibitória mínima, inibindo quatro cepas de *Cryptococcus neoformans*. Não há estudos sobre o efeito da maior ou menor concentração de palhada residual de aveia preta sobre os indicadores microbiológicos de solo.

Na estimativa financeira (Tabela 14), no tratamento 7CM houve maior produção de feno de aveia que o 30CM devido as alturas dos cortes gerando conseqüentemente maior receita feno. Os custos também diferiram devido ao número de fardos de feno produzidos com 313 para o tratamento 7CM e 167 para o tratamento 30CM, a maior receita adicional ocorreu no tratamento 7CM.

**Tabela 14.** Estimativa financeira do lucro adicional obtido com a venda do feno descontadas despesas de fenamento, diferença de sacas de soja na receita adicional entre os tratamentos e lucro líquido adicional obtido com a diferença de produção e venda do feno.

Altura de corte	Produção de Feno 15% MS (Mg ha <sup>-1</sup> )	Lucro bruto do feno (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Custo fenamento (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Lucro líquido feno (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Sacas de soja (SC ha <sup>-1</sup> )	Diferença de sacas de soja (SC)	Receita Soja adicional (R\$)	Lucro líquido adicional (R\$ ha <sup>-1</sup> )
7CM	3,13	1296,42	414,40	882,02	73,58	13,97	977,90	1859,92
30CM	1,67	691,70	268,40	423,30	65,67	6,06	424,20	847,50
SC	0,00	0,00	0,00	0,00	59,61	0,00	0,00	0,00

Na soja, o tratamento 7CM também obteve maior receita adicional devido a quantidade produzida por hectare nos diferentes tratamentos. No lucro líquido adicional a situação também se repetiu.

## 6. CONCLUSÃO

A aveia para produção de feno cortada a trinta centímetros do solo possui qualidade nutricional superior ao cortado a 7 centímetros do solo.

O desenvolvimento e produtividade da soja não foi afetado nas diferentes alturas de palhada residual de aveia.

Os microrganismos do solo responderam melhor no tratamento SC na coleta D43 devido a quantidade de palhada residual, porém nas coletas D156 e D218, os microrganismos do solo do tratamento SC tiveram maior estresse possivelmente afetados pelas substâncias alelopáticas liberadas pela degradação da palhada de a veia preta, fato que carece de mais estudos.

Na soja há uma forte evidência de redução de produtividade pela influência da população microbiana.

O processo de corte da aveia para produção de feno aumentou o lucro líquido da área.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar de ser um estudo de somente uma sucessão de aveia e soja, os resultados do presente experimento, local e ano indicam que esse manejo se torna interessante pois permite ao produtor rural um incremento na fonte de renda com produção de feno e assim aumentar a rentabilidade sem alterar a produtividade da soja. A aplicabilidade técnica e recomendação é a rotatividade da área a ser realizada o feno dentro da propriedade rural em cada safra através de um cronograma bem definido.

## 8. REFERÊNCIAS

ALEF, K. & NANNIPIERI, P., eds. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London, Academic Press, 1995. 576p.

ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C.D.S.S. (Ed.). **Soja: doenças radiculares e de hastes e interações com o manejo do solo e da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 399 p.

ALVES, A. R.; PASCOAL, L. A. F.; CAMBUÍ, G. B.; TRAJANO, J. S.; SILVA, C. M.; GOIS, G. C. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **PUBVET**. v. 10, p. 568-579, 2016.

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 33, p 341-347, 2011.

AMES, J. P. **Sistemas de produção de feno de capim tifton 85 no inverno**. 2012. 87 f. Dissertação de mestrado-Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2012.

ANDA. **Principais indicadores do setor fertilizante**. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>> Acesso em: 3 Dez. 2017.

ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. The metabolic quotient ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to asses the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biol. Biochem.**, 25:393-395,1993.

ANDERSON, T. H., DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients ( $qCO_2$  and  $qD$ ) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, p. 251-255, 1990.

ANDRADE, A. G. de; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, S. M. de. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Documentos 13, EMBRAPA Solos: Rio de Janeiro, 1999.

BRANDELERO, E.M.; PEIXOTO, C.P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, p.581-588, 2009.

BATTISTUTUS, A. G.; VORPAGEL, J. A.; OLIVEIRA, T. L.; GEWARTH, V. A.; BULEGON, L. G.; Utilização de extrato de aveia preta (*Avena strigosa*) no desenvolvimento inicial de alface (*Lactuca sativa*) visando melhor qualidade das plantas. Congresso Brasileiro de Agroecologia, VII **Anais...** Fortaleza, 2011.

BAUMGRATZ, E. I.; MERA, C. M. P.; FIORIN, J. E.; CASTRO, N. L. M.; CASTRO, R. Produção de trigo – a decisão por análise econômico-financeira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 3, p. 8-21, 2017.

BOHRER, T.R.J.; HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.937-952, 1998.

BORKERT, C.M.; GAUDENCIO, C.A.; PEREIRA, J.E; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA, A. J. Mineral nutrients in the shoot biomass of soil cover crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.1, p.143-153, 2003.

BORTOLINI, M. F.; FORTES, A. M. T. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine max* L.Merrill). **Semina**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 5-10, 2005.

BORTOLUZZI, E. C. & ELTZ, F. L. F. Manejo da palha de aveia preta sobre as plantas daninhas e rendimento de soja em semeadura direta. **Ciência Rural**. v.31, n. 2, p. 237-243, 2001.

BUBLITZ, U. **Evolução do sistema plantio direto no paraná**. Disponível em: <[http://febraSPDp.org.br/download/EVOLUCAO\\_DO\\_SPD\\_NO\\_PARANA\\_2014.SPDf](http://febraSPDp.org.br/download/EVOLUCAO_DO_SPD_NO_PARANA_2014.SPDf)> Acesso em: 2 Dez. 2017.

CAMPOS, B. C.; HUNGRIA, M.; TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de N<sub>2</sub> por estirpes de *bradyrhizobium* na soja em plantio direto. **Revista Brasileira de ciência do solo**, 25: 583-592, 2001.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa microbiana e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 621-632, 2008.

CARVALHO, P.C. de F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. de; SOUZA, E.D. de; SULC, R.M.; ANG, C.R.; FLORES, J.P.; LOPES, M.L.T.; SILVA, J.L. da; CONTE, O.; WESP, C. de L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, C.B. Managing grazing animals to

achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.88, p.259-273, 2010.

CARVALHO, A. M., BUSTAMANTE, M. M. C., SOUSA JUNIOR, J. G. A., VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 2831-2838, 2008.

CARDOSO, C. O.; FARIA, R. T.; FOLEGATTI, M. V. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina – PR utilizando o modelo Ceres-Maize. **Engenharia Agrícola**, 24: 291–300, 2004.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 221 p

CAVALHEIRO, T.; FURINI, P. M.; FRANCO, M. R.; PAULI, D. M.; SILVA, M. A.; PORTO, P. P. Produção de aveia em diferentes dosagens de nitrogênio na região Norte do Paraná. SIMPAPASTO, **Anais...** Maringá, 2011.

CHAGNON, P. L.; BRADLEY R. L.; MAHERALI, H.; KLINOROMOS, J. N. A trait-based framework to understand life history of mycorrhizal fungi. **Trends in Plant Science**. 18, 484–491, 2013

COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. MORRE, K.J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.1995. p.67-89.

CONAB, **A produtividade da soja: análise e perspectivas**. Compêndio de estudos CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento: Brasília, 2017a.

CONAB, 2017b. **Custos de produção**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_07\\_10\\_10\\_59\\_07\\_custos\\_verao\\_mar\\_2017.xls](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_10_10_59_07_custos_verao_mar_2017.xls)> Acesso em: 10/12/2017

CORDEIRO, L. A. M., VILELA, L. A. M., MARCHAO, R. L., KLUTHCOUSKI, J., MARTHA JUNIOR, G. B. M Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 32: 15-53, 2015.

COSTA, E. A., GOEDERT, W. J., DE SOUSA, D. M. G.. Variabilidade espacial de

atributos físicos de solo coeso sob sistemas de manejo convencional e de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 1185-1191, 2006.

COSTA, F. S., ALBUQUERQUE, J. A., BAYER, C., FONTOURA, S. M. V., WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27: 527-535, 2003.

CUNHA, G.R. da; HAAS, J.C.; MALUF, J.R.T.; CARAMORI, P.H.; ASSAD, E.D.; BRAGA, H.J.; ZULLO JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGE, M.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e época de semeadura para o trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.400-414, 2001.

CUNHA, G. R. da; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; HASS, J. C.; MALUF, J. R. T.; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A. Regiões para trigo no Brasil: ensaios de VCU, zoneamento agrícola e época de semeadura, p. 27 - 40. In.: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L; CUNHA, G. R. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2011. 488 p.

DAN, H. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; DAN L. G. M.; BRAZ G. B. P.; BALBINOT E.; SOUSA F. G.; REIS R. H. P. Controle de plantas daninhas em sistemas de cultivo consorciados. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 11: 108-118, 2012.

DE ALMEIDA, G. D.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN M. C.; COELHO, I.; SOBREIR, F. M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Facultad Nacional de Agronomia**, 61: 4237-4247, 2008.

DERAL, 2015. **Valor bruto de produção rural paranaense – 2015**. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/VBP\\_2015\\_AnaliseCompletaVD.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/VBP_2015_AnaliseCompletaVD.pdf)> Acesso em: 13/02/2018.

DERAL, 2016. **Valor bruto de produção do ano de 2016**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/RelMunicipal20162versao.pdf>> Acesso em: 13/02/2018.

DE SOUZA, E. D., COSTA, S. E. V. G., LIMA, C. V. S., ANGHIONI, I., MEURER, E. J., CARVALHO, P. C. F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em

plântio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 1273-1282, 2008.

DERPSCH, R., SIDIRAS, N., HEINZMANN, F. X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 20: 761-773, 1985.

DIAS-FILHO, M. B. 2014. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402).

DOMIT, L. A., OKUMURA, R. S., BARBOSA, G. M. C., HIGASHIBARA, L. R., DALBOSCO, M., MARIANO, D. C., ZORZENONI, T. O, GUIMARAES, M. F. Tempo de adoção do sistema plântio direto e a relação com atributos do solo. **Agrarian**. 7: 560-569, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, safra 2001/2002**. Dourados: EMBRAPA/CPAO, 2001. p.28. (Sistemas de Produção, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, 6: 36:41, 2008.

FERREIRA, S.C.; ISHIDA, A.K.N.; SOUZA FILHO, A.P.; SILVA, C.T.B.; MONTEIRO, L.L.S.; DUARTE, P.R.M. Atividade antimicrobiana de escopoletina sobre *Xanthomonas axonopodis* pv. *Passiflorae*. In: II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2012, Belém. **Anais do II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**, 2012.

FLARESSO, J. A., GROSS, C. D., ALMEIDA, E. X. Época e Densidade de Semeadura de Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30: 1969-1974, 2001.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 771-780, 2007.

FLOSS, E. L., PALHANO, A. L, SOARES FILHO, C. V., PREMAZZI, L. M. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 29: 1-7, 2007.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; MORI, C. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos com pastagens, sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, 36: 51-57, 2006.

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

FRANCHINI, J. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; JUNIOR, A. A. B.; SICHIERI, F.; PADULIA, R.; DEBIASI, H.; MARTINS, S. S. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Noroeste do Paraná**. Circular Técnica 86, EMBRAPA Soja: Londrina, 2011.

FURINI, P. M.; CAVALHEIRO, T.; PAULI, D. M.; FRANCO, M. R.; SILVA, M. A.; GITSIO, C. F. K. T. S. Avaliação da produtividade de aveia preta sob adubação orgânica e mineral em Bandeirantes PR. In: Simpósio de produção animal a pasto. **Anais...** Maringá, 2011.

GALETTO, S. L. **Manejo do fósforo na fase inicial de adoção do sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto**. 2013. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

GASQUES, J. G., CONCEIÇÃO, J. N. P. R. da. **Crescimento e produtividade da agricultura brasileira**. (Texto para Discussão, 502). Rio de Janeiro: IPEA, 1997.

GAZZONI, D. L. Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050?. **Ciência e Cultura**, 69: 33-38, 2017.

GODOY, G.; CASTAGNARA, D. D.; OLIVEIRA, P. S. R.; RAMPIN, L.; LIMA, P. R. Propriedades físicas do solo e desempenho da soja em sucessão à aveia sob diferentes manejos. **Applied Research & Agrotechnology**, 9: 65/72, 2016.

GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U.; BRANCO, A. F. Determinação do Consumo, Digestibilidade e Frações protéicas e de Carboidratos do Feno de Tifton 85 em Diferentes Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32: 804-813, 2003.

GOOGLE EARTH. Version 7.3.1.4507. Disponível em:  
<<https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>> Acesso em: 15/02/2018

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Documentos, 283, EMBRAPA Soja: Londrina, 2007.

IDO, O.T. **Efeito de diferentes ofertas de forragem sobre a produção e a qualidade de uma pasto de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) associada com leguminosas de inverno, na Região Sul do Paraná**. Curitiba, PR: UFPR, 1997. 81p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, 1997.

IBGE. **Sidra - Banco de tabelas estatísticas**. Disponível em:  
<<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612> IBGE 2016> Acesso em: 8 Dez. 2017.

JESUS, E.C., MARSH. T.L., TIEDIE; J.M., MOREIRA, F.M.S. Changes in land use alter the structure of bacterial communities in Western Amazon soils. **The ISME Journal** 3: p. 1004–1011. 2009.

JUNIOR, R.C.; DE ARAÚJO, A.G.; LLANILLO, R. F. 2012. **No-till agriculture in southern Brazil. Factors that facilitated the evolution of the system and the development of the mechanization of conservation farming**. FAO, Rome and IAPAR, Brazil. 77 pp.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p. 1-13, 2010.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso da aveia como planta forrageira**. Campo Grande: Embrapa Pecuária de Corte, 2000. Divulga n.45.

KLUTHCOUSKI, J., STONE, L. F., AIDAR, H.. **Integração Lavoura Pecuária**. 1. ed.

Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MÜLLER, M. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 21-33.

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

Langemeier, M., and E. Lunik. "**International Benchmarks for Corn Production.**" *farmdoc daily* (5):207, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign, November 6, 2015.

LAZZAROTTO, C. **Época de semeadura e riscos climáticos para o milho da safra outono-inverno, no sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 3 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 70).

LIMA, E. A., COELHO, F. C., LIMA, A. P., DORNELLES, M. S., GARCIA, R. F. Semeadura direta de soja sobre diferentes plantas de cobertura e manejos de palhada, na região Norte Fluminense. **Revista Ceres**, 56: 790-795, 2009.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GASPARINI, A. S.; GOMES, C. F.; NUNES, C. M. Microbiological, chemical and physical Attributes of soil under different crop systems and Cerrado conditions. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41: p. 20-28, 2011.

MACEDO JÚNIOR, G. L.; ZANINE, A. M.; BORGES, I.; OLALQUIAGA PÉREZ, J. R. O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 7-17, 2007.

MACHADO, L.A.Z. **Aveia: forragem e cobertura do solo**. Dourados: Embrapa-CPAO, 2000. (Embrapa-CPAO. Coleção Sistema Plantio Direto, 3

MAEDA, S.; LIMA FILHO, O. F. DE; FABRÍCIO, A. C. **Análise de amostras de folha de soja: com ou sem pecíolo?** Comunicado Técnico 96. Embrapa. Dourados,

2004. 6 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba. POTAFÓS, 1997. 319 p.

MAPA. **Projeções do agronegócio, Brasil 2016/17 a 2026/27**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2017-a-2027-versao-preliminar-25-07-17.pdf>> Acesso em: 12 Fev. 2017.

MATSUOKA, M., MENDES, I., LOUREIRO, M. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de primavera do leste (MT). **Journal of Soil Science**. 27: 425-433, 2003.

MELO, F. H. A composição da produção no processo de expansão da fronteira agrícola brasileira. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 5, n. 1, 1985.

MENDES, I. C.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; REIS JUNIOR, F. B. Biological functioning of brazilian cerrado soils under different vegetation types. **Plant and Soil**, v. 359, p. 183-195, 2012.

MENDONÇA, V. Z. **Consociação de milho com forrageiras: produção de silagem e palha para plantio direto de soja**. 2012. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual Paulista.

MENEZES, L. A. S. **Alterações de propriedades químicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura**. 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

MINSON, D.J. 1990. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press. 483p.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. n: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1., 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.3-42.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.

NASCIMENTO, M. R., JAEGGI, M. E. P. C., SALUCI, J. C. G., GUIDINELLE, R. B.,

PEREIRA, I. M., ZACARIAS, A. J., RODRIGUES, R. R., DA SILVA, S. F., SOUZA, M. N. Efeito da adubação verde na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Univap**, 22: 698-699, 2016.

NERES, M. A., NATH, C. D.; SUNAHARA, S. M. M. Cenário da produção e comercialização de feno e pré-secado no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...VI** p. 241-270, 2017.

NERES, M. A., AMES, J. P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, 14: 10-17, 2015.

ONU. **World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100**. Disponível em:

<<http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2017/06/world-population-projected-to-reach-9-8-billion-in-2050-and-11-2-billion-in-2100-says-un/>> Acesso em: 4 Dez. 2017.

PEREIRA, A.A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L.M. de O.; CAMPO, R.J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1397-1412, 2007.

PEREIRA, R. R. **Soja em sucessão ao consórcio de milho com capim-marandu e/ou guandu-anão em sistema integrado de produção agropecuária**. 2018. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual Paulista.

POCZYNEK, M. Produção e bromatologia de espécies forrageiras perenes estivais, colhidas em diferentes estratos. 2015. 79 f. Dissertação de mestrado-Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2015.

PRIMAVESI, A. C.; RODRIGUES, A. de A.; GODOY, R. **Recomendações técnicas para o cultivo de aveia**. Boletim de pesquisa n 6. Embrapa. São Carlos, 2000. 39 p.

REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I. C. **Biomassa microbiana do solo**. Brasília: Embrapa Cerrados, 40 p., 2007.

REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. 2013. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1.ed. Jaboticabal: Brandel, 714p.

RIBEIRO, J. A.; CAMPOS, A. D. Efeito alelopático da aveia como herbicida natural – Revisão bibliográfica. Reunião da comissão organizadora brasileira de pesquisa em aveia, XXXIII. **Anais...** Pelotas, 2013.

RIBEIRO, L. S., OLIVEIRA, I. R., DANTAS, J. S., SILVA, C. V., SILVA, G. B., AZEVEDO, J. R. Variabilidade espacial de atributos físicos de solo coeso sob sistemas de manejo convencional e de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51: 1699-1702, 2016.

RIBEIRO, S. L. M. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas contendo feno de Tifton 85 (Cynodon spp) e níveis crescentes de farelo de canola (Brassica spp) ou farelo de canola expandido**. 2007. Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Universidade Federal de Minas Gerais.

RICE, E.L., **Allelopathy**. 2ª edição. New York, EUA: Academic Press, 1984. 422 p.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja a temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 3, n. 36, p. 431-437, 2001.

SÁ, J. C. M, FERREIRA, A. O., BRIEDIS, C., VIEIRA, A. M., FIGUEIREDO, A. G. Produção de grãos de genótipos de milho em diferentes quantidades de palha de aveia-preta em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34: 1207-1216, 2010.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SANTOS, D. R. DOS; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, 38: 576-586, 2008.

SANTOS, H. P.; SPERA, S. T.; FONTANELI, R. S.; LOCATELLI, M.; SANTI, A. Alterações edáficas decorrentes de diferentes manejo de solo e rotação de culturas em Latossolo sob condições subtropicais. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 4, p. 233-240, 2015.

SANTOS, P. S., AZEVEDO, D. B., ALVES, L. G. S., MAGALHÃES, L. L. K. Modelos tecnológicos aplicados na agropecuária brasileira e suas dimensões sociotécnicas e ambientais. **Desafio Online**. 5: 220-241, 2017.

SCOLARI, D. D. G. Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil. IN: **VISÃO PROGRESSISTA DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**. Brasília, DF: Fundação Milton Campos, 2006. p. 9-86 (Revista da Fundação Milton Campos, n. 25).

SBRISSIA, A. F., DUCHINI, P. G., ECHEVERRIA, J. R., MIQUELOTO, T., BERNARDON, A. F., AMERICO, L. F. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, 25: 47-60, 2017.

SCHEEREN, P.L.; CUNHA, G.R.; QUADROS, F.J.S. de; MARTINS, L.F. **Efeito do frio em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 57).

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de fósforo em solos cultivados sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 2037-2049, 2008.

SILVA, A. C.; LIMA, É. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In : ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 5. 2011, Florianópolis, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: APEC, 29 abr. 2011.  
SILVA, J. P.; DUCCINI, C. S.; SOUZA, E. C.; NEVES, V. C.; PASIN, L. A. P. Efeito alelopático *In Vitro* de *Malva sylvestris* e *Artemisia camphorata* na germinação e desenvolvimento de sementes de Petúnia (*Petunia integrifolia*). In: Congresso de Ecologia do Brasil, VIII. **Anais...** Caxambu, 2007.

SILVA, M. B.; KIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 42, n.12, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, R. A. Constituintes químicos e avaliação da atividade antifúngica de *Ixora brevifolia* Benth. (Rubiaceae). *Revista de Biologia Neotropical*. 4: 165-166. 2007

SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURTI, N.; ALIVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34: 1585-1592, 2010.

SILVA, V. P.; ALMEIDA, F. Q.; MORGADO, E. S.; FRANÇA, A. B.; VENTURA, H. R.; RODRIGUES, L. Z. Digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos

determinada pela técnica dos sacos móveis em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38: 82-89, 2009.

SIMÕES, K. **Substâncias fitotóxicas em sementes de leguminosas que acumulam galactomanano e xiloglucano como carboidratos de reserva de parede celular**. 2008. 239 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SIX, J., FELLER, C., DENEFF, K., OGLE, S., AS, J. C. M., ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils - Effects of no-tillage. **Agronomie**, 22: 755-775, 2002.

SUNAHARA, S. M. M. **Valor nutricional, fracionamento de carboidratos e proteína em feno de capim tifton 85 sob duas alturas de corte e tempos de armazenamento**. 2015. 69 f. Dissertação de mestrado-Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

TERRA LOPES, M. L., CARVALHO, P. C. F., ANGHINONI, I., DOS SANTOS, D. T., AGUINAGA, A. A. Q., FLORES, J. P. C., MORAES, A. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, 39: 1499-1506, 2009.

TOKURA, L.K. & NÓBREGA, L.H.P. Alelopatia em cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 28:379-384, 2006.

TORRES, J. L. R., FABIAN, A. J., PEREIRA, M. G., ANDRIOLI, I. Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação milho-soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, 12: 107-113, 2006.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em 10/02/2018.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biol. Biochem.**, 19:703-707, 1987.

VASCONCELOS, N. J.; ALVES, M. J.; MENEGUETTI, C. F.; MANNIGEL, A. R. Efeito alelopático da aveia (*Avena Strigosa*) e influência do tamanho de manivas sobre o teor de amido na cultura da mandioca (*Manihot succulenta* Crantz). Mostra Interna de trabalhos de iniciação científica. VI **Anais...** Maringá, 2012.

VIEIRA, P. C. Impactos do programa PISA - **Produção Integrada de Sistemas Agropecuários em propriedades Leiteiras do Rio Grande do Sul**. Tese de Mestrado em Zootecnia - Faculdade de Agronomia, UFRGS. Porto Alegre, p. 47. 2015.

VOSS, M. & SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 20: 775-782, 1985.

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C.; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.

WORLDBANK. **Arable Land (Hectares)**. Disponível em:  
<<https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA>> Acesso em: 4 Dez. 2017.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, 2014. v.1, p.59-168.

WREGGE, M. S., CARAMORI, P. H., GONÇALVES, A. C. A., BERTONHA, A., CAVIGLIONE, J. H., FARIA, R. T., FERREIRA, R. C., FREITAS, S. L., GONÇALVES, S. L. Ocorrência da primeira geada de outono e última de primavera do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n. 1, p. 143-150, 2004.