



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
*CAMPUS PATO BRANCO*  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



MARCIA FERNANDA FRANCHIN

**INTENSIDADES DE PASTEJO E MECANISMOS SULCADORES  
SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO MILHO NO SISTEMA DE  
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2011

MARCIA FERNANDA FRANCHIN

**INTENSIDADES DE PASTEJO E MECANISMOS SULCADORES  
SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO MILHO NO SISTEMA DE  
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Pato Branco*, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção vegetal.

Orientador: Dr. Alcir José Modolo  
Co-Orientador: Dr. Evandro Marcos Kolling

PATO BRANCO

2011

F816i Franchin, Marcia Fernanda  
Intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores sobre o desenvolvimento do milho no sistema de integração lavoura pecuária / Marcia Fernanda Franchin. Pato Branco/PR, 2011. xi, 99 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo  
Co-orientador: Prof. Dr. Evandro Marcos Kolling  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2011.

Bibliografia: f. 62 – 76

1. Carga animal. 2. Mecanismos sulcadores. 3. Produção de milho. I. Modolo, Alcir José, orient. II. Kolling, Evandro Marcos, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD: 630



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Pato Branco  
Gerência de Ensino e Pesquisa  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



## TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n° 041

### INTENSIDADES DE PASTEJO E MECANISMOS SULCADORES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO MILHO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA- PECUÁRIA

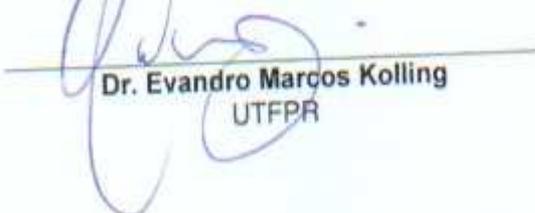
por

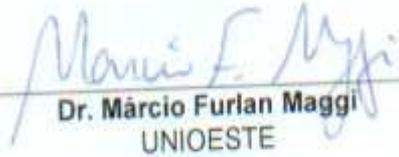
MARCIA FERNANDA FRANCHIN

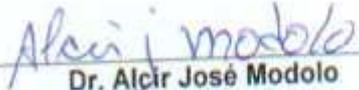
Dissertação apresentada às quatorze horas do dia vinte e oito de fevereiro de dois mil e onze, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Integração Lavoura-Pecuária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Pato Branco*. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho *APROVADO....*

Banca examinadora:

  
Dr. João Cleber Modernel da Silveira  
IFGO

  
Dr. Evandro Marcos Kolling  
UTFPR

  
Dr. Márcio Furlan Maggi  
UNIOESTE

  
Dr. Alcir José Modolo  
UTFPR  
Orientador

Visto da Coordenação:

  
Prof. Dr. Idemir Citadin  
Coordenador do PPGAG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus.

A pessoa que tanto amo: Paulo, meu esposo, que com muito carinho e dedicação me ajudou e deu forças nesta caminhada.

Aos meus pais, Aurélio e Iraci, pelo apoio, carinho e pelas inúmeras vezes que me ajudaram.

Aos meus irmãos: Eliane, Marcos e Rosana, pelo apoio.

Ao meu orientador, professor Dr. Alcir José Modolo, por me ajudar na elaboração e no desenvolvimento deste trabalho, pelo tempo dedicado e principalmente pela sua amizade e apoio.

À UTFPR por disponibilizar excelentes professores, ensino gratuito com qualidade.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelos ensinamentos ministrados, os quais contribuíram significativamente para meu engrandecimento pessoal e profissional.

Aos colegas da Pós-Graduação e amigos, em especial ao Laércio Ricardo Sartor, que muito me ajudou para a conclusão deste trabalho.

Aos bolsistas Marina Scarsi, Ricardo Carnieletto e Maicon Sgarbossa pela colaboração.

A CNPQ pelo apoio financeiro concedido e indiretamente a todos os brasileiros que pagam seus impostos e permitem a disponibilização deste recurso.

À EMBRAPA, principalmente ao pesquisador João de Mendonça Naime.

A todos que de forma direta ou indireta me auxiliaram.

## RESUMO

FRANCHIN, Marcia Fernanda. Intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores sobre o desenvolvimento do milho no sistema de integração lavoura-pecuária. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

A intensidade de pastejo em áreas de plantio direto apresenta influência direta sobre o rendimento do sistema integração lavoura-pecuária por afetar a produção animal e vegetal, tanto positiva quanto negativamente. Estes efeitos podem ser amenizados pelo uso de semeadoras-adubadoras de plantio direto dotadas de diferentes mecanismos sulcadores que podem interagir a favor da planta cultivada otimizando a sua produtividade. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar diferentes intensidades de pastejo e a influência de mecanismos sulcadores sobre o desenvolvimento do milho no sistema de integração lavoura-pecuária. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas principais constituíram as diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo; 35 x 15; 30 x 10 e 25 x 5 cm, respectivamente para as alturas de entrada e saída dos animais dos piquetes) e nas subparcelas os dois mecanismos sulcadores (facão e disco duplo). Para ajuste das alturas de pastejo foram utilizadas vacas da raça holandesa com peso vivo médio de 500 kg em pastejo intermitente. As alturas de entrada e saída dos animais da pastagem diferiram entre todas as intensidades de pastejo. A caracterização física do solo foi realizada antes e após o período de pastejo (96 dias de pastejo). Após a semeadura do milho, para a avaliação da influência das diferentes intensidades de pastejo e dos mecanismos sulcadores, os seguintes parâmetros foram analisados: profundidade de deposição de sementes, área de solo mobilizada, índice de velocidade de emergência, diâmetro de colmo, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, componentes de rendimento e produtividade. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que: A taxa de acúmulo da aveia teve valores de 56,75; 41,9; 41,31 e 32,74 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e a produção total foi de 7.548, 5.531, 5.494 e 4.322 kg de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente para os tratamentos Sem Pastejo, 35 x 15, 30 x 10 e 25 x 5 cm. As intensidades de pastejo afetaram a densidade do solo, sendo os maiores valores encontrados nas maiores intensidades. A área de solo mobilizada e a profundidade de semeadura diferiram entre mecanismos sulcadores, apresentando valores superiores quando se utilizou o sulcador facão. A dinâmica da produção do milho foi afetada pelas intensidades de pastejo e pelos mecanismos sulcadores. Para o mecanismo sulcador tipo disco, a produtividade diminuiu linearmente com o aumento das intensidades de pastejo, apresentando diferença de 942 kg ha<sup>-1</sup> entre os tratamentos Sem Pastejo e a maior intensidade de pastejo (25 x 5 cm). Esta diferença foi amenizada com o uso do mecanismo sulcador facão, caindo para 324 kg ha<sup>-1</sup>, no entanto, este tratamento (25 x 5 cm) apresentou produtividade inferior às demais intensidades de pastejo, comprovando o efeito negativo de altas intensidades de pastejo sobre a densidade do solo e a produtividade da pastagem e do milho.

**Palavras-chave:** aveia+azevém, componentes de rendimento, intensidade de pastejo, mecanismos sulcadores, milho.

## ABSTRACT

FRANCHIN, Marcia Fernanda. Grazing intensity and seed drills on corn development in an integrated crop-livestock system. 99 f. Dissertation (Master's in Agronomy) – Program of post graduation in Agronomy (Field of study: Vegetable Production), Federal Technologic University of Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2011.

Grazing intensity in no-till areas influences the yield of the crop-livestock system both positively or negatively. Furthermore, these effects can be mitigated by the use of no-till seed planter equipped with different drills which can interact in favor of the crops optimizing its productivity. Thus, this study aimed to evaluate different grazing intensities and the influence of seed drills on the development of the corn crop in integrated crop-livestock. The experiment was laid out as random block design in a split-plot design with four replications. Main plots refer to the grazing intensities (ungrazed, 35 x 15, 30 x 10 and 25 x 5 cm of height respectively to the entrance and exit of the animal from the paddocks) and the subplots, the seed drills (double disc and knife). To adjust the wanted forage heights were used dairy cows with average live weight of 500 kg with an intermittent grazing. Real pasture heights of entrance and exit of animals from pasture differed among all grazing intensities. Soil traits were evaluated before and after the grazing period (96 days). After the corn sowing, to evaluate the influence of different grazing intensities and seed drills, the following parameters were assessed: depth of seed deposition, soil area mobilized, rate of emergence, stem diameter, height of plants and height of first ear, yield components and productivity. According to the results, it can be concluded that: Forage accumulation rate showed values of 56.75, 41.9, 41.31 and 32.74 kg of MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, and total production was of 7,548, 5,531, 5,494 and 4,322 kg ha<sup>-1</sup> of DM respectively for the ungrazed treatment, 35 x 15, 30 x 10 and 25 x 05 cm. Grazing intensities affected the soil density. The area of mobilized soil and seeding depth differed between seed drills being higher to the knife drill. Corn grain yield dynamics were affected by the grazing intensities and seed drills. Corn yield decreased as the grazing intensities increased to the double disc seed drill mechanism with a difference of 942 kg ha<sup>-1</sup> between the treatments without grazing and the highest grazing intensity (25 x 5 cm). The use of knife seed drill reduced this difference to 324 kg ha<sup>-1</sup>, however, this treatment (25 x 5 cm) showed lower productivity than the other grazing intensities, confirming the negative effect of high grazing intensities over the soil density and forage and crops yield.

**Keywords:** oat + ryegrass, yield components, grazing intensity, seed drills, corn

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Dados meteorológicos observados durante o período experimental. Fonte: Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR, 2011). .....26
- Figura 2** – Vista geral da área experimental composta de quatro blocos e 16 parcelas, com as diferentes intensidades de pastejo. Coronel Vivida – PR, 2011. ....27
- Figura 3** – Parcelas principais com as diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo, 35 x 15; 30 x 10 e 25 x 5 cm, respectivamente para as alturas de entrada e saída dos animais das parcelas). Coronel Vivida – PR, 2011. .29
- Figura 4** – Semeadora-adubadora utilizada no experimento. Coronel Vivida – PR, 2001. ....30
- Figura 5** – Sulcadores utilizados no experimento, a) sulcador do tipo disco duplo e b) sulcador do tipo facão. Coronel Vivida – PR, 2001. ....31
- Figura 6** – Marcação dos pontos pela técnica do triplo emparelhamento. Coronel Vivida – PR, 20011.....32
- Figura 7** – Coleta de solo em anel volumétrico para realização das avaliações físicas de solo. Coronel Vivida – PR, 2011.....34
- Figura 8** – Perfilômetro utilizado para medida de área de solo mobilizado. Coronel Vivida – PR, 2011.....35
- Figura 9** – Taxa de acúmulo (A) ( $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), produção total de matéria seca (B) ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) e matéria seca remanescente (C) ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) da aveia + azevém nas diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo, 35 x 15, 30 x 10 e 25 x 5 cm, respectivamente para as alturas de entrada e saída dos animais). Coronel Vivida - PR, 2011.....40
- Figura 10** – Profundidade de deposição de sementes (cm) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B). Coronel Vivida – PR, 2011.....45
- Figura 11** – Altura de plantas 27 dias após o plantio (cm) (09/11/2009) nas diferentes intensidades de pastejo (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores (B). Coronel Vivida – PR, 2011. ....48
- Figura 12** – Altura de plantas 39 dias após o plantio (cm) (21/11/2009) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B). Coronel Vivida - PR, 2011.....49
- Figura 13** – Altura de plantas 49 dias após o plantio (cm) (02/12/2009) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida – PR, 2011.....50
- Figura 14** – Altura de plantas 86 dias após o plantio (cm) (07/01/2010) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida - PR, 2011.....51

<b>Figura 15</b> – Diâmetro de colmo (mm) 49 DAP (02/12/2009) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida, 2011. ....	52
<b>Figura 16</b> – Altura de inserção da primeira espiga (m) (07/01/2010) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida - PR, 2011. ....	54
<b>Figura 17</b> – Número de grãos por fileira nas diferentes intensidades de pastejo em função dos mecanismos sulcador (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida, 2011. ....	55
<b>Figura 18</b> – Massa de mil grãos (g) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida - PR, 2011. ....	56
<b>Figura 19</b> – Produtividade do milho nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida – PR, 2011. ....	57

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Características químicas do solo na profundidade de 0 a 15 cm, obtidos antes da instalação do experimento. Coronel Vivida – PR, 2011.....28
- Tabela 2** – Características químicas do solo, micronutrientes, teor de argila, silte e CTC, na profundidade de 0 a 15 cm, obtidos antes da instalação do experimento (12/07/2009). Coronel Vivida – PR, 2011. ....28
- Tabela 3** – Análise granulométrica do solo da área experimental. Coronel Vivida – PR, 2011. ....33
- Tabela 4** – Valores de altura de plantas (cm) de aveia + azevém avaliadas antes e após o pastejo nas diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo, 35 x 15, 30 x 10 e 25 x 5 cm) no período experimental de 27/06/09 até 16/09/2009. Coronel Vivida – PR, 2011. ....38
- Tabela 5** – Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ), porosidade total ( $\text{g cm}^{-3}$ ), microporosidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e macroporosidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ) do solo em função da altura de manejo da pastagem, das profundidades e dos períodos de avaliação. Coronel Vivida – PR, 2011.....42
- Tabela 6** – Área de solo mobilizada ( $\text{cm}^2$ ) em função da altura de manejo da pastagem. Coronel Vivida – PR, 2011.....46
- Tabela 7** – Índice de velocidade de emergência de plântulas - IVE. Coronel Vivida – PR, 2011. ....47
- Tabela 8** – Diâmetro de colmo (mm) 39 DAP (21/11/2009) nas diferentes intensidades de pastejo. Coronel Vivida – PR, 2011.....52
- Tabela 9** – Diâmetro de colmo (mm) 86 DAP (07/01/2010) nas diferentes intensidades de pastejo. Coronel Vivida – PR, 2011.....53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Integração lavoura–pecuária (ILP) .....	6
2.2 O componente vegetal dentro do sistema ILP .....	9
2.2.1 A cultura do milho.....	9
2.2.2 Pastagens anuais de inverno .....	10
2.2.2.1 O manejo da pastagem .....	12
2.2.2.2 Intensidade de pastejo e produção vegetal .....	13
2.3 Atividade leiteira na integração lavoura-pecuária (ilp) .....	15
2.4 O componente solo dentro do sistema ILP.....	16
2.4.1 Compactação do solo.....	16
2.5 O sistema plantio direto.....	19
2.6 Mecanismos sulcadores .....	23
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1 Caracterização do Local.....	26
3.2 Área experimental .....	26
3.3 Condução do experimento .....	27
3.4 Adubação da área .....	28
3.5 Tratamentos e delineamento experimental .....	29
3.6 Semeadura e tratos culturais.....	29
3.7 Caracterização das máquinas e implementos utilizados .....	30
3.8 Avaliações efetuadas .....	31
3.8.1 Avaliações na pastagem .....	31
3.8.1.1 Altura da pastagem .....	31
3.8.1.2 Taxa de acúmulo diário e produção total de matéria seca residual.....	32
3.8.2 Caracterização física do solo .....	33
3.8.3 Qualidade de semeadura .....	34
3.8.3.1 Profundidade de deposição de sementes .....	34
3.8.3.2 Área de solo mobilizado .....	34
3.8.3.3 Índice de velocidade de emergência de plântulas.....	35
3.8.4 Desenvolvimento e produtividade da cultura do milho .....	36
3.8.4.1 Medidas de diâmetro do colmo e altura de plantas.....	36
3.8.4.2 Componentes de rendimento do milho.....	37
3.8.4.3 Rendimento do milho.....	37

3.9 Análise estatística .....	37
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>38</b>
4.1 Resultados das avaliações na pastagem .....	38
4.1.1 Altura da pastagem .....	38
4.1.2 Taxa de acúmulo, produção de matéria seca e massa seca residual .....	39
4.2 Resultados das avaliações de solo .....	42
4.2.1 Análise física do solo.....	42
4.3 Resultados da qualidade de semeadura .....	44
4.3.1 Profundidade de deposição de sementes de milho.....	44
4.3.2 Área de solo mobilizada .....	46
4.3.3 Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho .....	47
4.4 Resultados do desenvolvimento e produtividade das plantas .....	48
4.4.1 Altura de plantas do milho .....	48
4.4.2 Diâmetro de colmos das plantas de milho.....	51
4.4.3 Altura de inserção da espiga.....	53
4.4.4 Componentes de rendimento do milho.....	54
4.4.5 Rendimento do milho.....	56
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>61</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção desafiam produtores e pesquisadores dado sua complexidade. Novas tecnologias e práticas de manejo bem como seus efeitos para o sistema devem ser estudadas de forma integrada, onde os efeitos e interações de seus componentes (solo-planta-animal) possam expressar seu verdadeiro potencial, a fim de se buscar melhores respostas para atender as demandas dos produtores.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) demandam pesquisas em várias áreas do conhecimento, principalmente em relação as intensidade de pastejo e mecanismos sulcadores e suas influências sobre o sistema produtivo. Entre as opções de atividades e cultivos na integração lavoura-pecuária, espécies de inverno para pastejo em rotação com o cultivo do milho no verão se destacam por permitir melhor exploração da capacidade de uso do solo, atender as necessidades dos animais em períodos críticos do ano, agregar diferentes fontes de renda e permitir maior estabilidade e rentabilidade a propriedade.

Dentre as espécies de inverno utilizadas para pastejo, a aveia e azevém se destacam por possuírem qualidade elevada e rendimento adequado. Entretanto, apesar de amplamente difundidas, são poucos os trabalhos que avaliaram o comportamento destas espécies frente a diferentes alturas de entrada e saída dos animais em pastejo intermitente. Ademais, considerando que a intensidade de pastejo é o principal fator condicionante das produções primária e secundária por estar diretamente relacionada com os componentes do sistema produtivo, sua influência merece ser avaliada e discutida.

A compactação do solo associada às altas intensidades de pastejo é um dos problemas observados, especialmente nas pequenas e médias propriedades agrícolas onde a bovinocultura leiteira é conduzida em sistema de integração com lavouras de grãos.

Já entre as espécies de verão, o milho tem se mostrado uma excelente opção de rotação, uma vez que produz boa biomassa, pode ser utilizado para produção de silagem e grãos para alimentação animal ou ainda ser vendido como *commodity*. Entretanto, a cultura é extremamente exigente em termos de adubação e estande de plantas.

Neste sentido, para a cultura do milho, assim como nas demais culturas anuais, as operações de semeadura e adubação revestem-se de grande importância, uma vez que diferentes mecanismos sulcadores apresentam eficácias diferentes em termos de plantabilidade e rendimento final da cultura, com vantagens e desvantagens para ambos.

Atualmente, observa-se na região que os produtores têm utilizado quase que em sua totalidade, mecanismo tipo facão para áreas pastejadas no inverno e tipo disco duplo para áreas não pastejadas. A opção por qualquer um destes mecanismos deve ser avaliada uma vez que a adequação do mecanismo sulcador pode melhor aproveitar as suas vantagens além de permitir um maior rendimento da cultura, otimizando a rentabilidade final.

As semeadoras-adubadoras de plantio direto desempenham funções importantes como a de cortar a palha, dosar as sementes e o adubo, abrir um sulco no solo e depositar a semente e o adubo à profundidade e à distância apropriados (Fonseca, 1997). O mecanismo sulcador tipo disco duplo é comumente utilizado devido a menor mobilização de solo, melhor adaptação em terrenos mais pesados, com menor embuchamento em áreas com grande quantidade de cobertura vegetal. Todos estes fatores podem ser alterados pela pressão de pastejo e podem interagir a favor ou contra produtividade da planta cultivada. O efeito prejudicial pode ser observado em áreas de integração lavoura-pecuária mau manejadas com utilização de altas cargas animal e tráfego de máquinas, onde, os mecanismos sulcadores do tipo facão podem apresentar algumas vantagens quando comparados ao disco duplo como maior capacidade de penetração, melhor rompimento da camada superficial compactada, podendo melhorar o desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas (Germino e Benez, 2006).

Ainda, a otimização dos recursos da propriedade, incluindo a mão-de-obra disponível, ocorre à medida que a atividade explorada é coerente com os recursos disponíveis e estes são utilizados com eficácia. Diante disso, a exploração com ruminantes (bovinocultura leiteira) representa-se como alternativa de viabilização sócio-econômica das propriedades rurais, visto que apresenta elevada capacidade produtiva e alto valor agregado.

A atividade leiteira tem grande importância dentro do contexto regional e nacional por permitir a sustentabilidade econômica, ambiental e social das propriedades, influenciando de forma direta o sistema de integração lavoura-

pecuária por afetar diretamente os componentes do sistema (solo-planta-animal). A atividade pode resultar em aspectos positivos ou negativos como a menor produção vegetal, animal (individual e por área), perda de nutrientes, compactação e diminuição da fertilidade do solo, dentre outros fatores que são responsáveis pela viabilidade e lucratividade das atividades agrícolas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de mecanismos sulcadores e intensidades de pastejo sobre o desenvolvimento da cultura do milho no sistema de integração lavoura-pecuária.

Os objetivos específicos foram: Avaliar a taxa de acúmulo e o rendimento da pastagem; Avaliar a profundidade de deposição de sementes, a área de solo mobilizada e o índice de velocidade de emergência de plântulas; Avaliar o diâmetro do colmo e a altura de plantas de milho bem como seus componentes de rendimento e a produtividade final e identificar as intensidades de pastejo e o mecanismo sulcador mais apropriado para a implantação da cultura do milho em áreas de integração lavoura-pecuária.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA–PECUÁRIA (ILP)

Frente a crescente demanda por alimentos, produzidos em concordância com os recursos disponíveis e o respeito ao meio ambiente, o uso de sistemas de produção com uso intenso dos recursos disponíveis nos agrossistemas, concomitante à melhoria da qualidade do solo, refletindo na redução de consumo de insumos e gerando maior renda por área parece ser a alternativa mais apropriada (Balbinot Jr. et al., 2009).

Porém, observa-se que, quanto maior a especialização dos sistemas de produção agrícola, maior é a divisão da atividade agropecuária em produtores de grãos e pecuaristas, o que reduz a diversidade dos sistemas de produção e aumentar o risco da atividade. Pressões políticas e econômicas voltadas a especialização da produção aliados com mitos populares (e.g., o pisoteio animal provoca compactação do solo, redução na produtividade da cultura subsequente) agravam esta situação, resultando em baixa adoção de sistemas integrados.

Nos últimos anos tem se intensificado estudos que buscam difundir sistemas integrados de produção a fim de reintegrar a produção vegetal e animal em um sistema conhecido como integração lavoura-pecuária (ILP), devido às preocupações como: degradação dos recursos naturais, estabilidade dos lucros e sustentabilidade. Este sistema de produção pode se delinear nas mais diferentes formas de exploração, tendo, no entanto, a produção com espécies anuais de grãos no verão (soja e milho) e pastagens no inverno (aveia e azevém) como a forma mais utilizada, uma vez que as espécies de verão são superiores as de inverno em produção, possibilitando a manutenção dos animais em pequenas áreas no verão (Adami, 2009).

Devido às características de solo e clima propícios para o desempenho do sistema ILP, esta prática é bastante difundida na região, o que tem contribuído para a viabilização econômica das propriedades, destacando-se devido ao sinergismo entre a produção de forragem (bovinocultura de leite e/ou corte) e a produção de grãos (Muniz et al., 2007).

O sistema ILP quando comparado com sistemas de produção não-integrados que apresentam produção vegetal ou animal de forma isolada, pode proporcionar vantagens biológicas e econômicas (Entz et al., 2002; Moraes et al., 2004; Russelle et al., 2007; Sulc e Tracy, 2007). Cassol (2003) relata que a agricultura e a pecuária devem ser atividades complementares que, quando integradas, funcionam em sinergismo, tendo a lavoura um melhor resultado quando integrada com a pecuária e vice-versa, tornando o uso da terra mais eficiente e produtivo, além de gerar mais renda para os agricultores. Porém, deve-se adequar o seu manejo e dos animais, para que não sejam comprometidas as culturas de grãos e o sistema plantio direto.

Dentre as vantagens biológicas proporcionadas pelo sistema ILP, destaca-se a elevada velocidade de ciclagem de nutrientes, onde os animais desempenham o papel de agentes aceleradores (Balbinot Jr. et al., 2009) e a melhoria da qualidade do solo através do aumento das concentrações de carbono orgânico no solo ao longo do tempo. Este ocorre em função do crescimento contínuo de plantas na área, seja pelo incremento da massa produzida em função do pastejo, da pastagem ou culturas para exploração vegetal, da ciclagem de nutrientes e da rotação de culturas (Tracy e Zhang, 2008).

Quanto ao incremento econômico, este ocorre devido ao uso contínuo das áreas agrícolas, à redução de custos de produção ocasionados pelas vantagens biológicas e ao aumento de rendimento vegetal e/ou animal (Assmann et al., 2003; Moraes et al., 2004). Dentre as vantagens tem-se a redução de riscos de insucesso econômico, por ter maior diversificação de atividades econômicas (Ambrosi et al., 2001); diversificação de renda, devido a produção vegetal e animal na mesma área; acréscimo da renda por área se comparado a sistemas não-integrados (Fontaneli et al., 2000).

O sucesso deste sistema depende do manejo integrado dos seus componentes (solo-planta-animal) que por sua vez, são dinâmicos e interagem entre si. Alguns conceitos básicos devem ser mantidos, como: plantio direto, rotação de cultivos, uso de insumos e genótipos melhorados, o manejo correto das pastagens preconizando a manutenção de estruturas de pasto que otimizem a produção vegetal e animal (Moraes et al., 2002) sem prejudicar o componente solo, pois há possibilidade de haver compactação superficial, devido ao pisoteio dos animais e esta é uma das principais preocupações dos agricultores que usam este sistema.

Para minimizar e até mesmo solucionar o problema da compactação provocada pelo pisoteio dos animais, algumas práticas podem ser utilizadas como, o plantio direto da pastagem, o uso de quantidade adequada de sementes forrageiras, a retirada dos animais da área 20 a 30 dias antes da dessecação da pastagem e evitar a entrada dos animais na área em dias em que o solo possui umidade acima da capacidade de campo (Balbinot Jr. et al., 2009).

Vários trabalhos de pesquisa comprovaram o elevado potencial de produção em pastagens anuais de inverno, em cultivo solteiro ou em consórcios, como, por exemplo, aveia branca, azevém (Roso e Restle, 2000; Soares e Restle, 2002; Assmann et al., 2004; Nicoloso et al., 2006), aveia preta (Roso e Restle, 2000; Assmann et al., 2004; Nicoloso et al., 2006), triticale (Roso e Restle, 2000; Soares e Restle, 2002), centeio (Roso e Restle, 2000).

Os mais recentes estudos comprovam que, quando o sistema ILP é conduzido seguindo seus fundamentos, a produção é igual ou superior a sistemas de monocultivos de grãos. Assmann et al. (2003) verificaram que o pastejo de aveia branca e azevém no inverno não afetaram o rendimento do milho semeado em sucessão, comparativamente às áreas não pastejadas. De acordo com Nicoloso et al. (2006), há redução de rendimento de milho semeado em sucessão à pastagem de inverno somente quando há elevada pressão de pastejo. Nesse estudo, os autores determinaram que o uso de pastagem de aveia preta consorciada com azevém, manejada com alturas de 10 a 40 cm, não afetou o estabelecimento e o rendimento da soja cultivada em sucessão, em relação às áreas não pastejadas.

Lunardi et al. (2008), verificaram que a soja cultivada após pastagem de inverno sob pastejo apresentou rendimento de grãos superior à soja cultivada em áreas sem pastejo. No milho, verificou-se similar estabelecimento e rendimento de grãos quando a cultura foi semeada em áreas pastejadas ou mantida apenas com espécies de cobertura, ambas compostas pelo consórcio de aveia preta, azevém, ervilhaca e trevo vesiculoso (Balbinot Jr., 2007).

Esses resultados comprovam que o sistema ILP pode gerar elevados rendimentos, seja do componente animal ou vegetal. O alto rendimento e a redução de custos de produção são fatores-chave para que o sistema ILP seja economicamente interessante (Fontaneli et al., 2000) e exiba menor risco de insucesso econômico ao longo do tempo (Ambrosi et al., 2001).

Porém, este deve ser feito seguindo alguns critérios, cujos quais são essenciais para o sucesso do sistema. Pode-se afirmar que o manejo das pastagens, se não o principal deve ser um dos principais critérios a serem observados em sistemas de integração lavoura-pecuária. Uma vez que o manejo incorreto aliado a compactação gera um ciclo de degradação, o que diminui a capacidade vegetativa das plantas, que irão produzir menor quantidade de biomassa, tendo como consequência baixa capacidade de suporte e em função da alta carga animal, reflete em uma menor cobertura do solo, facilitando o processo de erosão, afetando a fertilidade do solo e o desenvolvimento da cultura subsequente.

## 2.2 O COMPONENTE VEGETAL DENTRO DO SISTEMA ILP

### 2.2.1 A cultura do milho

O milho é um dos grãos mais produzidos no Brasil, participando com 30,9% da produção brasileira de grãos. O Paraná é responsável por 22,3% da produção nacional, sendo que a região sudoeste do estado responde por 15,7% da produção (Conab, 2009).

Atualmente, o Brasil é responsável por 6,9% da produção mundial de grãos de milho, destacando-se como quarto maior produtor mundial do cereal. A produção brasileira tem aumentado nos últimos anos, sendo que este incremento na produção se deve mais ao aumento da produtividade do que a ampliação da área cultivada e, também pelo maior cultivo do cereal no chamado período “safrinha” ou segunda safra a qual é responsável por aproximadamente 37% da produção (Agrianual, 2010).

Segundo Palhares (2003) a produção de milho (*Zea mays* L.) no Brasil está centralizada nas regiões sudeste e sul, é um grão de grande importância sócio-econômica devido aos diversos usos, sendo cultivado em praticamente todo o território nacional e em diversos níveis de tecnologia. Ainda, neste contexto, a cultura representa grande importância para a agricultura, não somente no aspecto quantitativo, como também na alimentação animal (aves, suínos e bovinos) e consequentemente, humana.

Para Fancelli (2002), há uma dependência entre o sistema plantio direto e a cultura do milho devido à quantidade de biomassa produzida. Caracteriza-se por sua importância agrônômica e por contribuir na melhoria das características do solo, por ser utilizada em sistemas de rotação de culturas, principalmente em agrossistemas em que a soja é a cultura predominante.

Melo Filho e Richetti (1997), afirmam que no sistema plantio direto, o milho é uma alternativa econômica bastante interessante em programas de rotação de culturas, pois produz alta quantidade de matéria seca (8 t MS ha<sup>-1</sup>). Possui decomposição mais lenta, em função da relação carbono/nitrogênio presente em sua biomassa, o que permite a proteção do solo por um período de tempo maior, o que representa um fator positivo no sentido de aumentar os teores de matéria orgânica e evitar a erosão.

Além disto, esta cultura se destaca no contexto da integração lavoura-pecuária devido às inúmeras aplicações que esse cereal tem dentro da propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal, na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (silagem), na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente.

A cultura necessita também de altos investimentos, basicamente realizados nos primeiros 60 dias de cultivo, o que caracteriza a cultura como de risco. Assim, tecnologias de manejo e condução da cultura antecessora, bem como da cultura de verão se revestem de extrema importância a fim de reduzir riscos e atingir bons resultados produtivos.

### 2.2.2 Pastagens anuais de inverno

O uso de pastagens anuais de inverno e culturas para produção vegetal no verão é uma estratégia muito importante no Sul do Brasil, pois há várias opções de culturas para uso do solo no verão (soja, milho, feijão, fumo e o arroz), entretanto, no inverno, restam poucas alternativas de cultivos agrícolas economicamente viáveis (Brum et al., 2005; Balbinot Jr., 2007).

O cultivo de pastagens anuais de inverno representa grande oportunidade de uso econômico mais intenso em áreas agrícolas subutilizadas. O aprimoramento do sistema ILP já usado nas propriedades e a adoção dos seus

fundamentos técnicos básicos, eleva a lucratividade da atividade animal e vegetal e propicia melhoria na qualidade do solo através da ciclagem de nutrientes (Adami, 2009).

Além de fornecerem alimento aos animais no período de maior escassez de forragem, o componente pastagem apresenta alto potencial melhorador de solo, principalmente as espécies perenes, dado sua produção radicular, capacidade de retenção e uso da água, aumento do carbono orgânico do solo e capacidade de ciclar nutrientes.

As espécies de pastagens anuais de inverno comumente utilizadas são a aveia preta (*Avena strigosa Schreb.*), aveia branca (*Avena sativa L.*), azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) e ervilhacas (*Vicia sp.*). Possuem qualidade elevada e rendimento adequado, seja em cultivo isolado ou associado (Roso e Restle, 2000; Restle et al., 2002; Aguinaga et al., 2006), além de serem adaptadas às condições edafoclimáticas do sul do Brasil (Assmann et al., 2004).

É bastante comum a utilização de espécies de inverno consorciadas (principalmente aveia e azevém), devido a melhor produtividade dos sistemas, pois é possível prolongar o período produtivo, melhorar a qualidade e principalmente estabilizar a produção e qualidade de forragem.

A aveia é um cereal de estação fria, apresenta sistema radicular fasciculado com hábito de crescimento cespitoso, florescendo na primavera. Pode ser utilizada para a produção de forragem sobre regime de cortes, para pastejo, conservada na forma de silagem e feno ou para a produção de grãos (Salermo e Vetterle, 1984), adubação verde e cobertura do solo (Calegari, 2006).

Esta gramínea fornece aos animais dieta de boa qualidade, principalmente no estágio vegetativo, devido a alta produção de folhas digestíveis (Sá, 1995), além do crescimento padronizado e bom perfilhamento podendo chegar a um teor de 26% de proteína bruta e 60 a 80% de digestibilidade, produzindo 2 a 6 t ha<sup>-1</sup> de MS (Kichel et al., 2000).

A semeadura é realizada no outono e sua produção estende-se entre o inverno e a primavera para as cultivares de ciclo longo. Temperaturas em torno de 20 a 25°C são ideais para o bom desenvolvimento da cultura. A altura de corte deve ser realizada quando a planta atingir 30 cm de altura deixando um resíduo de 7 a 10 cm (Sá, 1995). O número de pastejo varia de acordo com a cultivar, com a fertilidade e estrutura do solo, condições edafoclimáticas, intensidade de pastejo

entre outros fatores, sendo que em um período de utilização de 30 a 80 dias, a aveia pode alcançar 2 a 5 ciclos de pastejo (Kichel et al., 2000).

Morreira et al. (2001), utilizando a cultivar de aveia preta IAPAR 61, obteve produção total de matéria seca de 3.283, 4.691, 4.993 e 5.471 kg ha<sup>-1</sup> utilizando níveis de 0, 50, 100 e 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. E quando associado com ervilhaca forrageira (Grise et al., 2002) ou azevém (Macari et al., 2006) pode representar uma boa alternativa para o período de escassez de forragem, por possuir características de ciclo tardio, em torno de 134 dias, possibilitando um número maior de cortes e com isso um aumento na produção de forragem.

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma gramínea anual de ciclo hibernal. Caracteriza-se pela ressemeadura natural, rusticidade, alta produção de perfilhos e facilidade de consorciação com outras espécies de clima temperado e subtropical. Atualmente se encontram disponíveis diferentes cultivares, com ciclo vegetativo que pode variar entre 136 a 194 dias dependendo do biótipo (Vieira et al., 2004; Vargas et al., 2006; Flores et al., 2008), com produção de massa seca de 3.654 a 8.544 kg ha<sup>-1</sup> (Pereira et al., 2008). O pico de produção da forragem ocorre em setembro e outubro (Filho et al., 2003).

#### 2.2.2.1 O manejo da pastagem

O manejo da pastagem pode ser definido como todas as operações que visem melhorar o desempenho das plantas, dos animais que delas se alimentam e do solo do qual as plantas extraem água e nutrientes para crescerem. Os objetivos gerais do manejo de pastagem são: garantir a sustentabilidade do sistema, assegurar compromisso entre a oferta de quantidade e qualidade de forragem compatível com a produção animal pretendida, simplificar e reduzir custos ou aumentar a margem líquida (Nabinger, 2005).

Para alcançar estes objetivos, o manejo da intensidade de pastejo atua de forma decisiva por influenciar diretamente na produção vegetal, animal e na ciclagem dos nutrientes no sistema.

Aguinaga et al. (2006) avaliando pastagem de aveia + azevém sob diferentes alturas de manejo (10, 20, 30 e 40 cm) encontrou valores de 0,73 e 1,14

kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos tratamentos de maior pastejo (10 cm) e menor (30 cm) ganho médio diário (GMD), respectivamente. Ganhos semelhantes foram obtidos por Lustosa (1998), que relatou valor de 1,18 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, inclusive sob o mesmo tipo de pastagem e com oferta de forragem de 15% do peso vivo.

Estes dados nos mostram que, em relação a intensidade de pastejo ou alturas de manejo, existe um grande paradoxo no manejo das pastagens: atender ao mesmo tempo as exigências nutricionais dos animais e as exigências fisiológicas das plantas, para que a produção não seja afetada. Isso quer dizer que os animais precisam consumir forragem de alta qualidade (folhas novas) para atingir os níveis de produção desejados e as plantas dependem dessas folhas para manter sua eficiência fotossintética e seguir produzindo biomassa, já que as folhas novas são mais nutritivas e mais ativas fotossinteticamente (Nabinger, 2005).

Aguinaga et al. (2006) relatam que houve estabilização do GMD quando a pastagem de aveia + azévelem foi manejada a 40 cm e a medida que aumentou o ciclo das plantas, provavelmente devido alterações na estrutura (altura de plantas e dispersão de folhas) e/ou na qualidade da pastagem, fatores estes que podem ocasionar diminuição no consumo.

#### 2.2.2.2 Intensidade de pastejo e produção vegetal

A intensidade de pastejo é o principal fator condicionante das produções primária e secundária (Nabinger, 2005). Por isso, a prática da desfolhação necessita de um monitoramento adequado baseado em informações que assegurem um equilíbrio ótimo entre os processos de crescimento, senescência e consumo a fim de possibilitar elevada produtividade de forragem de boa qualidade (Da Silva, 2004). Pois, se de um lado as plantas crescem utilizando a energia solar, água e nutrientes fornecidos pelo solo, por outro lado este crescimento é constantemente influenciado pela ação do animal através da remoção de folhas pelo pastejo, da seletividade deste, do pisoteio e das dejeções (Nabinger, 2005).

A sustentabilidade de ecossistemas pastoris está diretamente relacionada à intensidade de pastejo. Uma vez que pastejos mais leves permitem uma área foliar residual adequada e conseqüentemente maior interceptação da luz, melhoram as condições físico-químico-biológicas do solo devido ao aumento da

cobertura, da senescência, do teor de matéria orgânica, da taxa de infiltração da água, menor compactação do solo e perdas de nutrientes, etc. Também favorece o desempenho animal por permitir maior seletividade do pastejo (qualidade da forragem ingerida) e otimização do processo do pastejo (Carvalho e Moraes, 2005).

O pastejo provoca, em curto prazo, alterações no índice de área foliar (IAF) e na quantidade de carbono fixado, e em longo prazo, modificações na estrutura e na composição botânica da pastagem (Lemaire e Chapman, 1996).

Sendo assim, dependendo da intensidade de pastejo, a área foliar e a interceptação luminosa do dossel podem ser afetadas o que, por sua vez, afetam as taxas de fotossíntese e a capacidade de produzir novas folhas. Essas alterações no processo fotossintético, provocadas devido as variações de intensidade de pastejo, afetam a taxa de acúmulo de matéria seca e a quantidade de forragem disponível (Da Silva e Pedreira, 1997).

Humphreys (1966) demonstrou que a medida que aumenta o índice de área foliar ocorre acréscimo na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, resultando na aceleração da taxa de crescimento em condições favoráveis de ambiente. Um IAF “ótimo” é quando ocorre a interceptação de praticamente toda a luz incidente com um mínimo de auto-sombreamento, produzindo, dessa forma, a máxima taxa de crescimento da cultura (TCC) (Brown e Blaser, 1968).

Abaixo desse IAF ótimo as taxas de crescimento da cultura são menores a medida que diminui a interceptação da luz incidente, ou seja, menor IAF. Acima do IAF ótimo a redução na taxa de crescimento da cultura seria causada pelo aumento das perdas respiratórias, consequência do sombreamento excessivo, que resulta num balanço negativo de carbono nas plantas (Brougham, 1955; Hay e Walker, 1989; Humphreys, 1991).

Para cada espécie forrageira e condições de crescimento existe um IAF que promove um nível ótimo de crescimento, pois este possibilita uma máxima interceptação da luz (IL) e uma melhor taxa de fotossíntese. Devido a isso e a dificuldade de se avaliar o parâmetro de interceptação luminosa a campo, outros parâmetros podem ser correlacionados com este, como a altura de plantas, tanto para pastejo com lotação contínua como para pastejo em lotação intermitente.

### 2.3 ATIVIDADE LEITEIRA NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP)

Segundo a Amsop (2008), 90% da riqueza gerada na região sudoeste do Paraná, na qual está inserido o Município de Pato Branco, provém direta ou indiretamente, da atividade agropecuária. Ainda, segundo a mesma fonte, a região possui população aproximada de 457 mil habitantes, dos quais 45% vivem no meio rural. A estrutura fundiária é formada, basicamente, por pequenas propriedades, sendo que 93% dos estabelecimentos possuem menos de 50 hectares e ocupam 58% da área, caracterizando primordialmente uma região de agricultura familiar. Segundo Ipardes (2009), 81,63% dos estabelecimentos agropecuários do Paraná, se enquadram como agricultura familiar e estes ocupam 27,8% da área total do estado.

A região sudoeste além de possuir o maior número de propriedades com agricultura familiar (88,9%) é a região do estado com o maior número de produtores de leite (27 mil) sendo que 91% destes produzem menos de 250 litros dia com uma produtividade média de 7,8 litros vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Amsop, 2008). Nos últimos 10 anos, a atividade leiteira no sudoeste do estado do Paraná aumentou em 200% sua produção, sendo atualmente a segunda maior bacia produtora do estado com 550 milhões de litros/ano e um rebanho de 240.000 vacas ordenhadas (Ipardes, 2009).

Entretanto, apesar do crescimento da produção leiteira, a atividade apresenta alguns gargalos como: falta de sanidade, má condução da cria e recria e ineficiência na produção de pastagem, fatores estes, que acabam muitas vezes resultando em baixa taxa de natalidade, elevados intervalos entre partos (16 a 18 meses), elevada idade da primeira parição (32 meses) e conseqüentemente comprometimento da composição do rebanho, o que gera um ciclo de degradação do solo e baixa remuneração do produtor.

Uma parte destas propriedades trabalham em sistema de integração lavoura-pecuária com cultivo de culturas anuais de verão (feijão, soja, milho) e pastagens no inverno (aveia + azévem). Devido a isso, é importante considerarmos que a presença do animal na pastagem pode tanto melhorar como piorar a produtividade dos agroecossistemas sendo o manejo aplicado sob as áreas de pastejo fator que define as alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do

solo, que são os responsáveis por afetar o rendimento das culturas de grãos (Taylor e Brar, 1991).

Neste sentido, o fato das propriedades possuírem pequenas áreas aliado a expectativa de alguns produtores de que o número de animais é sinônimo de renda e a falta de cultura da adubação da pastagem tem representado em alguns casos degradação do solo e comprometimento da produtividade devido à presença dos animais no sistema. Entretanto, casos negativos não podem ser assumidos via de regra, uma vez que tudo depende do manejo das alturas de pastejo ou da carga animal utilizada.

Outros parâmetros como a textura, o teor de matéria orgânica (Smith et al., 1997), a umidade do solo (Correa e Reichardt, 1995), a biomassa (Silva et al., 2003), a espécie, a adubação utilizada, a intensidade de pastejo e a forma como os animais reagem às estruturas do pasto (Baggio, 2007), a espécie e a categoria animal (Salton et al., 2002) são fatores importantes associados ao manejo do componente animal.

Ainda em relação à produção animal obtida em sistema ILP, deve-se considerar o uso de pastagens perenes. Nesse caso, estas pastagens representam áreas de escape onde os animais podem ser mantidos em eventuais déficits de forragem, o que facilita o manejo e reduz riscos de produção, refletindo em maior rendimento.

## 2.4 O COMPONENTE SOLO DENTRO DO SISTEMA ILP

### 2.4.1 Compactação do solo

A degradação física do solo ocorre basicamente pelo excesso de tráfego de máquinas ou pelo uso de altas intensidades de pastejo, uma vez que sob baixa oferta de forragem, além do solo estar descoberto e mais sujeito a erosão, o animal caminha mais e maior é o número de impactos do casco no solo, conseqüentemente maior a tendência de ocorrer o aumento da densidade e selamento superficial (Trein et al., 1991; Correa e Reichardt, 1995; Flores, 2004).

Esses fatores diminuem a capacidade vegetativa das plantas, que produzirão menos biomassa e suportarão menor carga animal, entretanto, na

maioria das vezes, a carga inicial é mantida agravando cada vez mais a capacidade de resiliência do sistema. Esta redução da biomassa aumenta a susceptibilidade do solo ao impacto da gota de chuva e ao escoamento superficial. Estes fatores aceleram o processo de selamento superficial e iniciam o processo de erosão, que tornará o solo ainda mais pobre, reduzindo sua produção de biomassa e aumentando sua susceptibilidade (Mello, 2002). Além disso, as altas precipitações durante o período de pastejo e a elevada umidade do solo favorecem o processo de compactação (Bassani, 1996).

Alguns autores afirmam que a compactação aumenta a densidade do solo e a resistência mecânica (Wagger e Denton, 1989; Lebert e Horn, 1991; Dias Jr. e Pierce, 1996) e diminui a porosidade total em função, principalmente, da redução no volume de macroporos.

No que se refere ao desenvolvimento das plantas, os maiores prejuízos parecem estar relacionados às relações hídricas e de aeração do solo, bem como ao aumento da resistência do solo à penetração radicular (Imhoff, 2002; Leão, 2002; Secco et al., 2004; Martinazzo, 2006). Dexter (2004) constatou que o aumento da compactação modifica as curvas características de água no solo e reduz a condutividade hidráulica do mesmo, diminuindo a disponibilidade de água às plantas.

Segundo Camargo e Alleoni (1997), a baixa aeração induz à ramificação das raízes adventícias superficiais, tornando-as menos eficientes na absorção de água e nutrientes e nas trocas gasosas. Além disto, a compactação influencia os mecanismos de absorção de nutrientes, basicamente por dois mecanismos: difusão e fluxo de massa. Segundo Barnes et al. (1971), a compactação aumenta o escoamento da água das chuvas, reduz o teor de umidade do solo, e a área da secção transversal disponível para difusão diminui, reduzindo o fluxo difusivo e o fluxo convectivo de nutrientes. Entretanto, se a entrada de água permanece satisfatória e as práticas de manejo provêm fertilidade adequada pelo uso apropriado de fertilizantes, uma compactação moderada não deve ser limitante no estado de nutrientes disponíveis para as plantas.

Segundo Taylor et al. (1996), a presença de camadas de solo adensadas pode influenciar a distribuição do sistema radicular no solo, afetando as características morfológicas das raízes (comprimento, taxa de crescimento, diâmetro e distância média entre as raízes). O cultivo e a compactação alteram a estrutura e a

distribuição dos poros e as características hidráulicas do solo, influenciando assim no crescimento radicular e no movimento da água e solutos (Rosolem, 1995).

Embora, o crescimento das raízes no solo não se dê em uma única direção, diversos estudos tem mostrado diferentes valores de resistência à penetração na qual o desenvolvimento do sistema radicular das culturas é prejudicado ou mesmo interrompido. De maneira geral, valores de resistência à penetração de 2,8 a 3,2 MPa retardam a elongação das raízes e com 4,0 MPa o crescimento radicular é interrompido (Silva et al., 2006).

A compactação modifica o comprimento, o diâmetro e a distribuição de raízes de milho no solo (Shierlaw e Alston, 1984), fator que, pode interferir no crescimento e na taxa de absorção de nutrientes (Barber et al., 1988) e água pela raiz (Kuchenbuch e Barber, 1987).

A compactação aumenta a densidade do solo e a resistência mecânica, que por sua vez reflete no aumento do escoamento superficial, reduz a infiltração e disponibilização de água. Pode ainda, potencializar os riscos de erosão de solo, de ocorrência de déficits hídrico durante o ciclo das culturas e acréscimo da potência necessária para o plantio. Por conseguinte, derivar em prejuízos econômicos aos agricultores (Soane, 1990; Secco, 2003; Beutler e Centurion, 2004; Secco et al., 2004; Martinazzo, 2006).

Segundo Dias Jr. e Pierce (1996), áreas com problemas de compactação ocorrem provavelmente pela ausência de um cronograma de trabalho bem definido ou de modelos capazes de estimar a capacidade de suporte de carga do solo. Por essa razão, muitas vezes, o pastejo excede a altura residual mínima e o preparo do solo é realizado sem considerar a sua umidade, influenciando na compactação.

Para Bayer e Mielniczuk (1997), o conhecimento destas alterações em condições específicas de solo e clima é importante no entendimento da potencialidade dos sistemas de manejo em relação à produtividade de culturas e adoção de práticas no controle de possíveis limitações advindas da sua utilização.

Bassani (1996) avaliando uma pastagem de aveia + azévem (105 dias de pastejo) sob diferentes intensidades de pastejo não observou influência destas sobre a compactação do solo e produtividade do milho em área de plantio direto. Por outro lado, Cassol (2003) e Flores (2004) observaram, aumento da densidade e diminuição de macroporosidade com a redução da altura de manejo da pastagem na

camada superficial, imediatamente após o pastejo, porém rapidamente revertido pela cultura em sucessão (*Glycine max*). Este aumento de densidade, mesmo que revertido, pode interferir nas relações que se estabelecem entre os mecanismos sulcadores utilizados na semeadura direta e o solo, o que conseqüentemente interfere no desenvolvimento e na produtividade das culturas.

Portanto, o sucesso do desenvolvimento da cultura, nesse processo, bem como sua produção, depende, em parte, do ambiente do solo em torno da semente por ocasião do plantio (Silva et al., 2006), alterados pelo tipo de mecanismo sulcador utilizado.

## 2.5 O SISTEMA PLANTIO DIRETO

As preocupações em relação à eficiência dos sistemas de preparo do solo são crescentes em todo o mundo. Com o objetivo de aumentar a eficiência do processo produtivo da agricultura, tem-se buscado alternativas visando minimizar e/ou eliminar as perdas de solo por erosão. Dentre as alternativas destaca-se o plantio direto que tem grande aceitação entre os produtores agrícolas (Mello et al. 2004).

Segundo dados da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha – FBPD, (2011), a adoção do sistema plantio direto é crescente, sendo que a área brasileira cultivada nesse sistema é de aproximadamente 25,5 milhões de hectares. No Paraná, o sistema de plantio direto foi instalado na década de 70, sendo que mais de 2,5 milhões de hectares são cultivados sob este sistema.

Para Saturnino (2001), o sistema de plantio direto caracteriza-se pelo cultivo em solo coberto por palha e na ausência de preparo de solo, por tempo indeterminado, e também, implica em uma sequência de rotação de culturas, para reciclagem de nutrientes e formação de palhada, com o mínimo possível de interferência no solo e na biomassa. Para Derpsch et al. (1991) e FBPD (2010), o plantio direto é a prática de semeadura ou de cultivo de plantas sem preparo físico do solo, mantendo-se a palha da cultura anterior na superfície. É um sistema de exploração agropecuária que envolve a diversificação de espécies, via rotação de culturas, que são estabelecidas mediante mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura.

A provável explicação para a rápida expansão do plantio direto no Brasil, como alternativa aos sistemas convencionais de manejo do solo, são suas vantagens nos aspectos econômico e ambiental (Muzilli, 1994). Em relação ao aspecto econômico as vantagens são: eliminação de operações de aração e gradagem, na diminuição do uso de combustíveis e do requerimento de potência do trator, no ganho de tempo pelo menor número de operações (Duarte e Deuber, 1999), redução do custo e na maior rentabilidade e estabilidade do sistema produtivo (Derpsch et al., 1991).

No aspecto ambiental, destaca-se como vantagens o efetivo controle das perdas de solo e água (Manering e Fenster, 1983). Os resíduos vegetais mantidos na superfície do solo o protegem contra radiação solar excessiva, impacto de gotas de chuva e evaporação, mantendo relativamente estabilizadas a temperatura, o teor de água e a atividade microbiana nas camadas superficiais do solo. Possuem efeito significativo (alelopático) sobre a emergência de espécies de plantas daninhas (Hernani e Salton, 1997). Corsini e Ferraudó (1999) citam como benefícios desse sistema, valores adequados de macroporosidade e densidade da camada superficial do solo, identificados a partir do quarto ano agrícola.

Como desvantagens, têm-se: danos por geadas, custos maiores com máquinas/implementos e semeadura, maior complexidade no controle de plantas daninhas, suscetibilidade das culturas às doenças e maior necessidade de gerenciamento (Derpsch et al., 1991). Segundo Silva e Resck (1997), o plantio direto surgiu para as condições tropicais e subtropicais como tecnologia avançada de uso do solo, porém este sistema requer maior nível de conhecimentos técnicos sobre planejamento de uso da terra, controle de plantas daninhas e prévio condicionamento físico e químico do solo.

O sucesso do sistema plantio direto como sistema de produção agrícola depende de um conjunto de ações fundamentais para o seu estabelecimento e para a sua manutenção. Dentre essas ações, destacam-se: a sistematização da lavoura, a correção da acidez, a descompactação, o planejamento de um sistema de rotação de culturas, o manejo de restos culturais e de culturas de cobertura do solo e a dinâmica de decomposição dos resíduos vegetais, considerando o baixo revolvimento do solo (Franchini et al., 2000; Embrapa, 2003).

A manutenção dos restos culturais sobre a superfície do solo é um dos princípios básicos para o sucesso do plantio direto. O efeito desses restos culturais

sobre a temperatura, umidade e infiltração de água no solo, bem como sobre a supressão de plantas daninhas, demonstram as inúmeras vantagens que essa cobertura do solo apresenta para a conservação do solo e para o desenvolvimento das plantas (Klein et al., 2001).

Por mais que o plantio direto seja uma técnica comumente usada no cultivo agrícola do Brasil, a rotação de culturas ainda é pouco empregada no país, embora os benefícios desse sistema já tenham sido comprovados em diversas pesquisas. A rotação de culturas comerciais com espécies para cobertura vegetal do solo sob plantio direto é fundamental para a implantação e a continuidade de sistemas produtivos rentáveis, mediante eficiente reciclagem de nutrientes. Desta forma é possível inferir que essas espécies podem ser utilizadas para evitar o esgotamento do solo, repondo os nutrientes essenciais extraídos pelas culturas comerciais no processo produtivo (Borkert, 2003).

A monocultura ou sucessão de culturas produzem desequilíbrios químicos no solo, causando maior incidência de algumas espécies de plantas daninhas, pragas e doenças, além de interferir na fertilidade, nas características físicas e mecânicas do solo e na produtividade das culturas. Como exemplo, Mello Filho e Richetti (1997), ressaltaram que o cultivo do milho rotacionado com soja possui aspectos positivos como a utilização dos mesmos tipos de máquinas, equipamentos e instalações, resultando em redução de custos de produção. Além de aproveitar melhor os nutrientes do solo devido ao sistema radicular que explora diferentes profundidades e por não ser o agente multiplicador de patógenos causadores de doenças na cultura da soja.

O milho também auxilia na proteção do solo, uma vez que produz uma grande quantidade de palha e promove cobertura do solo. Silva et al. (2001) avaliando o efeito da porcentagem de cobertura do solo sobre as perdas de água, observaram redução nas perdas de água com o aumento da porcentagem de cobertura. De acordo com Oliveira e Machado (1991), percentuais mais elevados de cobertura de solo são benéficos para o desenvolvimento das culturas por auxiliar no controle das plantas daninhas e diminuir as perdas de água quando comparados a solos com pouca presença de resíduos vegetais na superfície.

Derpsch et al. (1991) afirmaram que o plantio direto, aliado ao sistema de rotação de culturas com adubação verde, constitui uma técnica que, protege o

solo contra erosão e representa uma alternativa economicamente mais rentável em relação à monocultura e ao preparo do solo convencional.

O plantio direto pode ser considerado como uma tecnologia eficiente na manutenção da qualidade física, química e biológica do solo, conseguindo manter os níveis de produtividade quando comparados a outros sistemas de produção. Comparando sistemas de manejo de solo, Baumhardt e Jones (2002) concluíram que o plantio direto aumentou a armazenagem média de água no solo (Schick et al., 2000), durante precipitação após o plantio do trigo, comparado com as práticas de subsolagem.

Bayer et al. (2000), comparando sistemas de preparo do solo, verificaram que a utilização do plantio direto reduziu pela metade a taxa de perda de matéria orgânica, em relação ao preparo convencional. Schick et al. (2000), em estudos sobre diferentes sistemas de preparo do solo, concluíram que o sistema de plantio direto é mais eficaz no controle das perdas de solo, reduzindo-as em 68 e 52% em relação à aração com duas gradagens e escarificação com gradagem, respectivamente. Bertol e Fischer (1997) compararam o plantio direto com quatro sistemas de preparo reduzido e concluíram que a cobertura do solo foi reduzida significativamente em todos os tratamentos com preparo reduzido e que o plantio direto apresentou média significativamente maior que os demais tratamentos.

Para o sucesso do sistema, atenção especial deve ser dedicada aos equipamentos utilizados, principalmente na semeadura. Segundo Alvarenga et al. (2001), as plantas de cobertura devem oferecer pequena resistência aos componentes de corte das semeadoras-adubadoras de forma que a operação de semeadura subsequente seja realizada sem dificuldades operacionais. Os autores afirmaram que a quantidade de  $6 \text{ t ha}^{-1}$  de resíduos é adequada ao sistema plantio direto, obtendo-se boa cobertura do solo. Em função disto o sistema de plantio direto na palha exige a utilização de máquinas e equipamentos precisos e eficientes no corte da palha, na abertura de pequenos sulcos e na deposição de sementes e fertilizantes.

Sendo assim, para garantir uma boa qualidade de semeadura em solos com integração lavoura-pecuária, Broch et al. (2000) afirmam a fundamental importância a seleção de componentes das semeadoras-adubadoras (combinações de discos de corte e sulcadores) de modo a obter a maior eficiência na distribuição de sementes e fertilizantes. Ressaltam também, que para cada tipo de solo e da

textura, quantidade de resíduos vegetais, compactação e fertilidade, há uma configuração que melhor se adapte e proporcione melhor qualidade de semeadura.

## 2.6 MECANISMOS SULCADORES

Os sulcadores são os elementos mais importantes das semeadoras-adubadoras de precisão para a semeadura direta, uma vez que estes mecanismos são responsáveis pela abertura do sulco para a deposição de sementes e adubo à profundidade pré-determinada (Coelho, 1996).

As semeadoras-adubadoras que existem no mercado nacional possuem dois tipos de sistemas de abertura de sulco (sulcador disco duplo e do tipo facão) para sementes e adubos. Estes variam em função do tipo e quantidade de resíduos ou plantas de cobertura, do tipo de solo, grau de compactação da camada superficial, profundidade de semeadura, velocidade e grau de mobilização do leito de semeadura desejado (Asae, 1996).

No plantio direto as semeadoras-adubadoras desempenham as funções de cortar a palha, dosar as sementes e o adubo, abrir um sulco no solo e depositar a semente e o adubo à profundidade e à distância apropriados (Fonseca, 1997). Todos estes fatores podem interagir a favor da planta cultivada otimizando a sua produtividade. Segundo Sattler (1996), a semeadora deve ter: eficiência no rompimento do solo; versatilidade; precisão e uniformidade; servibilidade e qualidade. O mesmo autor afirma que a eficiência no rompimento do solo em uma semeadora para plantio direto está ancorada em três pilares: corte e fluxo da palha, abertura dos sulcos de sementes e fertilizantes.

De acordo com Choudhary e Baker (1982), o projeto desses elementos sulcadores deve considerar a capacidade de exploração do suprimento limitado de umidade da sub-superfície, induzindo a máxima difusão de umidade na relação solo-semente, diminuir a área mobilizada na superfície do solo, mantendo o máximo de resíduos vegetais possíveis, fragmentando o solo da sub-superfície para auxiliar o ancoramento e proliferação das raízes, de forma a fechar o sulco para proteção da semente contra a radiação solar direta e manter um micro ambiente do sulco.

Araújo et al. (2001) afirmaram que o melhor facão sulcador é aquele que consegue penetrar com facilidade em solo mais compactado superficialmente,

exigindo baixa força de tração e movimentação mínima de solo no sulco. O desempenho do facão depende de vários fatores, tais como: velocidade de operação, posição em relação aos demais sulcadores de semeadora, condição do solo, nível de aderência de solo e das características geométricas do próprio facão.

Atualmente, o disco duplo é o mais utilizado pela sua menor mobilização de solo, por se adaptar melhor em terrenos mais pesados, que apresentem grande quantidade de cobertura vegetal, com menor embuchamento e pequeno esforço de tração e desgaste (Machado et al., 1996; Germino e Benez, 2006).

Ainda em áreas de integração lavoura-pecuária mal manejadas com utilização de altas cargas animal e tráfego de máquinas, mecanismos sulcadores do tipo facão podem apresentar algumas vantagens como maior capacidade de penetração em relação aos sulcadores tipo disco duplo (Lindwall e Anderson, 1977), melhor rompimento da camada superficial compactada (Araújo et al, 1999), podendo melhorar o desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas (Germino e Benez, 2006).

Contudo, apresenta como desvantagens a redução da população de plantas em função do deficiente fechamento de sulco, o maior volume de solo mobilizado e conseqüentemente maior demanda de energia (Righes et al., 1990; Tessier et al., 1991; Farret et al., 1992; Coelho, 1998).

Para Machado et al. (1996), os mecanismos sulcadores tipo facão apresentam melhores resultados em solos bem drenados, que não possuam restos vegetais, tocos ou pedras, pois este poderá sofrer embuchamento (Baker e Badger, 1979) ou danificar-se, levando a irregularidade na abertura dos sulcos e na deposição de sementes e adubo.

Além da quantidade de cobertura vegetal, de acordo com Weirich Neto (1999), a umidade da palha influencia significativamente a eficiência da semeadura, tendo os melhores resultados quando a palha estiver bem verde ou em estado avançado de decomposição. O mesmo autor verificou que a palha de trigo em processo de secagem, apresentou dificuldade de corte pelos elementos da semeadora, resultando na presença de sementes e fertilizantes em superfície.

Andreolla (2005), ao avaliar a eficácia de dois mecanismos sulcadores (facão e disco) de semeadoras-adubadoras, verificou que a profundidade do sulco foi maior para o tipo facão, resultando em diferenças significativas sobre a

produtividade da cultura, onde o sulcador tipo facão apresentou maiores valores de produtividade, quando comparado ao tipo disco. Além disso, a maior profundidade de sulco, para deposição do adubo, influenciou a produção de grãos, por beneficiarem a penetração das raízes no solo em busca de água e nutrientes.

Portella et al. (1997), avaliaram seis semeadoras de soja e oito de milho em condições de campo, estes verificaram que a emergência de plântulas foi 14% menor quando as sementes foram depositadas com sulcadores de discos, provavelmente por ficarem mais superficiais no momento do plantio. Para a cultura do milho não houve diferença significativa para o índice de emergência.

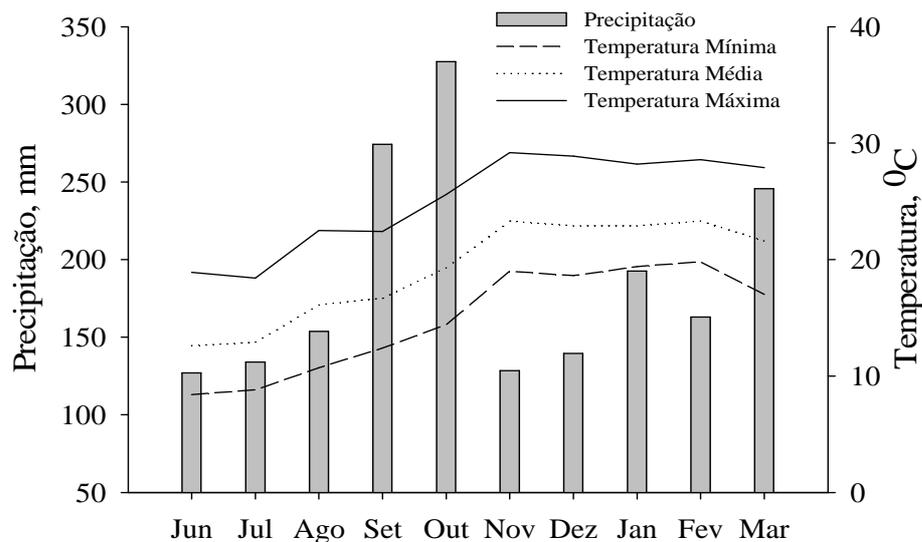
Quanto a mobilização do solo, Araújo et al. (2001) afirmam que os sulcadores do tipo facão promovem maior mobilização do solo nos sulcos de semeadura em relação aos discos duplos, exigindo maiores esforços de tração e potência dos tratores. No entanto, os efeitos da deficiência de água para germinação e emergência de plantas serão menores durante veranicos devido a profundidade (Siqueira et al., 2002).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi desenvolvido em uma propriedade particular, localizada no Município de Coronel Vivida – PR, região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense e encontra-se entre as coordenadas de 25° 07' Sul e 52° 41' Oeste com uma altitude média de 780 m.

O clima da região é o Cfa, subtropical úmido, segundo classificação de Köppen (Maak, 1968). Os dados meteorológicos do período experimental são apresentados na Figura 1.



**Figura 1** – Dados meteorológicos observados durante o período experimental. Fonte: Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2011).

#### 3.2 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em uma área cultivada no sistema de plantio direto há aproximadamente 8 anos sendo a soja a cultura antecessora ao experimento. A área é manejada em sistema de integração lavoura-pecuária sendo ocupada no verão com a rotação soja e milho e no inverno com aveia + azevém para pastejo.

Foram utilizados  $0,6 \text{ ha}^{-1}$  divididos em quatro blocos casualizados, totalizando 16 parcelas principais de  $23 \times 8,0 \text{ m}$  ( $184 \text{ m}^2$ ) onde foram estabelecidas as diferentes intensidades de pastejo (Figura 2).



**Figura 2** – Vista geral da área experimental composta de quatro blocos e 16 parcelas, com as diferentes intensidades de pastejo. Coronel Vivida – PR, 2011.

Após o pastejo, as parcelas foram subdivididas em subparcelas de  $23 \times 4,0 \text{ m}$ , ou seja, 32 unidades experimentais, cada uma com área de  $92 \text{ m}^2$ , com espaçamento de 1 m entre parcelas e de 8 m entre blocos, utilizados como corredor para a entrada dos animais nas parcelas, para manobra do conjunto motomecanizado e estabilização da velocidade no momento do plantio.

### 3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Na primeira fase do experimento foi avaliada a pastagem com o estabelecimento da aveia (*Avena strigosa*) no dia 07 de maio de 2009 e do azevém (*Lolium multiflorum*) através de ressemeadura natural.

O estabelecimento das diferentes intensidades de pastejo foi realizado até o dia 16 de setembro de 2009, totalizando 133 dias de avaliação da pastagem, enquanto que o período de avaliação da carga animal ocorreu entre o dia 27/06/2009 até 16/09/2009.

A segunda fase avaliou o desenvolvimento da cultura do milho, semeada no dia 14/10/2009 e colhido dia 06/03/2010.

### 3.4 ADUBAÇÃO DA ÁREA

O solo da área experimental é classificado como um Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico, de textura argilosa, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), apresentando relevo ondulado de textura argilosa.

A adubação da área foi realizada conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo, CQFS (2004), a partir dos valores encontrados na análise química de solo realizada na camada de 0 a 15 cm de profundidade, feita antes da realização do experimento (Tabelas 1 e 2). A coleta do solo foi feita de acordo com as recomendações da CQFS, 2004.

**Tabela 1** – Características químicas do solo na profundidade de 0 a 15 cm, obtidos antes da instalação do experimento. Coronel Vivida – PR, 2011.

Profundidade	pH	MO	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca	Mg	K	P	V
	CaCl <sub>2</sub>	Mg.dm <sup>-3</sup>	.....cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	.....cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	.....	.....	.....	mg.dm <sup>-3</sup>	%
0-15 cm	5,30	40,21	0,0	3,42	6,2	2,09	0,90	9,93	72

MO = Matéria orgânica V = Saturação de bases

**Tabela 2** – Características químicas do solo, micronutrientes, teor de argila, silte e CTC, na profundidade de 0 a 15 cm, obtidos antes da instalação do experimento (12/07/2009). Coronel Vivida – PR, 2011.

Profundidade	Cu	Fé	Zn	Mn	Argila	Silte	CTC
	.....	.....mg.dm <sup>-3</sup>	.....	.....	..... %	.....	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>
0-15 cm	4,75	50,23	3,46	184,69	53,1	39,6	12,16

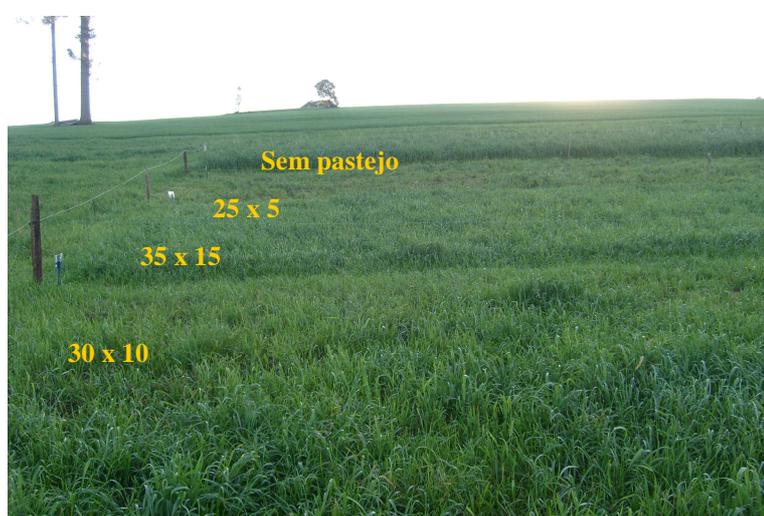
CTC = Capacidade de troca de Cátions

A cultura da aveia + azevém não recebeu adubação de base. Foram aplicados 100 kg de N ha<sup>-1</sup> divididos em duas aplicações de 50 kg ha<sup>-1</sup>, realizadas aos 30 e 70 dias após o plantio (DAP). Para a cultura do milho, utilizou-se 350 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 09-33-12 conforme recomendações da CQFS (2004) para a cultura. A adubação nitrogenada foi (150 kg de N ha<sup>-1</sup>) fracionada em duas aplicações, realizadas no estádio E1 com 4 a 6 folhas totalmente expandidas (11/11/2009) e no estádio E2 entre 8 a 12 folhas (02/12/2009), observando as

condições de clima e umidade favoráveis para o máximo aproveitamento do N no sistema. A fonte utilizada foi uréia na concentração de 45% de N.

### 3.5 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas principais constituíram as diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo; 35 x 15; 30 x 10 e 25 x 5 cm), respectivamente para as alturas de entrada e saída dos animais dos piquetes (Figura 3) e as subparcelas os dois mecanismos sulcadores (facão e disco duplo), no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições.



**Figura 3** – Parcelas principais com as diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo, 35 x 15; 30 x 10 e 25 x 5 cm, respectivamente para as alturas de entrada e saída dos animais das parcelas). Coronel Vivida – PR, 2011.

### 3.6 SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS

Para a semeadura da aveia preta comum utilizou-se uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo, para plantio direto na densidade de semeadura de 100 kg ha<sup>-1</sup>. Com base no manejo anterior da área com azevém como pastagem de inverno, o mesmo foi estabelecido na forma de ressemeadura natural.

As quatro alturas de manejo da pastagem foram obtidas mediante regulagem da oferta de forragem (aveia + azevém), alcançadas através do manejo dos animais em cada parcela. Quando a pastagem atingiu a altura de entrada de cada tratamento, (momentos distintos) os animais (seis vacas por piquete) foram

colocados nos piquetes (184 m<sup>2</sup>) onde permaneciam por um período variável de 5 a 10 horas até rebaixarem a pastagem a altura desejada. As partes não pastejadas ou refugadas pelos animais, como pela presença de dejetos, foram roçadas a fim de uniformizar a altura da pastagem, conforme o tratamento. Buscou-se com isso, proporcionar diferentes cargas animais bem como diferentes quantidades de matéria seca remanescente na área a fim de determinar qual a influência destes sobre os parâmetros da física do solo, bem como, do rendimento do milho subsequente.

A área total foi dessecada no dia 20 de setembro de 2009 com a aplicação de 3 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate. A semeadura da cultura de verão, foi realizada no dia 14/10/2009, ficando dentro do zoneamento recomendado que vai de 1° de setembro a 20 de novembro. O híbrido utilizado foi Pioneer 30R50, com 85% de germinação e 98% de pureza mínima, semeado num espaçamento de 0,83 m entre linhas e numa densidade de semeadura de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup> ou 4,8 sementes por metro linear. Os tratos culturais (controle de plantas daninhas, controle de pragas e doenças, adubação de cobertura) seguiram as recomendações do manual de cultivo de milho da Embrapa Milho e Sorgo (Embrapa, 2000).

### 3.7 CARACTERIZAÇÃO DAS MÁQUINAS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS

Para a semeadura da cultura do milho, utilizou-se uma semeadora-adubadora de precisão para plantio direto, marca Baldan, modelo PPSOLO Directa 4000 (Figura 4).



**Figura 4** – Semeadora-adubadora utilizada no experimento. Coronel Vivida – PR, 2011.

No momento do plantio utilizou-se velocidade constante de deslocamento ( $5,5 \text{ km h}^{-1}$ ), velocidade esta, considerada dentro da faixa indicada para a operação de semeadura (Balastreire, 1990; Oliveira et al., 2000).

Para tracionar a semeadora-adubadora utilizou-se um trator John Deere, modelo 6110D, 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar), com potência máxima de 57,4 kW (78 cv) no motor a 2.400 rpm, com rodado de pneus.

Os mecanismos sulcadores utilizados foram do tipo facão com formato parabólico, ângulo de ataque em torno de 20%, espessura da ponteira de 22 mm de largura e sulcador do tipo discos duplos defasados com 381 mm (15") de diâmetro (Figura 5).



**Figura 5** – Sulcadores utilizados no experimento, a) sulcador do tipo disco duplo e b) sulcador do tipo facão. Coronel Vivida – PR, 2011.

### 3.8 AVALIAÇÕES EFETUADAS

#### 3.8.1 Avaliações na pastagem

##### 3.8.1.1 Altura da pastagem

As avaliações na altura do dossel das plantas foram realizadas com um bastão graduado (*Sward stick*) ao longo do período experimental, para determinar o momento de entrada e saída dos animais dos piquetes. Antes e após cada pastejo, 20 pontos por unidade experimental eram medidos. Considerou-se a altura do pasto, como sendo a distância do nível do solo até o toque na primeira lâmina foliar da pastagem pelo marcador que corre no bastão graduado. A altura de saída era facilmente manejada porque os locais não pastejados eram uniformizados de acordo

com a altura preconizada, sendo que as avaliações de 20 pontos por parcela eram realizadas nos locais pastejados.

Todas as alturas proporcionaram 5 pastejos que ocorreram nos dias 27/06; 09/07; 27/07; 14/08 e 15/09/2009 para o tratamento 25 x 5 cm. Nos dias 01/07; 12/07; 28/07; 22/08 e 16/09/2009 para o 30 x 10 cm e nos dias 03/07; 19/07; 09/08; 24/08 e 14/09/2009 para o tratamento 35 x 15 cm. As determinações da altura do tratamento sem pastejo foram realizadas nos dias 09/07; 27/07; 22/08 e 06/09/2009, sendo que no último corte não se determinou a altura porque a pastagem estava toda acamada. É importante salientar que a entrada dos animais foi determinada em função da altura da pastagem, a qual era monitorada constantemente e que as datas acima citadas não foram pré-estabelecidas.

### 3.8.1.2 Taxa de acúmulo diário e produção total de matéria seca residual

A avaliação da taxa de acúmulo da pastagem (TA, kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) foi realizada através do corte da forragem (aveia + azevém) em um quadrado de ferro de área 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m X 0,5 m), antes de cada pastejo, dois pontos por piquete, representativos da média do crescimento da pastagem eram cortados para determinação da taxa de crescimento.

Após o pastejo, outros dois pontos, também representativos da altura de manejo preconizada eram demarcados para serem cortados anteriormente ao próximo pastejo e dois pontos eram cortados para determinação da matéria seca residual caracterizando assim a técnica do triplo emparelhamento (Figura 6).



**Figura 6** – Marcação dos pontos pela técnica do triplo emparelhamento. Coronel Vivida – PR, 2011.

A TA média ao longo do período experimental foi obtida pela da divisão da produção total de forragem pelo número de dias de avaliação.

A produção total de MS em cada período foi obtida por meio da multiplicação da taxa de acúmulo diária pelo número de dias de cada período. Através da somatória da produção de MS dos períodos, calculou-se a produção total de MS.

Para determinar a matéria seca residual, realizou-se o corte de dois pontos de 0,25 m<sup>2</sup> por piquete após o último pastejo (dias 14, 15 e 16/09/2009 para a intensidade 35 x 15, 25 x 5 e 30 x 10 respectivamente), com exceção do tratamento Sem Pastejo que estava totalmente acamado.

As amostras cortadas foram embaladas em papel, secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até massa constante e pesadas em balança de precisão de uma grama, depois convertidas para kg de MS ha<sup>-1</sup>.

### 3.8.2 Caracterização física do solo

A caracterização física do solo, realizada antes (07/05/2009) e após o pastejo (16/09/2009) determinou a granulometria, a densidade do solo, a macroporosidade, a microporosidade e a porosidade total, todos seguindo os procedimentos de rotina da Embrapa (1997).

A amostragem para realizar a análise granulométrica foi feita antes da aplicação dos tratamentos, sendo constituída por uma amostra de cada unidade experimental (Tabela 3).

**Tabela 3** – Análise granulométrica do solo da área experimental. Coronel Vivida – PR, 2011.

Partículas	Porcentual (%)
Areia	6,47
Argila	55,77
Silte	37,75

Para as demais avaliações de física do solo foi utilizado o método do anel volumétrico para a coleta das amostras. As profundidades utilizadas para estas coletas foram de 0 - 5; 5 - 10; 10 - 15 e 15 - 20 cm (Figura 7).



**Figura 7** – Coleta de solo em anel volumétrico para realização das avaliações físicas de solo. Coronel Vivida – PR, 2011.

### 3.8.3 Qualidade de semeadura

#### 3.8.3.1 Profundidade de deposição de sementes

A profundidade de deposição das sementes de milho foi determinada medindo-se o comprimento do epicótilo à semente, de dez plantas por linha, em 4 linhas por parcela. Foi utilizada uma tesoura de poda para corte da parte aérea da planta rente ao solo e, com uma espátula, foi retirada a parte enterrada no solo.

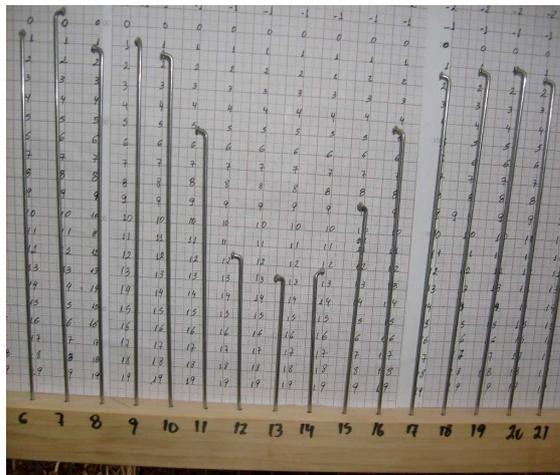
Com uma régua graduada em milímetros mediu-se o comprimento do epicótilo cortado rente a superfície do solo até a semente, correspondente a profundidade de deposição da semente.

A determinação da profundidade de deposição foi realizada quando as plântulas de milho apresentavam aproximadamente 0,05 m de altura.

#### 3.8.3.2 Área de solo mobilizado

Foi utilizado um perfilômetro (Figura 8), construído em madeira com réguas verticais graduadas em centímetros dispostas a cada 2 centímetros no sentido transversal. Logo após o plantio, foi posicionado o perfilômetro na superfície do solo e marcou-se o perfil da superfície do solo. Em seguida, virou-se o perfilômetro num ângulo de 90°, mantendo-se a base fixa ao solo, para a retirada

manual do solo mobilizado no sulco e, voltando-se novamente o perfilômetro na posição inicial, sendo anotado novamente o perfil do sulco.



**Figura 8** – Perfilômetro utilizado para medida de área de solo mobilizado. Coronel Vivida – PR, 2011.

As leituras feitas no perfilômetro foram anotadas em uma planilha e posteriormente digitadas em planilhas eletrônicas. O cálculo da área mobilizada foi obtido através da Equação (1).

$$Am = \sum (P_N - P_F) * e \quad (1)$$

Em que:

$A_m$  = área mobilizada ( $\text{cm}^2$ );

$P_N$  = perfil da superfície natural do solo a cada ponto (cm);

$P_F$  = perfil da superfície final do solo para cada ponto (cm);

$e$  = espaçamento entre as réguas verticais (cm).

### 3.8.3.3 Índice de velocidade de emergência de plântulas

Este índice foi avaliado em um comprimento de 10 m em todas as linhas de semeadura. O número de sementes inicial era determinado de acordo com a uniformidade de distribuição de sementes da semeadora-adubadora.

A contagem das plântulas emergidas foi realizada diariamente do dia 20/10 ao dia 02/11/2010 até que o número de plântulas emergidas se apresentou constante. Cada planta foi considerada emergida a partir do instante em que rompeu o solo e pode ser vista a olho nu, de algum ângulo qualquer.

A partir dessas contagens, expressou-se o índice de velocidade de emergência de plântulas, utilizando-se a Equação (2), adaptada de Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (2)$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, E_n$  = número de plantas emergidas, da primeira, à última contagem;

$N_1, N_2, N_n$  = número de dias da semeadura da primeira, à última contagem.

### 3.8.4 Desenvolvimento e produtividade da cultura do milho

#### 3.8.4.1 Medidas de diâmetro do colmo e altura de plantas

Foram realizadas avaliações de diâmetro de colmo e altura de plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura do milho. Foram três avaliações do diâmetro médio do colmo (21/11/2009, 02/12/2009 e 07/01/2010) e quatro para a altura média das plantas (09/11, 21/11 e 02/12/2009 e 07/01/2010), sendo que, para a última data (07/01/2010) determinou-se também a altura da inserção da primeira espiga.

Para a determinação do diâmetro do colmo das plantas, utilizou-se um paquímetro digital de precisão de 0,1 milímetro medindo-se no segundo internódio do colmo, a partir da superfície do solo.

Para as determinações de altura, utilizou-se uma régua graduada em centímetros, sendo que para a altura das plantas, mediu-se a distância da superfície do solo à inserção da folha bandeira no colmo das plantas, enquanto que para a altura de inserção de primeira espiga, mediu-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira espiga.

Foram avaliadas a altura e diâmetro de colmo de duas linhas centrais da parcela avaliando 20 plantas por subparcela.

#### 3.8.4.2 Componentes de rendimento do milho

Para determinação dos componentes de rendimento, foram colhidas 25 espigas por subparcela, das quais foram avaliadas o comprimento da espiga, o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileiras e a massa de mil grãos.

A massa de mil grãos foi determinada pela contagem manual de 400 grãos, pesagem com balança de precisão (1 g) e correção da umidade para 13%. Por regra de três simples, extrapolando esta massa para mil grãos.

#### 3.8.4.3 Rendimento do milho

Para o cálculo da produtividade da cultura do milho, foram colhidas as três linhas centrais com 5 m de comprimento. As espigas foram colhidas manualmente, sendo armazenadas em sacos e identificadas. Em seguida foram trilhadas com trilhadora estacionária e pesadas com balança de precisão (1 g).

Depois foram pesadas e amostradas para determinação do teor de água dos grãos, a qual foi determinada pelo método da estufa a 65°C até atingir peso constante. Os valores foram extrapolados para a produção da área útil colhida para um hectare, sendo a produtividade calculada com o teor de água dos grãos corrigido para 13%.

### 3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância para verificar possíveis interações entre os fatores intensidade de pastejo e mecanismos sulcadores, usando um nível de significância de 5%. Na ausência de interação entre os fatores, foi realizado o teste Tukey a 5% de significância, para comparar as médias das intensidades de pastejo. Para o mecanismo sulcador, não foi necessária a submissão dos dados ao teste Tukey, foi empregada apenas a análise de variância já que para dois tratamentos a mesma é suficiente para verificar diferenças pelo teste t. Para tal, utilizou-se do programa estatístico SAS.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES NA PASTAGEM

#### 4.1.1 Altura da pastagem

A entrada dos animais na pastagem ocorreu em datas diferentes, uma vez que as alturas preconizadas de entrada dos animais eram diferentes. A relação entre a média da altura pretendida e a altura real é apresentada na Tabela 4, onde verifica-se, que as alturas reais de manejo da pastagem ficaram bem próximas das alturas preconizadas, tanto para a altura de entrada como para de saída dos animais.

**Tabela 4** – Valores de altura de plantas (cm) de aveia + azevém avaliadas antes e após o pastejo nas diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo, 35 x 15, 30 x 10 e 25 x 5 cm) no período experimental de 27/06/09 até 16/09/2009. Coronel Vivida – PR, 2011.

Períodos		Intensidade de pastejo	Altura real manejada	
Corte	Datas		Antes	Depois
1	09/07/2009	Sem Pastejo	40,85 Aa	40,85 Aa
1	03/07/2009	35 – 15	35,95 Ab	13,90 Bb
1	01/07/2009	30 – 10	29,35 Ac	13,70 Bb
1	27/06/2009	25 – 05	26,65 Ad	5,70 Bc
2	27/07/2009	Sem Pastejo	51,85 Aa	51,85 Aa
2	19/07/2009	35 – 15	37,25 Ab	15,10 Bb
2	12/07/2009	30 – 10	32,55 Ac	11,10 Bc
2	09/07/2009	25 – 05	24,70 Ad	5,85 Bd
3	22/08/2009	Sem Pastejo	69,00 Aa	69,00 Aa
3	09/08/2009	35 – 15	38,00 Ab	16,90 Bb
3	28/07/2009	30 – 10	30,40 Ac	11,60 Bc
3	27/07/2009	25 – 05	21,85 Ad	5,50 Bd
4	09/09/2009	Sem Pastejo	75,95 Aa	75,95 Aa
4	24/08/2009	35 – 15	40,55 Ab	20,55 Bb
4	22/08/2009	30 – 10	34,4 Ac	12,55 Bc
4	14/08/2009	25 – 05	26,5 Ad	6,50 Bd
5	-	Sem Pastejo	-	-
5	14/09/2009	35 – 15	40,91 Aa	17,91 Ba
5	16/09/2009	30 – 10	38,25 Aa	13,24 Bb
5	15/09/2009	25 – 05	41,35 Aa	7,03 Bc

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.  
Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Observa-se também que as alturas de entrada e saída dos animais diferiram entre todas as intensidades de pastejo para os quatro primeiros períodos

de avaliação, comprovando que houve efeito das diferentes intensidades de pastejo. Para o último pastejo, a altura de entrada dos animais não diferiu entre as intensidades porque se optou por uniformizar o último pastejo em datas iguais a fim de encerrar o pastejo em datas próximas, variando um ou dois dias em função da necessidade de ter os animais para realizar o pastejo.

#### 4.1.2 Taxa de acúmulo, produção de matéria seca e massa seca residual

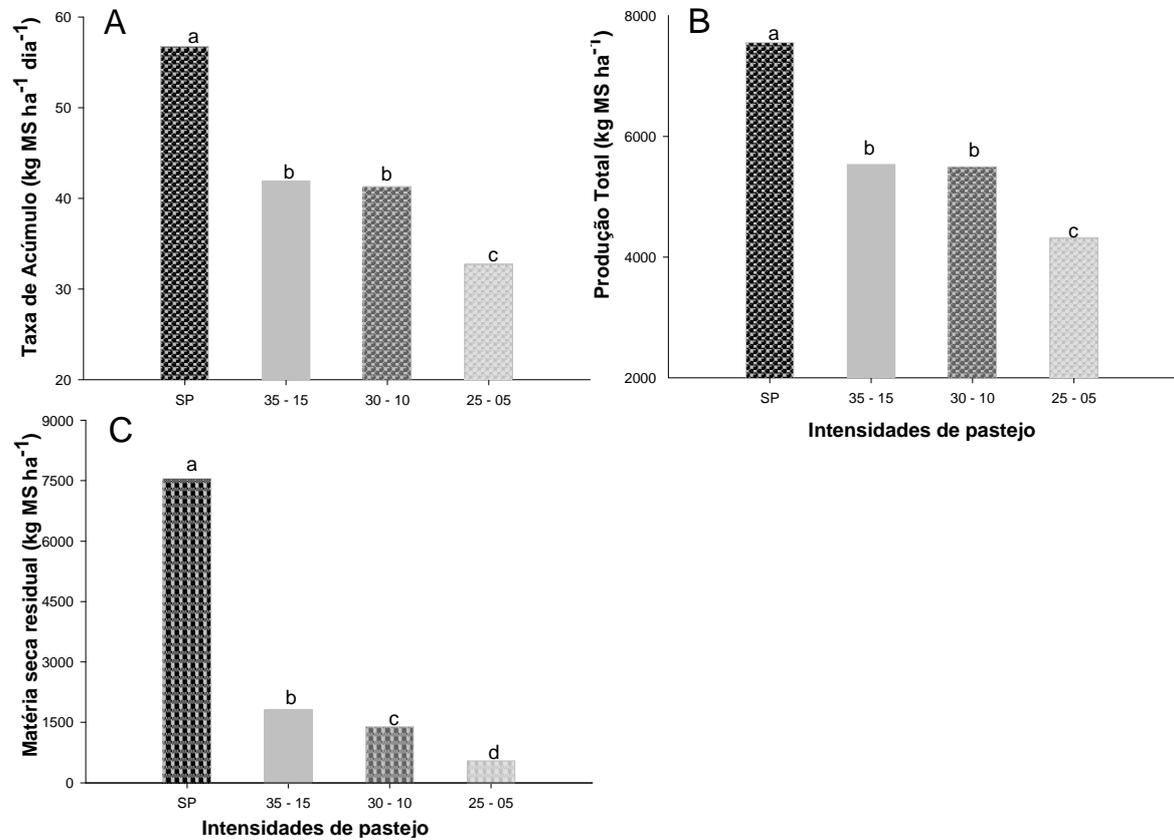
Nas Figuras 9A, 9B e 9C são apresentados, respectivamente os resultados da taxa de acúmulo ( $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), produção total de matéria seca ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) e massa seca residual da aveia ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ), onde verifica-se que as diferentes intensidades de pastejo influenciaram significativamente todos os parâmetros avaliados.

As taxas médias de acúmulo (TA) (Figura 9A) foram de 56,75; 41,90; 41,31 e 32,74  $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  correspondendo a uma produção total de 7.548, 5.531, 5.494 e 4.322  $\text{kg MS ha}^{-1}$ , respectivamente, para os tratamentos Sem Pastejo, 35 x 15, 30 x 10 e 25 x 5 cm (Figura 9B). Os valores demonstram que os tratamentos 35 x 15 e 30 x 10 cm, apesar de produzirem menos que o tratamento Sem Pastejo, não diferiram entre si, porém, estes diferiram do tratamento 25 x 5 cm devido ao menor índice de área foliar e conseqüentemente baixa atividade fotossintética deste tratamento, fazendo com que ocorressem diferenças na produção total de matéria seca.

É importante considerar que nos tratamentos com pastejo, a aveia preta comum praticamente desapareceu das parcelas a partir do mês de agosto restando apenas o azevém (azevém de ressemeadura), enquanto que no tratamento Sem Pastejo, a aveia representou uma grande proporção da produção total de forragem, possivelmente pela falta de roçada do tratamento Sem Pastejo. Ainda, como o período de pastejo foi encerrado antecipadamente (17/09/2009), em função do plantio do milho, o azevém não conseguiu contribuir muito para os tratamentos com pastejo, resultando na menor produtividade em relação ao tratamento sem pastejo.

Isto reforça a afirmação de Adami et al. (2006) de que a aveia preta comum é precoce e sob altas intensidades de pastejo, não consegue se manter

produtiva, demonstrando a importância da utilização de cultivares de aveia melhorada e de ciclo longo ou mesmo a semeadura de azevém.



**Figura 9** – Taxa de acúmulo (A) (kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), produção total de matéria seca (B) (kg MS ha<sup>-1</sup>) e matéria seca remanescente (C) (kg MS ha<sup>-1</sup>) da aveia + azevém nas diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo, 35 x 15, 30 x 10 e 25 x 5 cm, respectivamente para as alturas de entrada e saída dos animais). Coronel Vivida - PR, 2011.

Produções similares de massa seca de aveia foram encontradas por outros pesquisadores, entretanto, por haver poucos trabalhos manejados sob pastejo com lotação intermitente, as comparações foram feitas com trabalhos realizados com pastejo em lotação contínua e taxa de lotação variável. Assmann et al. (2004) avaliando o desempenho da aveia branca melhorada + azevém com 100 kg N ha<sup>-1</sup> em sistema de pastejo com lotação contínua (93 dias de pastejo) e altura preconizada de manejo de 14 cm observou taxa de acúmulo de 37,1 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e produção total de 4.706 kg MS ha<sup>-1</sup>. Os dados se assemelham como os encontrados neste trabalho, quando comparados com a altura média de manejo (altura real de entrada mais altura de saída).

Canto et al. (1997) observaram uma produção total de matéria seca de aveia preta de 4.545 kg ha<sup>-1</sup> quando fertilizado com 100 kg de N ha<sup>-1</sup>. Moreira et al. (2001) avaliando a aveia preta IAPAR 61 sob cortes e 100 kg de N ha<sup>-1</sup> relatam produção de 4.993 kg MS ha<sup>-1</sup>, resultados semelhantes aos obtidos neste experimento.

Cassol (2003), em trabalho similar, porém, em pastejo com lotação contínua, encontrou valores de TA de 46,5; 43,6 e 35,2 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e produção total de 7.542, 7.118 e 5.973 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para as alturas de manejo de 30, 20 e 10 cm em pastejo com lotação contínua. As diferenças entre os tratamentos em relação ao trabalho de Cassol (2003) podem ser explicadas, primeiro pela menor altura de manejo e segundo pela diferença na contribuição que a aveia e azevém tiveram entre os trabalhos.

O índice de precipitação ocorrido durante o período de cultivo das espécies de inverno atendeu as necessidades das culturas (Figura 1). Bacchi et al. (1996) relatam que para um período de cultivo de 120 dias o consumo de água da aveia é de cerca de 450 mm, com uma média de consumo diário da ordem de 4 mm. Os valores máximos dessa demanda foram observados aos 40 DAP e 30 e 60 dias após o corte, atingindo valores da ordem de 5 a 6 mm por dia.

Os valores da massa seca residual média (Figura 9C) foram de 1.821, 1.392 e 545 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivo aos tratamentos 35 x 15; 30 x 10 e 25 x 5 cm, os quais apresentaram alturas reais de 17,91; 13,24 e 7,03 cm após o último pastejo dos animais.

Estes valores foram semelhantes aos encontrados por Cassol (2003), que reportou valores de massa de forragem de 2.120 e 622 kg de MS ha<sup>-1</sup>, para as alturas de 20 e 10 cm de altura, respectivamente. É importante considerar que os animais não conseguiram rebaixar a pastagem uniformemente, pela seletividade, pela presença de resíduos como fezes e urina. Ainda os pontos de corte foram realizados nos locais representativos das alturas preconizadas, sendo o restante da parcela roçada e o resíduo retirado da parcela.

Observou-se ainda, que o resíduo de forragem obtido nos tratamentos com altura de pastejo inferior a 10 cm não conseguiram manter uma adequada quantidade de palha para implantação da lavoura no sistema de semeadura direta, que segundo Alvarenga et al. (2001), gira em torno de 6 t ha<sup>-1</sup>. O resíduo remanescente teve um aumento linear com o aumento da altura de manejo da

pastagem, assim, quanto maior a altura remanescente da pastagem, maior será a quantidade de resíduos que permanecerão sobre a superfície do solo, contribuindo para retenção de água e aumento da matéria orgânica do mesmo.

## 4.2 RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES DE SOLO

### 4.2.1 Análise física do solo

A Tabela 5 apresenta os resultados da densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade realizada antes e após o período de pastejo da aveia + azevém nas diferentes profundidades do solo e em função das intensidades de pastejo.

Não houve interação para densidade de solo entre época de amostragem (antes e pós pastejo) e profundidade de amostragem ou intensidade de pastejo, porém é possível observar que houve diferença significativa para densidade do solo entre intensidades de pastejo, profundidade de amostragem e época de amostragem.

**Tabela 5** – Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ), porosidade total ( $\text{g cm}^{-3}$ ), microporosidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e macroporosidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ) do solo em função da altura de manejo da pastagem, das profundidades e dos períodos de avaliação. Coronel Vivida – PR, 2011.

Altura da pastagem (cm)	Densidade do solo	Porosidade total	Microporosidade	Macroporosidade
Sem pastejo	1,27 a	58,36 a	45,73 a	12,63 a
35 x 15	1,35 ab	58,84 a	46,15 a	12,68 a
30 x 10	1,38 b	57,29 a	45,92 a	11,37 a
25 x 5	1,39 b	58,72 a	46,86 a	11,83 a
Profundidades (cm)	Densidade do solo	Porosidade total	Microporosidade	Macroporosidade
0 a 5	1,41 a	57,58 a	45,83 a	11,75 a
5 a 10	1,37 a	57,78 a	45,92 a	11,86 a
10 a 15	1,35 ab	57,72 a	45,35 a	12,37 a
15 a 20	1,26 b	60,12 b	48,45 b	11,67 a
Período de Avaliação	Densidade do solo	Porosidade total	Microporosidade	Macroporosidade
Antes Pastejo	1,31 a	59,9 a	46,25 a	13,64 a
Depois pastejo	1,38 b	56,7 b	46,05 a	10,62 b

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

É possível observar que a densidade do solo aumentou com o aumento das intensidades de pastejo e houve diferenças entre os períodos de avaliação, sendo que a amostragem após pastejo apresentou maior densidade de solo. Estes dados demonstram o efeito negativo de altas intensidades de pastejo sobre as características físicas do solo. De acordo com Arshad et al. (1996), densidades do solo acima de  $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ , em solos argilosos pode ser restritiva ao crescimento radicular.

Petean et al. (2009), avaliando a influência da altura de pastejo de aveia e azevém (7, 14, 21 e 28 cm) na qualidade física do solo sob interação lavoura-pecuária, observaram densidade do solo semelhante entre a menor intensidade de pastejo e o tratamento testemunha (sem pastejo), com aumentos em função do acréscimo das intensidades de pastejo. O estudo demonstrou que os efeitos do manejo, especificamente do pisoteio animal, foram localizados na camada superficial do solo.

No sistema de plantio direto é comum a ocorrência de compactação da camada superficial do solo que, dependendo do seu nível, pode prejudicar o desenvolvimento das plantas. Salton et al. (2002) também relatam que o pisoteio dos animais pode causar alterações em atributos físicos do solo. Trabalhando com lotação rotacionada entre junho a agosto e utilizando um lote de 15 novilhos com massa média de 250 kg, esses autores encontraram elevação na densidade do solo na camada de 0-5 cm, em cerca de 60% da área de aveia, em latossolo vermelho distroférico argiloso.

Andreolla e Gabriel Filho (2006) também observaram uma maior compactação em áreas sob pastejo até a camada de 0 a 5 cm, diminuindo a partir desta profundidade. Cassol (2003), avaliando o efeito de diferentes intensidades de pastejo sobre a compactação do solo também observou uma maior densidade na camada de 0 a 2,5 cm com redução desta com o aumento da profundidade.

Deste modo, em sistemas de integração lavoura-pecuária, deve-se dar atenção especial à altura de manejo da pastagem ou pressão de pastejo, controlada através do ajuste da carga animal. Se a lotação utilizada é moderada, em geral, acontece um adensamento do solo, fato este que pode comprometer o desenvolvimento vegetal, dependendo da influência sobre a macro e microporosidade do solo. No entanto, a compactação pode ocorrer em elevadas

intensidades de pastejo comprometendo o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Cassol (2003) relata que há uma forte tendência do pastejo aumentar a densidade do solo nos primeiros centímetros, entretanto, relata também, que após o ciclo da soja, os valores de densidade voltaram a ficar muito próximos da situação original. Isso demonstra que os possíveis efeitos negativos do pisoteio podem ser revertidos após o cultivo da lavoura de verão devido à ação regeneradora que a própria planta exerce pelo seu desenvolvimento radicular.

Ao contrário do esperado, não houve diferença entre as distintas alturas de manejo da pastagem para a porosidade total (Tabela 4), macro e microporosidade. Todavia, a porosidade total e a macroporosidade avaliadas antes e após o período de pastejo diferiram e foram de 59,90 e 56,01 g cm<sup>-3</sup> e 13,64 e 10,62 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente, sendo a possível redução explicada pelo período de pastejo e aumento da densidade do solo observada.

### 4.3 RESULTADOS DA QUALIDADE DE SEMEADURA

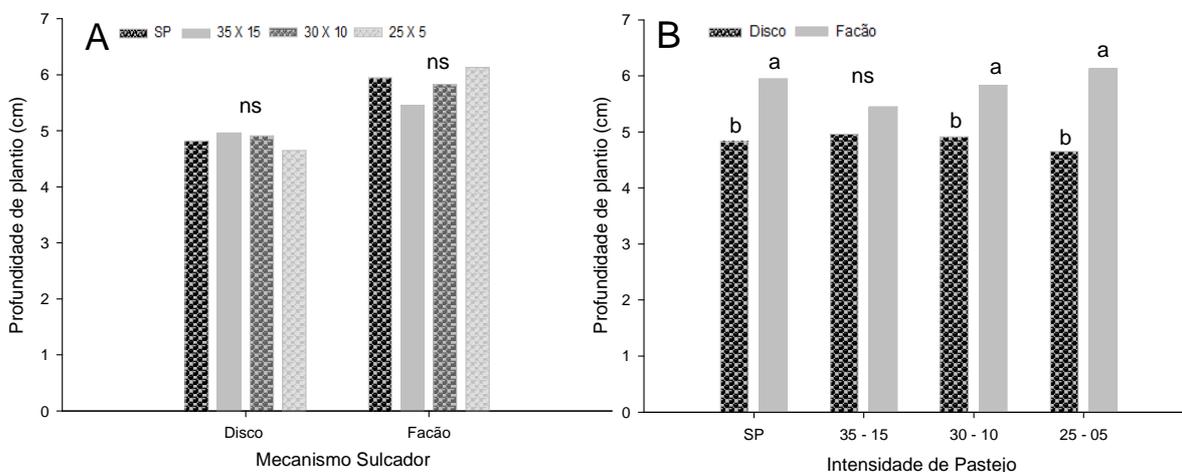
#### 4.3.1 Profundidade de deposição de sementes de milho

Nas Figuras 10A e 10B são apresentados os resultados de profundidade de deposição de sementes em função das diferentes intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores, onde observa-se interação entre os tratamentos. Quando confrontado as diferentes intensidades de pastejo para com o mecanismo sulcador, não foram identificadas diferenças significativas (Figura 10A).

Comparando os mecanismos sulcadores em função das diferentes intensidades de pastejo (Figura 10B), observa-se que, com exceção do tratamento 35 x 15 cm, o sulcador tipo facão proporcionou maior profundidade de semeadura em relação ao disco duplo.

Fey (2000), Silva (2003), Andreolla (2005) e Andreolla e Gabriel Filho (2006), também observaram diferenças significativas entre os mecanismos sulcadores, obtendo maiores valores de profundidade de deposição de sementes no mecanismo sulcador tipo facão em relação ao mecanismo de disco. Lindwall e Anderson (1977) também relatam a maior capacidade de penetração dos sulcadores

tipo facão, em relação aos de disco duplo, em solos não preparados e com densidade do solo superior a  $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ .



**Figura 10** – Profundidade de deposição de sementes (cm) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B). Coronel Vivida – PR, 2011.

A diferença ocorrida no tratamento Sem Pastejo entre os mecanismos sulcadores, pode ser explicada pela necessidade de corte de uma grande quantidade de palha residual da aveia + azevém (Figura 09). Para Koakoski et al. (2007), em áreas com boa cobertura do solo, o uso de semeadoras equipadas com facão, na maioria das vezes, provoca o rastelamento da palha, e quando equipadas com disco de corte, é comum a distribuição superficial das sementes, o que dificulta a obtenção de um adequado estande inicial das culturas.

Para os tratamentos 25 x 5 e 30 x 10 cm, as diferenças se explicam pela maior capacidade do facão de romper o solo mantido sobre pastejo no inverno, depositando assim as sementes a maiores profundidades.

Observa-se que no tratamento 35 x 15, as diferenças entre mecanismos sulcadores deixam de existir, uma vez que o residual deixado é menor, e assim, facilmente cortado pelo disco. Além disso, a resistência do solo proporcionado pelo pisoteio dos animais não é suficiente para comprometer a eficiência do disco apresentando-se como uma boa opção para esta intensidade de pastejo.

A maior diferença ocorreu no tratamento 25 x 5 cm, onde a profundidade de deposição de sementes no tratamento com disco foi de 4,65 cm e no facão de 6,13, ou seja, 1,48 cm de diferença entre os tratamentos.

De maneira geral, a profundidade de deposição de sementes foi adequada, estando os valores médios compreendidos entre 4 e 6 cm, valores estes recomendados pela Embrapa (1993) para a cultura do milho.

#### 4.3.2 Área de solo mobilizada

Na Tabela 6, são apresentados os valores médios da área de solo mobilizada em função das diferentes intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores, onde observou-se diferenças significativas entre os mecanismos sulcadores, sendo que o uso do sulcador do tipo facão provocou um aumento de 46,12% na área de solo mobilizada quando comparado ao mecanismo tipo disco duplo.

Esse resultado pode ser atribuído a maior profundidade de trabalho obtida pelo mecanismo tipo facão (Figura 10B) e pela maior largura da ponteira deste sulcador, quando comparado ao disco duplo.

**Tabela 6** – Área de solo mobilizada (cm<sup>2</sup>) em função da altura de manejo da pastagem. Coronel Vivida – PR, 2011.

Altura da pastagem (cm)	Área de solo mobilizada (cm <sup>2</sup> )
Sem pastejo	97,60 a
35 x 15	74,25 a
30 x 10	90,85 a
25 x 5	85,63 a
Sulcadores	Área de solo mobilizada (cm <sup>2</sup> )
Disco duplo	70,76 b
Facão	103,40 a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os obtidos por Araújo et al. (2001), Cepik et al. (2002), Grego (2002), Silva (2003), Mello et al. (2003). Estes autores relatam que os sulcadores do tipo facão promovem maior mobilização de solo nos sulcos de semeadura, em relação aos discos duplos, aumentando à área de solo descoberto, a incidência de plantas daninhas, a possibilidade de falhas no aterramento do sulco e a ocorrência de erosão.

Para os autores, quanto maior o teor de argila e de água no solo, na operação de semeadura, maior é a aderência do mesmo nos sulcadores (independentemente de seu tipo), fato este responsável pela abertura de sulcos

mais largos, aumentando a mobilização do solo e a possibilidade de ocorrência de embuchamentos.

Silva et al. (2006) afirmam que o sulcador tipo facão foi projetado para abrir o sulco para a deposição de fertilizantes e para romper camadas de solo mais adensadas. Ao contrário, o mecanismo sulcador tipo disco duplo, apenas abre o sulco para deposição de fertilizante, possibilitando menor mobilização do solo.

#### 4.3.3 Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios do IVE em função das diferentes intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores, onde verifica-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos e nem interação entre os mesmos.

Andreolla (2005) ao estudar a eficácia de sulcadores de semeadoras-adubadoras na cultura da soja sob integração lavoura-pecuária concluiu que tanto o sistema de pastejo, quanto o tipo de elemento sulcador não alteraram a velocidade de emergência das plantas, dados condizentes com os encontrados neste trabalho.

**Tabela 7** – Índice de velocidade de emergência de plântulas - IVE. Coronel Vivida – PR, 2011.

Altura da pastagem (cm)	IVE
Sem pastejo	9,15 a
35 x 15	9,62 a
30 x 10	9,48 a
25 x 5	9,82 a
Sulcadores	IVE
Disco duplo	9,59 a
Facão	9,46 a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Camilo et al. (2004), trabalhando com os mesmos sulcadores, no plantio direto do feijão, obtiveram maior índice de velocidade de emergência com o mecanismo sulcador tipo facão. Essa diferença pode ser atribuída à maior profundidade de deposição das sementes obtida pelos autores com mecanismo tipo discos duplos e ao alto teor de água no solo.

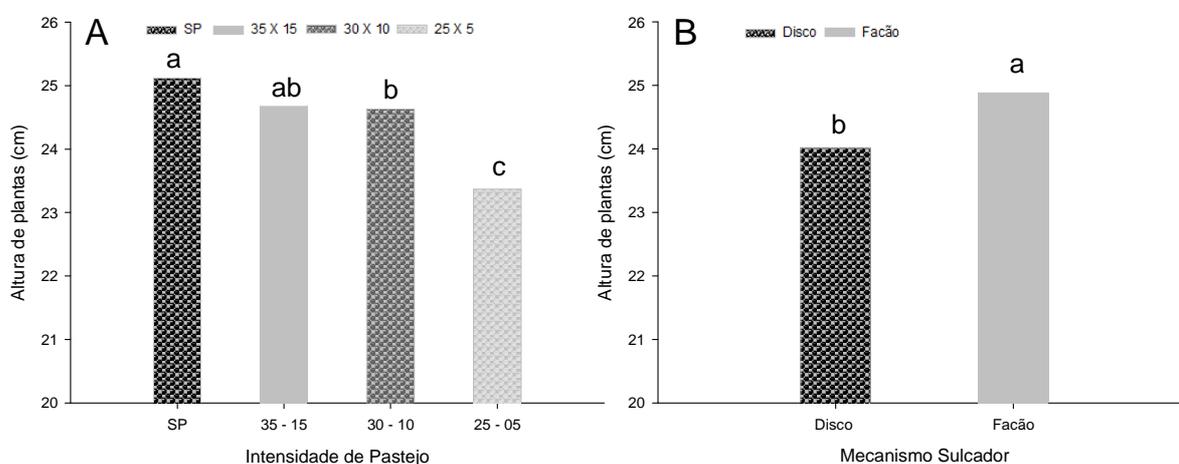
## 4.4 RESULTADOS DO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DAS PLANTAS

### 4.4.1 Altura de plantas do milho

Nas Figuras 11, 12, 13 e 14 são apresentadas as alturas de plantas da cultura do milho em função dos mecanismos sulcadores e intensidades de pastejo, para as diferentes épocas de avaliação.

Observa-se na Figura 11 que não houve interação entre intensidades de pastejo e os mecanismos sulcadores para a primeira avaliação de altura de plantas (27 DAP), no entanto, a altura das plantas de milho diferiu entre as intensidades de pastejo e entre os mecanismos sulcadores.

Com relação a altura inicial de plantas (Figura 11A), observa-se que o tratamento 25 x 5 cm apresenta as menores alturas iniciais. O fato pode ser explicado pela maior densidade do solo obtida neste tratamento (Tabela 5), isso reduz o sistema radicular e conseqüentemente influencia na absorção de água e nutrientes, vindo a conferir um menor desenvolvimento inicial devido a emergir plantas com estabilidade a campo.



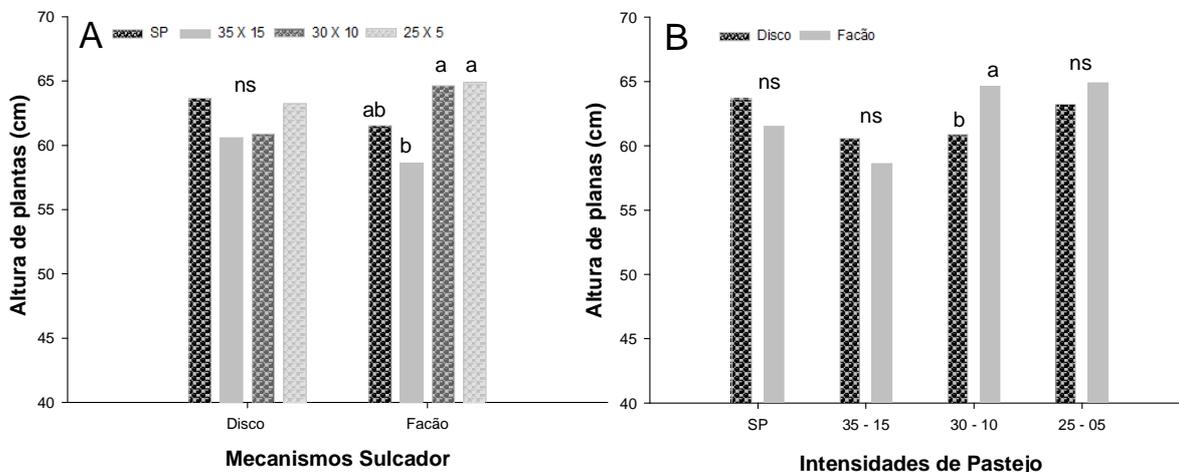
**Figura 11** – Altura de plantas 27 dias após o plantio (cm) (09/11/2009) nas diferentes intensidades de pastejo (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores (B). Coronel Vivida – PR, 2011.

O maior desenvolvimento inicial das plantas de milho observado para o mecanismo sulcador tipo facão (Figura 10B), pode ser explicado pela maior capacidade de rompimento do solo e maior profundidade de deposição da semente, visto que os sulcos mais profundos podem ter beneficiado a penetração das raízes

no solo a maiores profundidades, o que facilita a busca de água e nutrientes. Estes resultados corroboram com Silveira e Stone (2003).

Na Figura 12 se observa que houve interação entre intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores para a avaliação de altura de plantas (39 DAP). Quando comparado as diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador (Figura 12A), observa-se que a altura de plantas não diferiu quando da utilização do sulcador tipo disco duplo. Já para Mahl (2006), avaliando a altura de plantas em período similar ao deste trabalho, observou efeito inverso, ou seja, os discos de corte influenciaram positivamente este parâmetro.

Por outro lado, o uso do facão resultou em comportamento diferenciado no desenvolvimento inicial do milho, sendo que os tratamentos 25 x 5 e 30 x 10 cm apresentaram maior altura de plantas quando comparado com o tratamento 35 x 15 cm, possivelmente pela melhor plantabilidade proporcionada pelo uso do facão nestes tratamentos. O tratamento Sem Pastejo, no entanto, não diferiu dos demais e o tratamento 35 x 15 cm apresentou a menor altura de plantas, não justificando seu uso em relação ao disco.



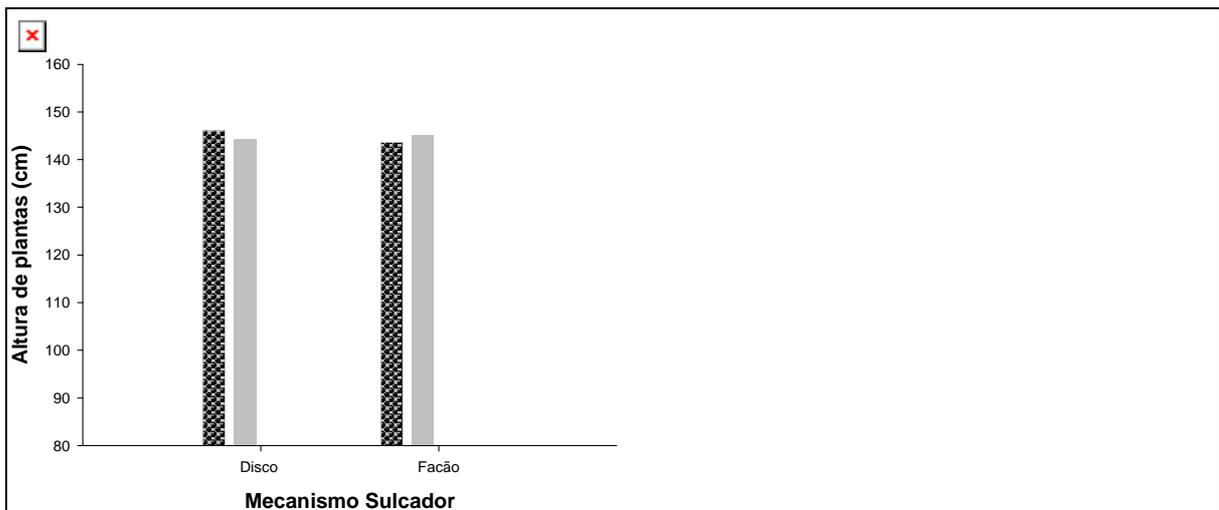
**Figura 12** – Altura de plantas 39 dias após o plantio (cm) (21/11/2009) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B). Coronel Vivida - PR, 2011.

Comparando-se os mecanismos sulcadores em função das diferentes intensidades de pastejo (Figura 12B), observam-se diferenças significativas somente para o tratamento 30 x 10 cm, onde o uso do facão interferiu no desenvolvimento inicial, resultando em maior altura de plantas. As demais intensidades de pastejo não diferiram quanto ao tipo de mecanismo sulcador, apesar dos dados

demonstrarem uma tendência do mecanismo facão ser melhor para as maiores intensidades de pastejo e o disco para as menores intensidades.

Observa-se que com o passar do ciclo do milho, estas diferenças entre alturas de plantas tendem a se agravar em função dos tratamentos (Figuras 13A e 13B). Comparando a interação entre intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores, nota-se que para a avaliação da altura de plantas, realizada 49 DAP, diferenças entre os mecanismos sulcadores dentro das intensidades de pastejo e vice-versa. Observar

Comparando as diferentes intensidades de pastejo em função dos mecanismos sulcadores (Figura 13A), não se obteve diferenças para o mecanismo facão, todavia, para o mecanismo sulcador tipo disco, o desenvolvimento de plantas foi menor para as maiores intensidade de pastejo. Com exceção dos tratamentos sem pastejo e 35 x 15 cm, nos demais tratamentos o uso do facão resultou em maior altura de plantas (Figura 13B).



**Figura 13** – Altura de plantas 49 dias após o plantio (cm) (02/12/2009) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida – PR, 2011.

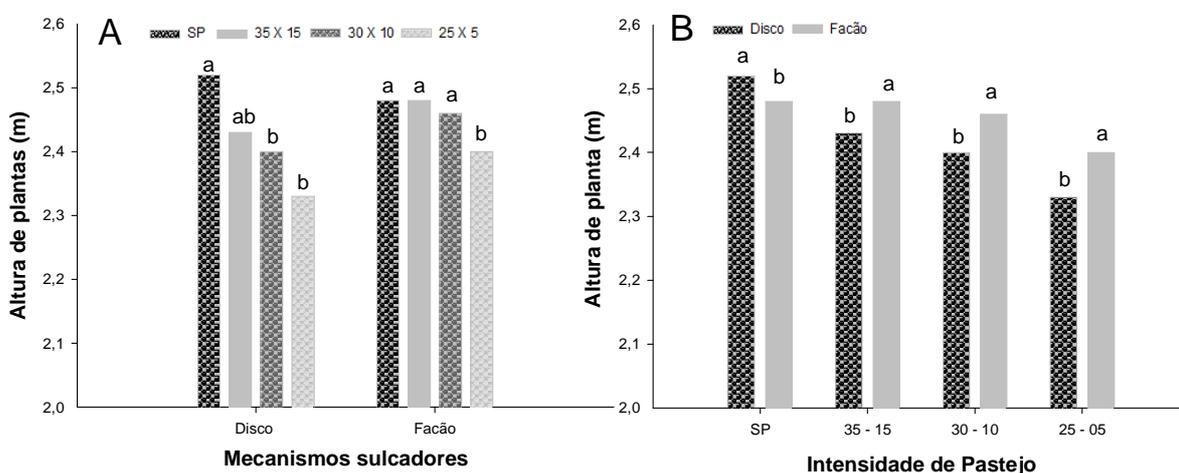
Analisando as intensidades de pastejo em função dos mecanismos sulcadores (Figura 14A), observa-se que nos tratamentos com disco, a altura de plantas aos 86 DAP diminuiu a medida que as intensidades de pastejo aumentaram, apesar do tratamento Sem Pastejo não diferir do 35 x 15 cm e este não diferir dos demais.

Estas diferenças não foram significativas para as intensidades de pastejo onde se utilizou o facão como mecanismo sulcador, sendo que apenas a

intensidade 25 x 5 cm diferiu das demais, demonstrando que apesar de ser superior em relação ao disco (Figura 14B), ainda ocorre interferência no desenvolvimento das plantas, possivelmente explicados pela compactação do solo neste tratamento.

O melhor desenvolvimento das plantas representado pela maior altura no tratamento com o uso do facão se deve a maior capacidade de romper o solo, uma vez que este mecanismo sulcador apresentou maior profundidade de deposição de semente (Figura 10), rompendo assim a camada superficial (Tabela 5).

Estes resultados se contrapõem aos de Rosa et al. (2008), que ao avaliarem a altura de plantas de milho após o término do enchimento de grãos (R5), sob diferentes mecanismos sulcadores, não encontraram diferenças estatísticas quanto à altura de plantas.



**Figura 14** – Altura de plantas 86 dias após o plantio (cm) (07/01/2010) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida - PR, 2011.

#### 4.4.2 Diâmetro de colmos das plantas de milho

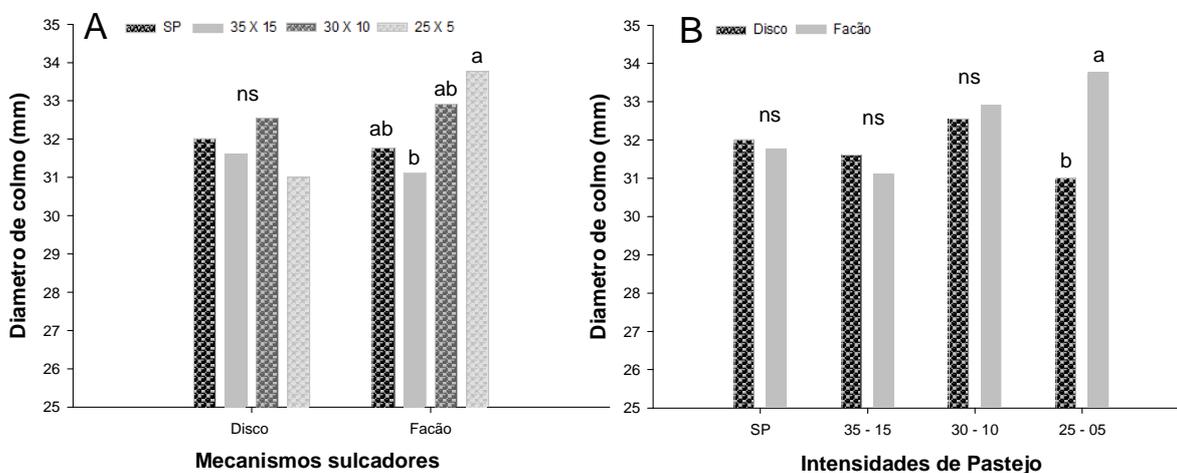
Na Tabela 8 são apresentados os valores médios do diâmetro de colmo aos 39 DAP, onde verifica-se que não houve interação entre os tratamentos, diferindo apenas entre as intensidades de pastejo. O diâmetro do colmo no tratamento Sem Pastejo diferiu dos demais, apresentando maior valor na ordem de 27,56 mm.

**Tabela 8** – Diâmetro de colmo (mm) 39 DAP (21/11/2009) nas diferentes intensidades de pastejo. Coronel Vivida – PR, 2011.

Altura da pastagem (cm)	Diâmetro de colmo (mm)
Sem pastejo	27,96 a
35 x 15	26,76 b
30 x 10	26,70 b
25 x 5	25,95 b
Sulcadores	
Diâmetro de colmo (mm)	
Disco duplo	26,70 a
Facão	26,98 a

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Já aos 49 DAP obteve-se interação entre intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores para o diâmetro de colmo (Figura 15). Quando comparado as diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador facão (Figura 15A), teve um maior diâmetro de colmo no tratamento 25 x 5 cm, que diferiu do 35 x 15 cm, possivelmente pela menor altura de plantas no tratamento 25 x 5 cm, visto que quanto mais alta a planta menor o diâmetro de colmo. Ainda, infere-se que plantas mais altas no dossel interceptam mais luz e podem refletir em uma taxa fotossintética maior o que conseqüentemente resulta em maior acúmulo de biomassa e maior produção.



**Figura 15** – Diâmetro de colmo (mm) 49 DAP (02/12/2009) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida, 2011.

Para Beleze et al. (2003), o aumento na produção de MS verificado com o avanço do estágio de maturidade dos híbridos teve correlação positiva com o aumento da produção de grãos ( $R^2 = 64,3\%$ ). A produção de MS correlacionou-se positivamente com a percentagem de espiga ( $R^2 = 56,0\%$ ) e negativamente ( $R^2 = -56,7\%$ ) com a percentagem de colmo + bainha (em relação a planta inteira). Diante

destes resultados, infere-se que quanto maior o diâmetro de colmo, menor o índice de rendimento (proporção entre a massa da planta e a massa da espiga) devido a maior contribuição do colmo na massa seca total (fotoassimilados para produção de colmo) e conseqüentemente menor a produtividade.

Comparando-se os mecanismos sulcadores dentro das diferentes intensidades de pastejo (Figura 15B), pode-se observar que houve diferenças para a intensidade de pastejo 25 x 5 cm. Neste tratamento, a influência do facão além de apresentar maior altura, a planta também apresentou maior diâmetro de colmo.

No início do desenvolvimento, a relação entre altura de planta e diâmetro de colmo foi menos expressiva, entretanto, com o crescimento das plantas estas diferenças aumentaram, sendo que para a avaliação de diâmetro de colmo 86 DAP houve diferenças entre mecanismos sulcadores corroborando com a observação da relação entre altura e diâmetro (Tabela 9).

**Tabela 9** – Diâmetro de colmo (mm) 86 DAP (07/01/2010) nas diferentes intensidades de pastejo. Coronel Vivida – PR, 2011.

Altura da pastagem (cm)	Diâmetro de colmo (mm)
Sem pastejo	26,73 a
35 x 15	27,19 a
30 x 10	27,43 a
25 x 5	27,11 a
Sulcadores	Diâmetro de colmo (mm)
Disco duplo	27,36 a
Facão	26,87 b

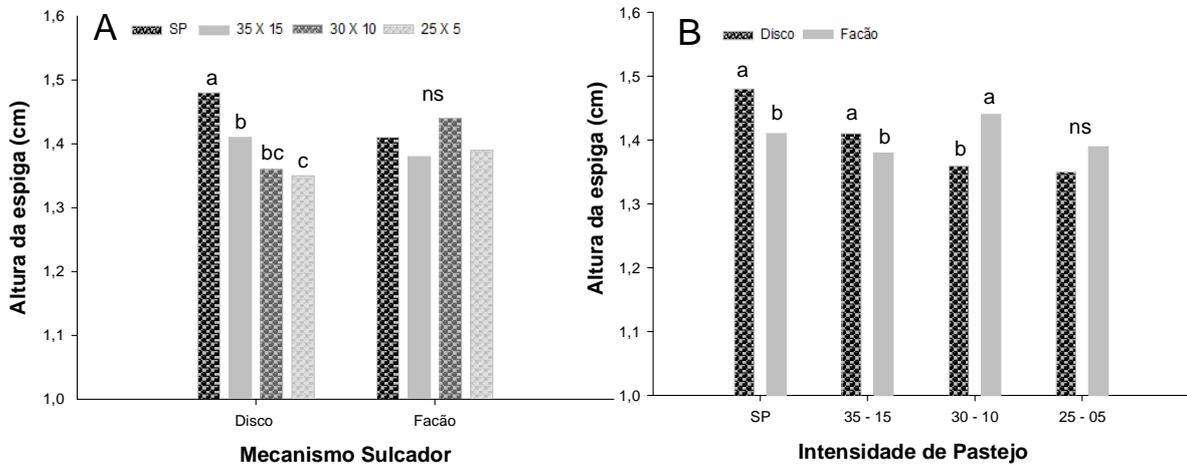
Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

#### 4.4.3 Altura de inserção da espiga

A altura de inserção de espiga apresentou comportamento semelhante ao da altura de planta. Observa-se nas Figuras 16A e 16B que houve interação entre as intensidades de pastejo e os mecanismos sulcadores.

Quando comparado as diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador (Figura 16A), observa-se que houve diferenças entre as intensidades de pastejo apenas para o mecanismo disco, com alturas de 1,48; 1,41; 1,36 e 1,35 m, para os tratamentos Sem Pastejo; 35 x 15; 30 x 10 e 25 x 5 cm respectivamente. Observa-se ainda, que o mecanismo tipo disco proporcionou maior

altura de inserção da primeira espiga para o tratamento Sem Pastejo e diminuiu conforme o aumento da intensidade de pastejo.



**Figura 16** – Altura de inserção da primeira espiga (m) (07/01/2010) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida - PR, 2011.

Comparando-se os mecanismos sulcadores dentro das diferentes intensidades de pastejo (Figura 16B), pode-se observar que houve diferenças significativas para quase todas as intensidades de pastejo, sendo que para o tratamento Sem Pastejo e 35 x 15 cm, o disco foi superior ao facão e no tratamento 30 x 10 cm, o facão foi superior ao disco. Apesar de não ter ocorrido diferenças na intensidade de pastejo de 25 x 5 cm, observa-se uma tendência de melhor eficácia do mecanismo disco em áreas levemente pastejadas e do facão em não pastejadas, o contrário é válido para áreas com maiores intensidades de pastejo, como nos tratamentos 30 x 10 e 25 x 5 cm.

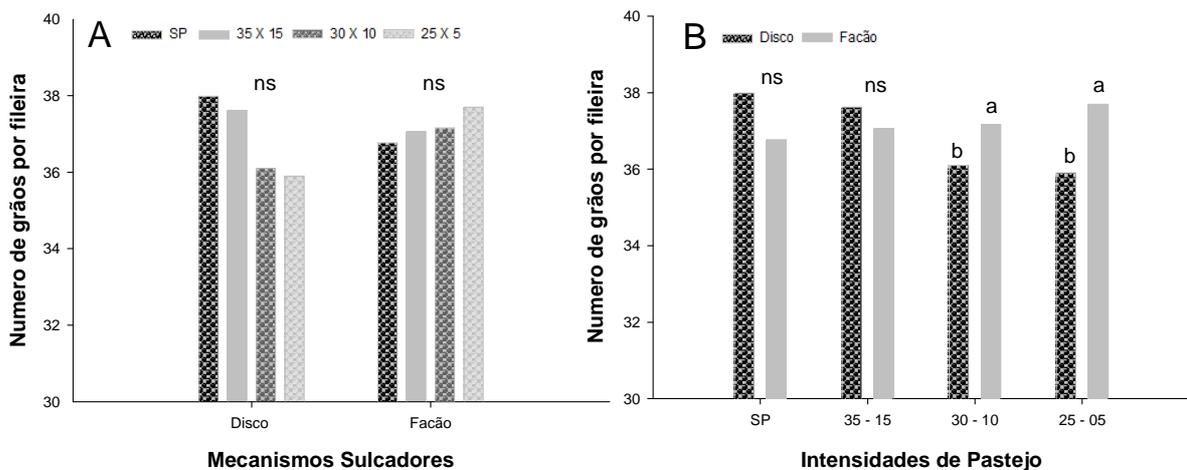
#### 4.4.4 Componentes de rendimento do milho

Para os componentes de rendimento, comprimento de espiga (17,63 cm) e número de fileiras por espiga (15,68 fileiras), não houve interação entre os tratamentos e nem diferença entre os mecanismos sulcadores e as intensidades de pastejo.

Para o número de grãos por fileira, verifica-se na Figura 17A, que as diferentes intensidades de pastejo, em função dos mecanismos sulcadores, não influenciaram significativamente no número de grãos por fileira.

No entanto, na Figura 17B, nota-se que houve diferenças entre os mecanismos sulcadores para as intensidades de pastejo 30 x 10 e 25 x 5 cm, onde o uso do mecanismo sulcador tipo facão se apresentou superior ao tipo disco. Assim, o maior número de grãos por fileira nos tratamentos com o uso do facão ajuda a explicar a maior produtividade observada nestes tratamentos.

A influência dos mecanismos sulcadores sobre os componentes de rendimento do milho pode ser explicada em função da dinâmica do desenvolvimento da cultura, expressos pela altura das plantas e diâmetro de colmo (Figuras 15 e 16), ou seja, o melhor desenvolvimento das plantas com conseqüente maior área fotossinteticamente ativa, apresentou correlação direta com a produtividade de grãos.

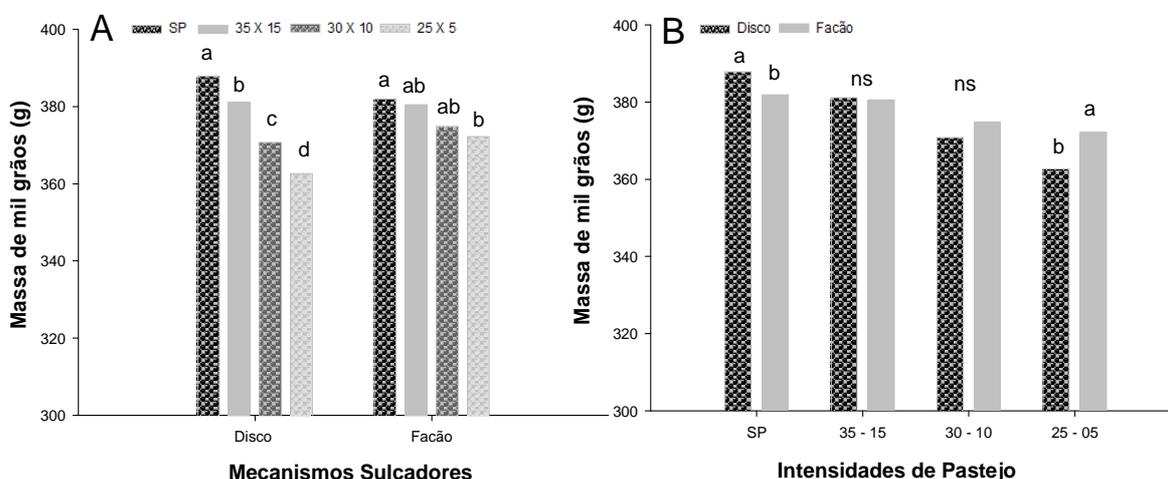


**Figura 17** – Número de grãos por fileira nas diferentes intensidades de pastejo em função dos mecanismos sulcador (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida, 2011.

Em relação a massa de mil grãos, observa-se nas Figuras 18A e 18B que houve interação entre intensidades de pastejo e os mecanismos sulcadores.

Quando comparado as diferentes intensidades de pastejo em função dos mecanismos sulcadores (Figura 18A), observa-se que houve diferenças entre as intensidades de pastejo, tanto para o disco, como para o facão. Nos tratamentos com o uso do disco, a massa de mil grãos diminuiu de forma linear com o aumento das intensidades de pastejo e houve diferenças entre todas as intensidades de

pastejo. Essas diferenças não foram muito expressivas com o uso do facão uma vez que apesar da menor massa de mil grãos ser constatado no tratamento 25 x 5 cm (maior intensidade de pastejo), este não diferiu do 30 x 10 e do 35 x 15 cm.



**Figura 18** – Massa de mil grãos (g) nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida - PR, 2011.

Comparando-se os mecanismos sulcadores dentro das diferentes intensidades de pastejo (Figura 18B), pode-se observar que houve diferenças significativas para a intensidade de pastejo 25 x 5 cm, onde o uso do facão proporcionou maior massa de mil grãos que o uso do disco. No entanto, para o tratamento sem pastejo, o uso do disco foi superior ao do facão. Estes dados demonstram o benefício do uso do facão quando em áreas com altas intensidades de pastejo (25 x 5 cm) no inverno sobre a massa de mil grãos.

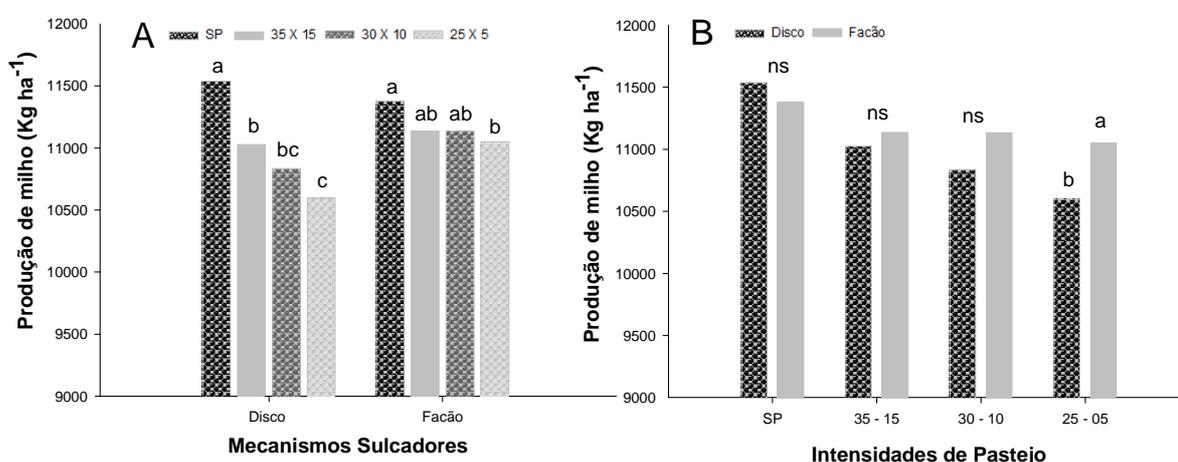
#### 4.4.5 Rendimento do milho

Nas Figuras 19A e 19B são apresentados os valores médios da produtividade de grãos em função das intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores, respectivamente, onde verifica-se que houve interação entre os fatores sobre o rendimento de grãos.

Quando comparado as diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador do tipo disco (Figura 19A), observa-se que a produtividade do milho foi de 11.537, 11.026, 10.833 e 10.596 kg ha<sup>-1</sup>, para os tratamentos Sem

Pastejo, 35 x 15, 30 x 10 e 25 x 5 cm, respectivamente. O tratamento Sem Pastejo foi superior a todos os demais tratamentos diferindo significativamente com produção de 940,8 kg ha<sup>-1</sup>, 8,8% superior ao tratamento 25 x 5 cm. Estas diferenças foram amenizadas com a redução das intensidades de pastejo, diminuindo para 510 (4,6%) e 702 kg ha<sup>-1</sup> (6,4%), respectivamente, para os tratamentos 35 x 15 e 30 x 10 cm em relação ao tratamento Sem Pastejo.

As boas condições climáticas (Figura 1) ajudaram o milho a apresentar um bom potencial de produtividade. A literatura tem mostrado (Bergamaschi et al., 2001, Fancelli e Dourado Neto, 1996) que as máximas produtividades ocorrem quando o consumo de água durante todo o ciclo está entre 500 e 800 mm, valores estes ocorridos durante o ciclo do milho do experimento (Figura 1). Os mesmos autores relatam que o consumo de água raramente excede 3 mm<sup>-1</sup> dia, até aproximadamente 30 cm de altura e na iniciação floral a maturação, pode atingir valores de 5 a 7 mm<sup>-1</sup> dia. Assim não houve efeito negativo no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho em função da disponibilidade hídrica no período do experimento. Assmann et al (2003) avaliando a produtividade do milho sob a mesma adubação encontrou produtividade de 10.534 kg ha<sup>-1</sup> grãos.



**Figura 19** – Produtividade do milho nas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores em função das intensidades de pastejo (B), Coronel Vivida – PR, 2011.

A influência das intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores sobre o desenvolvimento do milho, expressados pela altura e diâmetro de colmo (Figura 14 e 15) interferiram posteriormente os componentes de rendimento e a produtividade de grãos do milho. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), é

durante o estágio fenológico em que as plantas apresentam-se com quatro folhas totalmente expandidas, que a planta tem seu potencial de produção definido. Todavia, a maior altura e melhor desenvolvimento inicial das plantas observado na Figura 11 para os tratamentos com facão e entre as diferentes intensidades de pastejo, explicam as diferenças de produtividade observadas entre os tratamentos.

Em função dos dados apresentados na Figura 19 é possível inferir que o melhor desenvolvimento inicial das plantas contribuiu também para um maior número de grãos por fileira, uma vez que este componente de rendimento é definido quando a planta apresenta de oito a 12 folhas expandidas. Balbinot et al (2005) avaliando a correlação entre a produtividade de grãos de milho com os seus componentes de rendimento observou que o número de grãos por fileira apresentou a maior correlação total com a produtividade ( $r^2=0,58$ ) sendo este, segundo o autor, o componente mais importante na predição da produtividade. Ainda, em concordância com os dados observados, Mohammadi et al. (2003), constatou que a massa de mil grãos e o número de grãos por espiga foram os componentes mais importantes na predição do rendimento de grãos. Para Bortolini et al. (2001), o número de grãos por espiga foi o parâmetro melhor associado ao componente de rendimento de grãos de milho.

É importante observar que estas diferenças são mitigadas quando se faz uso do mecanismo sulcador facão, uma vez que, apesar de haver diferenças significativas entre os tratamentos Sem Pastejo e 25 x 5 cm, a diferença de produtividade dos tratamentos é da ordem de 324 kg ha<sup>-1</sup> (2,9%). Observa-se também para o mecanismo facão que a produtividade do milho não diferiu entre o tratamento Sem Pastejo e os tratamentos 35 x 15 e 30 x 10 cm, com produtividades de 11.375, 11.136 e 11.133 kg ha<sup>-1</sup>.

Comparando-se os mecanismos sulcadores em função das diferentes intensidades de pastejo (Figura 19B), pode-se observar que houve diferenças significativas apenas para a intensidade de pastejo 25 x 5 cm, onde o uso do facão (11.050 kg ha<sup>-1</sup>) foi mais eficiente que o uso do disco (10.596 kg ha<sup>-1</sup>). Para as demais intensidades de pastejo, não houve diferenças significativas na produtividade de grão de milho em função dos mecanismos sulcadores utilizados.

Klein e Boller (1995) avaliando a cultura do milho em diversos sistemas de manejo de solo, concluíram que o sulcador tipo facão proporcionou maior

produtividade do que o sulcador tipo disco duplo e, que a utilização de sulcador tipo facão elimina o problema da compactação superficial.

Andreolla (2005), também encontrou diferenças significativas sobre a produtividade da cultura do milho, onde o sulcador tipo facão apresentou maiores valores de produtividade quando comparado ao sulcador tipo disco, mostrando que a maior profundidade de sulco, para deposição da semente e do adubo, influenciou a produção de grãos. Para a autora, sulcos mais profundos beneficiam a penetração das raízes no solo a maiores profundidades em busca de água e nutrientes.

Mello et al. (2003), relatam que o mecanismo sulcador tipo facão aumentou a produtividade de grãos em 11,3% em relação ao mecanismo sulcador tipo discos duplos. Os autores justificam a maior produtividade do milho é dada a maior capacidade do mecanismo facão romper o solo, redução na densidade e resistência a penetração no solo, bem como aumento da macroporosidade.

Observando os dados de produtividade final do milho, é possível inferir a pergunta: A partir de qual intensidade de pastejo deve-se utilizar o mecanismo sulcador do tipo facão. Observa-se nas Figuras 19A e 19B uma tendência de redução da necessidade de uso do facão a medida que a intensidade de pastejo diminui, uma vez que houveram diferenças significativas apenas para o tratamento 25 x 5 cm. Segundo Albuquerque et al. (2001), o uso inadequado das pastagens de inverno, com lotação excessiva e tempo de permanência dos animais além do necessário, em áreas comuns a lavouras de verão, aliado ao intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas em solo com umidade inadequada, têm sido uma das principais causas da compactação de solos agrícolas, e da redução de produtividade da cultura subsequente.

Entretanto, percebe-se também uma melhor resposta do mecanismo sulcador tipo disco quando em áreas não pastejadas, o que é interessante, pois remove menos o solo e consome menos combustível em função da menor força de tração necessária para tracionar a semeadora-adubadora (Araújo et al., 1999; Germino e Benez, 2006). Dados semelhantes a estes também foram reportados por Rosa et al. (2008), que avaliando a influência de dois mecanismos sulcadores sobre a produtividade de milho em áreas sem pastejo encontraram acréscimo na produtividade quando utilizado o disco duplo.

## 5 CONCLUSÕES

As intensidades de pastejo afetaram a produção de massa seca de aveia indicando que altas intensidades de pastejo (25 x 5 cm) são prejudiciais ao sistema integração lavoura-pecuária.

A produção do milho foi afetada pelas intensidades de pastejo e pelos mecanismos sulcadores. Para o mecanismo sulcador tipo disco, a produtividade diminui linearmente com o aumento das intensidades de pastejo, resposta esta que é amenizada com o uso do mecanismo sulcador tipo facão, porém não a ponto de compensar a perda de produtividade quando sob altas intensidades de pastejo (25 x 5 cm) comprovando que esta intensidade de pastejo não deve ser usada, visto a menor produtividade de forragem, e os impactos negativos sobre a produtividade do milho cultivado na sequência.

O milho cultivado com mecanismo sulcador tipo facão após altas intensidades de pastejo (25 x 5 cm), apresenta maior produtividade em relação ao uso do mecanismo tipo disco e estas diferenças diminuem à medida que menores cargas animal são utilizadas ao ponto de não se justificar o uso do facão nas áreas sem pastejo e nas intensidades 35 x 15 e 30 x 10 cm.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há inúmeros trabalhos referentes a altura de manejo de pastagens, principalmente para pastejo contínuo, porém poucos estudam qual a altura adequada de manejo proposta para aveia e azevém em pastejo intermitente e qual o reflexo deste na cultura subsequente, avaliando a plantabilidade e demais parâmetros relacionados ao desenvolvimento e produtividade da cultura.

Sabe-se que este modelo é comumente utilizado nas propriedades agrícolas que utilizam o sistema integração lavoura-pecuária e que em função do manejo inadequado estas áreas apresentam sérios problemas de compactação do solo. As alturas de pastejo foram determinadas com base nas utilizadas pelo pastejo contínuo. Contudo, sabe-se da problemática em utilizar alturas recomendadas para outro sistema de manejo, além disto, outro problema encontrado foi a dificuldade em uniformizar a área sob pastejo nas alturas preconizadas, em função da seletividade dos animais.

Os resultados deste trabalho demonstram que em situações onde o manejo da pastagem é realizado nas alturas adequadas ou onde não ocorre pastejo, em solos pouco compactados o mecanismo sulcador tipo disco apresentou melhores resultados de produtividade, devido a melhor distribuição de sementes, menor profundidade de sulco. Porém quando se tem alta intensidade de pastejo, com alta carga animal, o mecanismo sulcador tipo facão obteve melhores produtividades, devido a maior capacidade de romper a camada compactada.

Ainda, é importante salientar que o mecanismo sulcador é uma forma de remediar um problema causado pelo mau manejo da pastagem e, portanto, não deve ser considerado como uma forma preconizada de manejo, pois promove um maior revolvimento do solo, redução da cobertura do solo, favorece a erosão e o aparecimento de plantas daninhas, além de apresentar maior gasto energético.

## 7 REFERÊNCIAS

ADAMI, P.F. **Produção, qualidade e decomposição de papuã sob intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio**. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

ADAMI, P.F.; SARTOR, L.R.; MATEI, G.; OLIVEIRA, P.H.; SOARES, A.B.; ZOTTI, C.F.; MEZZALIRA, J.C. Diferença na Produção de Forragem de Espécies Forrageiras de Inverno sob Diferentes Manejos. In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa: Nordeste Digital Line S/A, 2006.

AGRIANUAL, Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo. FNP Consultoria e Agro Informativos, 2010.

AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.deF.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D.T.dos; FREITAS, F.K.de; LOPES, M.T. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1765-1773, 2006.

ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 25, n. 3, p. 717-723, 2001.

ALVARENGA, R.C. LARA-CABEZAS, W.A.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

AMBROSI, I. SANTOS, H.P.dos; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1213-1219, 2001.

AMSOP, 2008 – Associação dos Municípios do Sudoeste do Paraná. Disponível em: <http://www.amsop.com.br/>. Acesso em: 22 de março de 2009.

ANDREOLLA, V.R.M. **Eficácia de sulcadores de semeadora-adubadora e suas implicações sobre a cultura da soja e nos atributos físicos de um latossolo sob integração lavoura pecuária**. 2005. 174f. Dissertação (Mestrado) – Universidade estadual do oeste do Paraná, Cascavel, 2005.

ANDREOLLA, V.R.M.; GABRIEL FILHO, A. Demanda de potência de uma semeadora com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema integração lavoura-pecuária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 768-776, 2006.

ARAÚJO, A.G.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALISCH, R.; SIQUEIRA, R. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine max L.*) e milho (*Zea mays L.*) em solos argilosos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 226-237, 1999.

ARAÚJO, A.G.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Máquinas para semear. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 2, p. 10-11, abr. 2001.

ARAÚJO, A.G.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Mecanização do plantio direto: problemas e soluções. **IAPAR, Informe da Pesquisa**, Londrina, n. 137, 1-18 p, 2001.

ARSHAD, M.A. LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.) **Methods for assessing quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141.

ASAE, D. Agricultural Machinery Management. In: ASAE standards Jan. 99. St. Joseph, 1996. v. 4, p. 497.

ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; ASSMANN, T.S.; OLIVEIRA, E.B.; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 37-44, 2004.

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 675-683, 2003.

BACCHI, O.O.S; GODOY, R.; FANTE Jr. L.; REICHARDT, K. Balanço hídrico em cultura de aveia forrageira de inverno na região de São Carlos – SP. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 172-178, 2003.

BAGGIO, C. **Comportamento em pastejo de novilhos numa pastagem de inverno submetida a diferentes alturas de manejo em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

BAKER, C.J.; BADGER, E.M. Developments with seed drill coulters for direct drilling – II. Wear characteristics of an experimental chisel. **Journal of Experimental Agriculture**, New Zealand, v. 7, p. 185-188, 1979.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 307p.

BALBINOT JR., A.A. **Uso do solo no inverno: propriedades do solo, incidência de plantas daninhas e desempenho da cultura de milho.** 2007. 150f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

BALBINOT JR, A.A.; BACKES, R.L.; ALVES, A.C.; OGLIARI, J.B.; FONSECA, J. A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 161-166, 2005.

BALBINOT JR., A.A. MORAES, A.de; VEIGA, M.da. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2009.

BARBER, S.A.; MACKEY, A.D.; KUCHENBUCH, R.O.; BARRACLOUGH, S. Effect of soil temperature and water on maize root growth. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 111, p. 267-269, 1988.

BARNES, K.K.; CARLETON, W.M.; TAYLOR, H.M.; THROCKMOR, R.I.; VANDER BERG, G.R. **Compaction of agricultural soil.** St. Joseph, Michigan, EUA: American Society of Agricultural Engineers, 1971. 471 p.

BASSANI, H.J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada.** 1996. 90f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

BAUMHARDT, R. L., JONES, O. R. Residue management and tillage effects on soil-water storage and grain yield of dryland wheat and sorghum for a clay loam in Texas. **Soil and Tillage Research**. Catalunya, v. 68, n. 2. p. 71-82, 2002.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 105-112, 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 24, n. 3, p. 599-607, 2000.

BELEZE, J.R.F., ZEOULA, L.M., CECATO, U., DIAN, P.H.M., MARTINS, E. N., FALCÃO, A.J.S. Avaliação de Cinco Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.) em Diferentes Estádios de Maturação. Produtividade, Características Morfológicas e Correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 529-537, 2003.

BERGAMASCHI, H.; RADIN, B.; ROSA, L.M.G.; BERGONCI, J.I.; ARAGONÉS, R.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; LANGENSIEPEN, M. Estimating maize water requirements using agrometeorological data. **Revista Argentina de Agrometeorologia**, v.1, p.23-27, 2001.

BERTOL, O.J.; FISCHER, I.I. Plantio direto versus sistemas de preparo reduzido: efeito na cobertura do solo e no rendimento da cultura da soja. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 87-96. 1997.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Matéria seca e altura das plantas de soja e arroz em função do grau de compactação e do teor de água de dois Latossolos. Jaboticabal, **Científico**, v. 24, n. 1, p. 142-149, 2004.

BORKERT, C. M. **Adubação verde**. Disponível em: [www.notisa.com.br](http://www.notisa.com.br). Acesso em: 15 set. 2003.

BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E.L. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1101-1106, 2001.

BROCH, D.L.; BORGES, E.P.; PITOL, C. Integração agricultura-pecuária: uma tecnologia que traz bons resultados. In: **Guia para plantio direto**. Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p. 79-85.

BROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 6, p. 804-812, 1955.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Farnham Royal**, v. 38, n. 1, p. 1-9, 1968.

BRUM, A.L. et al. A competitividade do trigo brasileiro diante da concorrência argentina. O comércio internacional e a competitividade pelo custo de produção. **Revista Galega de Economia**, Santiago de Compostela, v. 14, n. 1-2, p. 1-15, 2005.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J.J. (Eds.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional. Cap. 5, p. 55-73. 2006.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, SP: ESALQ - Departamento de Ciência do Solo, 1997. 132p.

CAMILO, A.J.; FERNANDES, H.C.; MODOLO, A.J; RESENDE, R.C. Influência de mecanismos rompedores e velocidades de trabalho no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto do feijão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.12, n.3, p. 203-211, 2004.

CANTO, M.W. RESTLE, J.; QUADROS, F.L.F. Produção animal em pastagens de Aveia (*Avena strigosa* Schreb.) adubada com nitrogênio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 396-402. 1997.

CARVALHO, P.C. de F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: Simpósio sobre Manejo Sustentável das Pastagens, 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2005. CD-ROM.

CASSOL, L.C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície.** 2003. 157f. Dissertação (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CEPIK, C.T.C. TREIN, C.R.; LEVIEN R. Relação entre força de tração na haste sulcadora de semeadora-adubadora e a área de solo mobilizada em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. 1CD-ROM

CHOUDHARY, M.A.; BAKER, C.J. Effects of drill coulter design and soil moisture status on emergence of wheat seedings. **Soil and Tillage Research**, Michigan, v. 2, n. 2, p. 131-42, 1982.

COELHO, J.L.D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo.** 1998. 71f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

COELHO, J.L.D. Ensaio e certificação das máquinas para a semeadura. In: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação.** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 11, p. 551-70.

CQFS - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre, RS: SBCS/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 394p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira. 5º levantamento: safra 2008/2009, março, 2009. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 24 de maio de 2009.

CORREA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 107-14, 1995.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos dos sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 289-298, 1999.

Da SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria e Panicum*. In: Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2004. p. 347-385.

Da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios da ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: Simpósio sobre Ecossistema Pastagem, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschorn: GTZ, 1991. 272 p.

DEXTER, A.R. Soil physical quality - Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, n. 3-4, p. 201-14, 2004.

DIAS JUNIOR, M. de S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, n. 2, p. 175-182, 1996.

DUARTE, A. P.; DEUBER, R. Levantamento de plantas infestantes em lavouras de milho safrinha no Estado de São Paulo. **Revista Planta Daninha**. v. 17, n. 2, p. 297-307, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. Brasília, 1993. p. 204.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2º ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Cultivo do Milho. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/index.htm>. Acessado em 03 de outubro de 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Plataforma plantio direto**. Disponível em: [www.embrapa.br/plantiodireto.htm](http://www.embrapa.br/plantiodireto.htm). Acesso em 15 de janeiro de 2011.

ENTZ, M.H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 1, p. 204-213, 2002.

FANCELLI, A. L. Cultura do milho é fundamental na estabilidade do sistema plantio direto. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 67, p. 10-2, 2002.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Milho: Fisiologia da produção**. Seminário sobre fisiologia da produção e manejo de água e nutrientes na cultura do milho de alta produtividade. Potafós: Piracicaba, 1996. p.30.

FANCELLI, A.L; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 360p.

FARRET, I. S.; FERREIRA, O. O.; PEREIRA, C. F. S.; POZZERA, J.; SANTOS, P. P.; SCHLOSSER, J. F.; SILVEIRA, D. R. Comparação entre dois tipos de sulcadores na emergência de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em plantio direto, sobre resteva de azevém (*Lolium multiflorum*) pastejado. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992, Santa Maria. **Anais...**, Santa Maria: SBEA/UFSM/DER, 1992. p. 1600-1607.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA - FBPDN. **Brasil: expansão da área cultivada em plantio direto de 2002/03 à 2005/2006: safra verão/safrinha/inverno**. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br>. Acesso em: 08 janeiro 2011.

FEY, E. **Desempenho de sulcadores utilizados em semeadora para plantio direto sob a palha, num solo argiloso com diferentes teores de água**. 2000. 76f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2000.

FILHO, D.C.A.; NEUMANN, M.; RESTLE, J.; SOUZA, A.N.M. de; PEIXOTO, L.A. de O. Características agrônômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) fertilizada com dois tipos de adubo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33 n. 1, p. 143-149, 2003.

FLORES, J.P.C. **Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário na superfície**. 2004. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FLORES, R.A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; MONTARDO, D.P. Produção de forragem de populações de azevém anual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1168-1175, 2008.

FONSECA, M.G.C. **Plantio direto de forrageiras: Sistema de produção**. Guaíba, RS: Agropecuária, 1997. 101p.

FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.dos.; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais

de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, 2000.

FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; GAUDÊNCIO, C.A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 459-467, 2000.

GERMINO, R.; BENEZ, H.S. Ensaio comparativo em dois modelos de hastes sulcadoras para semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 85-92, 2006.

GREGO, C.R. **Sistemas de manejo do solo e da cobertura vegetal na cultura da soja (*Glycine Max (L.) Merrill*) semeada com dois mecanismos sulcadores**. 2002. 139f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

GRISE, M.M.; CECATO, U.; MORAES, A. Avaliação do desempenho animal e do pasto na mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) e ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 31 n. 3, 2002.

HAY, R.K.M.; WALKER, A.J. **An introduction to the physiology of crop yield**. Essex: Longman Scientific and Technical, 292p.1989.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C. Manejo e conservação de solos. In: MILHO: informações técnicas. **Circular Técnica do Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste/EMBRAPA**, n.5, p.39- 67, 1997.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: II Effects of variation in leaf area index in the field. **Queenland Journal of Agricultural and Animal Science**, v. 23, p. 388-358, 1966.

HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 206p.

IMHOFF, S. **Indicadores de qualidade estrutural e trafegabilidade de Latossolos e Argissolos Vermelhos**. 2002. 94f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. **Censo Agropecuário de 2006**. Agricultura familiar no Paraná responde por 43% da produção e abriga 70% do pessoal ocupado. 2009.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; TAMBOSI, S.A.T. Produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E

PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIAS, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p. 51-68.

KLEIN, V.A.; BARBOSA, R.; ANESI, A.L.; SIOTA, T.A. Retenção de água em restos culturais. **Revista Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 256-261. 2001.

KLEIN, V.A., BOLLER, W. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em áreas sob sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, v. 25, p. 395-8, 1995.

KOAKOSKI, A.; SOUZA, C.M.A. de; RAFULL, L.Z.L.; SOUZA, L.C.F. de; REIS, E.F. dos. Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se dois mecanismos rompedores e três pressões da roda compactadora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 725-731, 2007.

KUCHENBUCH, R.D.; BARBER, S.A. Yearly variation of root distribution with depth in relation to nutrient uptake and corn yield. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 18, n.3, p. 255-263, 1987.

LANDERS, J.N. **Fascículo de experiência de plantio direto no cerrado**. Goiânia: Associação do Plantio Direto no Cerrado, 1995, 261 p.

LEÃO, T. P. **Intervalo hídrico ótimo em diferentes sistemas de pastejo e manejo da pastagem**. 2002, 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

LEBERT, M. e HORN, R. Um método para prever a resistência mecânica dos solos agrícolas. **Soil Till. Res.**, v. 19, p. 275-286, 1991.

LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. IN: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB. International, chap.1. p.3-36, 1996.

LINDWALL, C.W.; ANDERSON, D.T. Effects of different seeding machines on spring wheat production under various condition of stubble residue and soil compactation in no-till rotations. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 57, n. 2, p. 81-91, 1977.

LUNARDI, R.; CARVALHO, P.C. de F.; TREIN, C.R.; COSTA, J.A; CAUDURO, G.F.; BARBOSA, C.M.P.; AGUINAGA, A.A.Q. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 795- 801, 2008.

LUSTOSA, S.B.C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno**

**no sistema plantio direto.** 1998. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

MAAK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MACARI, S.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J.; PILAU, A.; FREITAS, F.K.; NEVES, F.P. Avaliação da mistura de cultivares de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 910-915, 2006.

MACHADO, R.L.T.; TURATTI, A.L.; MACHADO, A.L.T.; ALONÇO, A.S. REIS, A.V. Estudos de parâmetros físicos em solo de várzea, antes e após escarificação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n.3, p. 175-178, 1996.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n.2, p. 176-177, 1962.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho.** 2006. 158f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MANERING, J.V.; FENSTER, C.R. What is conservation tillage? **Journal of Soil and Water Conservation**. Ankeny, v. 38, n. 3, p. 141-143. 1983.

MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado.** Santa Maria, 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Setor de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MELLO, A.N. Degradação física dos solos sob integração lavoura pecuária In: I ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUARIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco – PR: CEFET: PR, 2002. p. 43-60.

MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. Aspectos socioeconômicos da cultura do milho. In: MILHO: informações técnicas. **Circular Técnico Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste/EMBRAPA**, n.5, p.13-38, 1997.

MELLO, L.M.M.; PINTO, E.R.; YANO, E.H. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 563-567, 2003.

MELLO, L.M.M.; YANO, E.H.; NARIMATSU, K.C.P., TAKAHASHI, C.M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.121-9, 2004.

MEROTTO JUNIOR, A; SANGOI, L; ENDER, M; GUIDOLIN, A.F.; HAVERROTH, H.S. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 29, n. 4, 1999, p. 595-601.

MORAES, A. de; LANG, C.R.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P.C. de F. Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9., 2004, Chapecó, SC. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2004. 120p. p.19-22.

MORAES, A. de; PELISSARI, A.; ALVES, S.J.A.; CARVALHO, P.C.F.; CASSOL, L.C. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.3-42.

MOHAMMADI, S.A.; PRASANNA, B.M.; SINGH, N.N. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. **Crop Science**, Madison, v.43, n. 5, p.1690-1697, 2003.

MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; PRADO, E.N. et al. Avaliação de aveia preta cv lapar 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. **Acta Scientiarum**, Maringá v. 23, n. 4, p. 815-821, 2001.

MUNIZ, L.C.; FIGUEIREDO, R.S.; MAGNABOSCO, C.U.; WANDER, A.E. Análise econômica da integração lavoura e pecuária com a utilização do system dynamics. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2007, Londrina. **Anais...** Londrina – PR: UEL: PR, 2007.

MUZILLI, O. Plantio direto como alternativa no manejo e conservação do solo In: PARANÁ, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Programa Paraná Rural. **Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo**. 2 ed. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1994. p. 158-77.

NABINGER, C. Fundamentos da Produção e Utilização de Pastagens. Bases ecofisiológicas do crescimento das pastagens e as práticas de manejo. Notas do módulo 1 da disciplina AGR 05003. Porto Alegre, 2005.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1799-1805, 2006.

OLIVEIRA, M.F.B.; SIQUEIRA, R.; RALISCH, R.; ARAÚJO, A.G.; CASÃO JUNIOR, R. Mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, V.F.; MACHADO, N.F. Controle de plantas daninhas com palha e herbicida em milho sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 28, 1991, Brasília – DF. **Resumo**. Brasília: UNB, p. 83.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEREIRA, V.A.; MITTELMANN, A.; LEDO, F.J.da SILVA. Comportamento agronômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) para cultivo invernal na região sudeste. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 567-572, mar./abr., 2008.

PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; ALVEZ, S.J. Altura de pastejo de aveia e azevém e qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob integração lavoura-pecuária. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 1009-1016, ago. 2009.

PORTELLA, J.A.; SATTTLER, A.; FAGANELLO, A. Desempenho de elementos rompedores de solo sobre o índice de emergência de soja e de milho em plantio direto do sul do Brasil. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 5, n. 3, p. 209-217, 1997.

RESTLE, J. ROSO, C.; AITA, V. et al. Produção Animal em Pastagem com Gramíneas de Estação Quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1491-1500, 2002.

RIGHES, A.A. CENTENO, A.S.; DALLMEYER, A.U.; et al. **Semeadura direta: comparação entre diferentes mecanismos sulcadores**. São Paulo. 1990. 33p. (monografia).

ROSA, G.B.; BUENO, M.R.; DA CUNHA, J.P.A.R. Utilização de haste sulcadora e disco duplo na semeadura direta da cultura do milho e da soja. In: IX Encontro Interno e XIII Seminário de Iniciação Científica. Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. 2. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 85-93, 2000.

ROSOLEM, C.A. **Relações solo-planta na cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 53 p.

RUSSELLE, M.P.; ENTZ, M.H.; FRANZLUEBBERS, A.J. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 325-334, 2007.

SÁ, J.P.G. **Utilização da aveia na alimentação animal**. Circular, 87. Londrina: IAPAR, 1995.

SALERNO, A.R.; VETTERLE, C.P. **Avaliação de forrageiras de inverno no Baixo Vale do Itajaí, Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1984.

SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z. Pastoreio de aveia e compactação do solo. **Revista Plantio Direto**, v. 69, p. 32-34, 2002.

SATTLER, A. Escolha de semeadoras e a importância dos elementos rompedores em plantio direto. CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 1, 1996, Passo Fundo - RS. **Resumos...** Passo Fundo – RS: UPF, 1996, p. 13-6.

SATURNINO, H.M. Evolução do plantio direto e as perspectivas no cerrado. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 5-12, 2001.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR, A. A. Erosão hídrica em cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 24, n. 2. p. 427-436, 2000.

SECCO, D. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas**. 2003, 108f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; DA ROS, C.O. Produtividade de soja e propriedades físicas de um latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n 5, p. 797-804, 2004.

SHIERLAW, J.; ALSTON, A. M. Effect of soil compaction on root growth and uptake of phosphorus. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 77, p. 15-28, 1984.

SMITH, P.; POWLSON, D.S.; SMITH, J.U. **Evaluation and comparison of soil organic matter models using longterm datasets**. *Geoderma*, v. 81, p. 1–255, 1997.

SILVA, A.P.; INHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil and Tillage Research**. v. 70, n. 1, p. 83-90, 2003.

SILVA, A.R.; DIAS JUNIOR, M.S.; GUIMARRÃES, P.T.G.; ARAUJO JUNIOR, C.F. Modelagem da capacidade de suporte de carga e quantificação dos efeitos das

operações mecanizadas em um latossolo amarelo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 30, p. 207-216, 2006.

SILVA, D.D.; PAIVA, K.W.N.; PRUSKI, F.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; AMORIM R.S.S. Escoamento superficial para diferentes intensidades de chuva e porcentagens de cobertura num podzólico vermelho-amarelo com preparo e cultivo em contornos. **Revista da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 21, n. 1, p. 12-22, 2001.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. Plantio direto no cerrado. IN: PEIXOTO, R.T.G.; AHRENS, D.C.; SAMAHA, M.J. (eds.) **Plantio direto** – o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: Instituto Agrônomo do Paraná, p. 158-184. 1997.

SILVA, P.R.A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays L.*) no sistema de plantio direto**. 2003. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H.; NUNES, G.C.; SEKI, A.S.; MHAL, D.; RODRIGUES, J.G.L. Força de tração na barra e consumo de combustível de uma semeadora adubadora de plantio direto em função do mecanismo sulcador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 240-244, 2003.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JR, R.; ARAÚJO, A.G. Plantadoras - plantio direto: Ângulo ideal. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 13, p.30- 32, jul./ago 2002.

SOANE, B.D. The role of organic matter in soil compactability: a review of some practical aspects. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 16, n. 3, p. 179-201, 1990.

SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de tritcale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 908-917, 2002.

SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 335-345, 2007.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil e Tillage Research**, Amsterdam, v. 19, n. 2- 3, p. 111-119, 1991.

TAYLOR, H. M. et al. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**. Baltimore, v. 102, n. 1, p. 18-22, 1996.

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. **Crop Science**, Madison, v. 48, n. 3, p. 1211-1218, 2008.

TESSIER, S.; HYDE, G.M.; PAPENDICK, R.I. e SAXTON, K.E. No till seeders effects on seed zone properties and wheat emergence. **Transactions American Society Agronomy Engineering**, v. 34, p. 729-733, 1991.

TREIN, C.R.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 105-111, 1991.

VARGAS, de C.R. C.J.; OLIVEIRA, A.C. de; CARVALHO, de F.I.F. et al. Dissimilaridade genética entre populações de azevém anual do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 133-138, 2006.

VIEIRA, E.A.; CASTRO, C.M.; OLIVEIRA, A.C. de; CARVALHO, F.I.F. de; ZIMMER, P.D.; MARTINS, L.F. Estrutura genética de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum*) estimada por RAPD. **Ciência Agrícola**. Piracicaba v. 61 n. 4, p. 407-413, 2004.

WAGGER, M.G. & DENTON, H.P. Influence of cover crop and wheel traffic on soil physical properties in continuous no-till corn. **Soil Science Society of America Journal**, v. 53, p. 1206-1210, 1989.

WEIRICH NETO, P.H. Máquinas Agrícolas em Sistema de Semeadura sob a Palha (plantio direto): atualização. In: PAULETTI, V., SEGANFREDO, **Revista plantio direto: atualização tecnológica**. Campinas: Fundação Cargill; Fundação ABC, 1999. 171 p.

**APÊNDICES**

## ÍNDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Análise de variância para massa seca residual (kg de MS ha<sup>-1</sup>).  
Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 2 – Análise de variância para produção de matéria seca (kg de MS ha<sup>-1</sup>).  
Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 3 – Análise de variância para taxa de acúmulo (kg de MS ha<sup>-1</sup> dia).  
Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 4 – Análise de variância para densidade de solo (g cm<sup>-3</sup>). Coronel Vivida,  
2011.

APÊNDICE 5 – Análise de variância para porosidade total (g cm<sup>-3</sup>). Coronel Vivida,  
2011.

APÊNDICE 6 – Análise de variância para microporosidade (g cm<sup>-3</sup>). Coronel Vivida,  
2011.

APÊNDICE 7 – Análise de variância para macroporosidade (g cm<sup>-3</sup>). Coronel Vivida,  
2011.

APÊNDICE 8 – Análise de variância para área de solo mobilizada (cm<sup>-2</sup>). Coronel  
Vivida, 2011.

APÊNDICE 9 – Análise de variância para profundidade de deposição de sementes  
(cm<sup>-1</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 10 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência no  
dia 20/10/2009 (7 DAP) (pl m<sup>-L</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 11 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência  
realizada no dia 21/10/2009 (8 DAP) (pl m<sup>-L</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 12 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência  
realizada no dia 22/10/2009 (9 DAP) (pl m<sup>-L</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 13 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência  
realizada no dia 23/10/2009 (10 DAP) (pl m<sup>-L</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 14 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência  
realizada no dia 24/10/2009 (11 DAP) (pl m<sup>-L</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 15 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência  
realizada no dia 25/10/2009 (12 DAP) (pl m<sup>-L</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 16 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência  
realizada no dia 26/10/2009 (13 DAP) (pl m<sup>-L</sup>). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 17 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 27/10/2009 (14 DAP) ( $\text{pl m}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 18 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 28/10/2009 (15 DAP) ( $\text{pl m}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 19 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 02/11/2009 (20 DAP) ( $\text{pl m}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 20 – Análise de variância para altura de planta 27 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 21 – Análise de variância para altura de planta 39 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 22 – Análise de variância para diâmetro de colmo 39 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 23 – Análise de variância para altura de planta 49 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 24 – Análise de variância para diâmetro de colmo 49 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 25 – Análise de variância para altura de planta 86 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 26 – Análise de variância para diâmetro de colmo 86 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 27 – Análise de variância para altura de inserção da espiga ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 28 – Análise de variância para comprimento de espiga ( $\text{cm}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 29 – Análise de variância para número de fileiras por espiga. Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 30 – Análise de variância para grãos por fileira. Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 31 – Análise de variância para massa de mil grãos ( $\text{g}^{-1}$ ). Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 32 – Análise de variância para produção de milho ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}$ ) Coronel Vivida, 2011.

APÊNDICE 1 – Análise de variância para taxa de acúmulo (kg MS ha<sup>-1</sup> dia). Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	4,093619	1,364540	0,15	0,9295
Tratamento inverno	3	1193,194969	397,731656	42,61	<,0001

APÊNDICE 2 – Análise de variância para produção de matéria seca (kg MS ha<sup>-1</sup>). Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	73491,31	24497,10	0,15	0,9275
Tratamento inverno	3	21535631,63	7178543,88	43,78	<,0001

APÊNDICE 3 – Análise de variância para massa seca residual (kg MS ha<sup>-1</sup>). Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	201090,1	122294297,4	1,87	0,2050
Tratamento inverno	3	122294297,4	40764765,8	1137,40	<,0001

APÊNDICE 4 – Análise de variância para densidade de solo (g cm<sup>-3</sup>), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,15242514	0,05080838	7,53	0,0002
Intensidade	3	0,03673326	0,01224442	1,82	0,0020
Intensidade x bloco	9	0,04318803	0,00479867	0,71	0,6965
Época	1	0,13175769	0,13175769	19,54	<,0001
Intensidade x época	3	0,01833437	0,00611146	0,91	0,4425
Época x bloco (intensidade)	12	0,08228431	0,00685703	1,02	0,4431
Profundidade	3	0,26827276	0,08942425	13,26	<,0001
Intensidade x profundidade	9	0,15286459	0,01698495	2,52	0,0544
Época x profundidade	3	0,13197796	0,04399265	6,52	0,0566
Intensidade x época x profundidade	9	0,01800147	0,00200016	0,30	0,9735

APÊNDICE 5 – Análise de variância para porosidade total (g cm<sup>-3</sup>), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	254,468920	84,822973	0,87	0,4587
Intensidade	3	449,650434	149,883478	1,54	0,2105
Intensidade x bloco	9	1013,627124	112,625236	1,16	0,3333
Época	1	101,475861	101,475861	1,05	0,0100

Intensidade x época	3	282,654865	94,218288	0,97	0,4114
Época x bloco (intensidade)	12	1261,813764	105,151147	1,08	0,3869
Profundidade	3	476,956541	158,985514	1,64	0,0481
Intensidade x profundidade	9	917,178591	101,908732	1,05	0,4100
Época x profundidade	3	486,145105	162,048368	1,67	0,1811
Intensidade x época x profundidade	9	973,675095	108,186122	1,11	0,3638

APÊNDICE 6 – Análise de variância para microporosidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	240,2211481	80,0737160	11,10	<,0001
Intensidade	3	26,5225202	8,8408401	1,23	0,3066
Intensidade x bloco	9	33,5535843	3,7281760	0,52	0,8577
Época	1	1,1280771	1,1280771	0,16	0,6936
Intensidade x época	3	59,4930904	19,8310301	2,75	0,0589
Época x bloco (intensidade)	12	89,6759894	7,4729991	1,04	0,4263
Profundidade	3	73,5638072	24,5212691	3,40	0,0222
Intensidade x profundidade	9	59,7692644	6,6410294	0,92	0,5124
Época x profundidade	3	49,6066706	16,5355569	2,29	0,0853
Intensidade x época x profundidade	9	90,5975032	10,0663892	1,40	0,2062

APÊNDICE 7 – Análise de variância para macroporosidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	297,530362	99,176787	1,02	0,3877
Intensidade	3	458,049982	152,683327	1,57	0,2029
Intensidade x bloco	9	1008,899091	112,099899	1,16	0,3361
Época	1	81,205087	81,205087	0,84	0,0432
Intensidade x época	3	165,968968	55,322989	0,57	0,6362
Época x bloco (intensidade)	12	1067,577977	88,964831	0,92	0,5342
Profundidade	3	672,828483	224,276161	2,31	0,0832
Intensidade x profundidade	9	979,523506	108,835945	1,12	0,3584
Época x profundidade	3	785,181873	261,727291	2,70	0,0520
Intensidade x época x profundidade	9	1011,837926	112,426436	1,16	0,3339

APÊNDICE 8 – Análise de variância para área de solo mobilizada ( $\text{cm}^{-2}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	9110,633750	3036,877917	4,85	0,0196
Tratamento inverno	3	2332,873750	777,624583	1,24	0,3380
Tratamento inverno x bloco	9	5806,781250	645,197917	1,03	0,4698
Tratamento verão	1	8521,651250	8521,651250	13,60	0,0031
Tratamento inverno x verão	3	1567,793750	522,597917	0,83	0,5007

APÊNDICE 9 – Análise de variância para profundidade de deposição de sementes ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,32493438	0,10831146	5,24	0,0153
Tratamento inverno	3	0,18678438	0,06226146	3,01	0,0722
Tratamento inverno x bloco	9	0,36972812	0,04108090	1,99	0,1332
Tratamento verão	1	8,07015313	8,07015313	390,08	<,0001
Tratamento inverno x verão	3	1,03123438	0,34374479	16,62	0,0001

APÊNDICE 10 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência no dia 20/10/2009 (7 DAP) ( $\text{pl m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,11057500	0,03685833	0,12	0,9439
Tratamento inverno	3	0,77722500	0,25907500	0,87	0,4813
Tratamento inverno x bloco	9	0,77895000	0,08655000	0,29	0,9636
Tratamento verão	1	0,50000000	0,50000000	1,69	0,2183
Tratamento inverno x verão	3	0,05447500	0,01815833	0,06	0,9792

APÊNDICE 11 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 21/10/2009 (8 DAP) ( $\text{pl m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	4,17171250	1,39057083	0,57	0,6453
Tratamento inverno	3	32,59363750	10,86454583	4,45	0,0253
Tratamento inverno x bloco	9	14,69503750	1,63278194	0,67	0,7227
Tratamento verão	1	9,01001250	9,01001250	3,69	0,0787
Tratamento inverno x verão	3	12,99113750	4,33037917	1,78	0,2054

APÊNDICE 12 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 22/10/2009 (9 DAP) ( $\text{pl m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	29,34770938	9,78256979	2,10	0,1538
Tratamento inverno	3	92,86328438	30,95442813	6,64	0,0068
Tratamento inverno x bloco	9	72,82650312	8,09183368	1,74	0,1841
Tratamento verão	1	27,50965313	27,50965313	5,90	0,0318
Tratamento inverno x verão	3	32,81013438	10,93671146	2,35	0,1242

APÊNDICE 13 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 23/10/2009 (10 DAP) ( $\text{pl m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	13,06196250	4,35398750	1,30	0,3196
Tratamento inverno	3	13,77556250	4,59185417	1,37	0,2988
Tratamento inverno x bloco	9	41,84066250	4,64896250	1,39	0,2926
Tratamento verão	1	1,53125000	1,53125000	0,46	0,5118
Tratamento inverno x verão	3	25,18682500	8,39560833	2,51	0,1086

APÊNDICE 14 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 24/10/2009 (11 DAP) ( $\mu\text{I m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	23,63340937	7,87780312	3,70	0,0429
Tratamento inverno	3	3,19370937	1,06456979	0,50	0,6895
Tratamento inverno x bloco	9	34,59247813	3,84360868	1,80	0,1685
Tratamento verão	1	0,42550313	0,42550313	0,20	0,6629
Tratamento inverno x verão	3	24,51925938	8,17308646	3,84	0,0388

APÊNDICE 15 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 25/10/2009 (12 DAP) ( $\mu\text{I m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	9,99951250	3,33317083	1,92	0,1799
Tratamento inverno	3	4,37726250	1,45908750	0,84	0,4971
Tratamento inverno x bloco	9	25,13091250	2,79232361	1,61	0,2175
Tratamento verão	1	0,67861250	0,67861250	0,39	0,5434
Tratamento inverno x verão	3	14,63001250	4,87667083	2,81	0,0845

APÊNDICE 16 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 26/10/2009 (13 DAP) ( $\mu\text{I m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	9,76682500	3,25560833	2,19	0,1418
Tratamento inverno	3	4,75042500	1,58347500	1,07	0,3998
Tratamento inverno x bloco	9	17,46770000	1,94085556	1,31	0,3260
Tratamento verão	1	0,58861250	0,58861250	0,40	0,5408
Tratamento inverno x verão	3	11,65031250	3,88343750	2,61	0,0992

APÊNDICE 17 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 27/10/2009 (14 DAP) ( $\mu\text{I m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	10,05260937	3,35086979	2,16	0,1459
Tratamento inverno	3	4,41398437	1,47132812	0,95	0,4481
Tratamento inverno x bloco	9	17,55970312	1,95107812	1,26	0,3481
Tratamento verão	1	0,08715313	0,08715313	0,06	0,8166
Tratamento inverno x verão	3	9,93063438	3,31021146	2,13	0,1492

APÊNDICE 18 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 28/10/2009 (15 DAP) ( $\mu\text{ m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	10,90612500	3,63537500	2,10	0,1535
Tratamento inverno	3	4,57225000	1,52408333	0,88	0,4783
Tratamento inverno x bloco	9	13,01837500	1,44648611	0,84	0,5982
Tratamento verão	1	0,00000000	0,00000000	0,00	1,0000
Tratamento inverno x verão	3	8,69890000	2,89963333	1,68	0,2248

APÊNDICE 19 – Análise de variância para índice de velocidade de emergência realizada no dia 02/11/2009 (20 DAP) ( $\mu\text{ m}^{-\text{L}}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	10,30668437	3,43556146	1,94	0,1777
Tratamento inverno	3	4,25253438	1,41751146	0,80	0,5180
Tratamento inverno x bloco	9	14,11780312	1,56864479	0,88	0,5646
Tratamento verão	1	0,05527812	0,05527812	0,03	0,8629
Tratamento inverno x verão	3	10,08083438	3,36027813	1,89	0,1845

APÊNDICE 20 – Análise de variância para altura de planta 27 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	1,29942500	0,43314167	0,73	0,5531
Tratamento inverno	3	13,59062500	4,49687500	7,59	0,0042
Tratamento inverno x bloco	9	0,86360000	0,09595556	0,16	0,9948
Tratamento verão	1	5,93401250	5,93401250	10,01	0,0082
Tratamento inverno x verão	3	2,88971250	0,96323750	1,63	0,235

APÊNDICE 21 – Análise de variância para altura de planta 39 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	17,27235938	5,75745313	3,69	0,0432
Tratamento inverno	3	86,06303438	28,68767813	18,38	<,0001
Tratamento inverno x bloco	9	15,75455313	1,75050590	1,12	0,4169
Tratamento verão	1	0,88112812	0,88112812	0,56	0,4669
Tratamento inverno x verão	3	49,69515937	16,56505312	10,61	0,0011

APÊNDICE 22 – Análise de variância para diâmetro de colmo 39 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,65312500	0,21770833	0,61	0,6202

Tratamento inverno	3	16,56247500	5,52082500	15,51	0,0002
Tratamento inverno x bloco	9	5,03200000	0,55911111	1,57	0,2290
Tratamento verão	1	0,62720000	0,62720000	1,76	0,2090
Tratamento inverno x verão	3	2,62417500	0,62720000	2,46	0,1131

APÊNDICE 23 – Análise de variância para altura de planta 49 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,8169750	0,2723250	0,16	0,9234
Tratamento inverno	3	193,7209500	64,5736500	37,13	<,0001
Tratamento inverno x bloco	9	21,1640250	2,3515583	1,35	0,3068
Tratamento verão	1	50,2503125	50,2503125	28,89	0,0002
Tratamento inverno x verão	3	98,3470375	32,7823458	18,85	<,0001

APÊNDICE 24 – Análise de variância para diâmetro de colmo 49 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	5,25693438	1,75231146	4,28	0,0286
Tratamento inverno	3	8,56705937	2,85568646	6,97	0,0057
Tratamento inverno x bloco	9	7,38897812	0,82099757	2,00	0,1303
Tratamento verão	1	2,83815313	2,83815313	6,92	0,0219
Tratamento inverno x verão	3	13,18353437	4,39451146	10,72	0,0010

APÊNDICE 25 – Análise de variância para altura de planta 86 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,00110938	0,00036979	0,52	0,6776
Tratamento inverno	3	0,07010938	0,02336979	32,75	<,0001
Tratamento inverno x bloco	9	0,00255313	0,00028368	0,40	0,9134
Tratamento verão	1	0,00877813	0,00877813	12,30	0,0043
Tratamento inverno x verão	3	0,01370937	0,00456979	6,40	0,0077

APÊNDICE 26 – Análise de variância para diâmetro de colmo 86 DAP ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	1,93367500	0,64455833	1,97	0,1721
Tratamento inverno	3	2,06492500	0,68830833	2,11	0,1529
Tratamento inverno x bloco	9	2,73605000	0,30400556	0,93	0,5332
Tratamento verão	1	1,87211250	1,87211250	5,73	0,0339
Tratamento inverno x verão	3	3,34181250	1,11393750	3,41	0,0532

APÊNDICE 27 – Análise de variância para altura de inserção da espiga ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,00018438	0,00006146	0,16	0,9235
Tratamento inverno	3	0,02275937	0,00758646	19,32	<,0001
Tratamento inverno x bloco	9	0,00447813	0,00049757	1,27	0,3438
Tratamento verão	1	0,00052812	0,00052812	1,34	0,2687
Tratamento inverno x verão	3	0,02430937	0,00810312	20,63	<,0001

APÊNDICE 28 – Análise de variância para comprimento de espiga ( $\text{cm}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,36220000	0,12073333	1,31	0,3162
Tratamento inverno	3	0,57712500	0,19237500	2,09	0,1552
Tratamento inverno x bloco	9	2,25037500	0,25004167	2,72	0,0549
Tratamento verão	1	0,28880000	0,28880000	3,14	0,1020
Tratamento inverno x verão	3	0,21742500	0,07247500	0,79	0,5240

APÊNDICE 29 – Análise de variância para número de fileiras por espiga, Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,27042500	0,09014167	2,98	0,0738
Tratamento inverno	3	0,41772500	0,13924167	4,61	0,0229
Tratamento inverno x bloco	9	0,77435000	0,08603889	2,85	0,0473
Tratamento verão	1	0,01620000	0,01620000	0,54	0,4782
Tratamento inverno x verão	3	0,21872500	0,07290833	2,41	0,1176

APÊNDICE 30 – Análise de variância para grãos por fileira, Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	0,09045000	0,03015000	0,06	0,9795
Tratamento inverno	3	3,44765000	1,14921667	2,31	0,1277
Tratamento inverno x bloco	9	4,40905000	0,48989444	0,99	0,4964
Tratamento verão	1	0,59405000	0,59405000	1,20	0,2955
Tratamento inverno x verão	3	11,73405000	3,91135000	7,88	0,0036

APÊNDICE 31 – Análise de variância para massa de mil grãos ( $\text{g}^{-1}$ ), Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	16,651609	5,550536	0,59	0,6322
Tratamento inverno	3	1475,061884	491,687295	52,41	<,0001
Tratamento inverno x bloco	9	81,397828	9,044203	0,96	0,5109

Tratamento verão	1	24,657753	24,657753	2,63	0,1309
Tratamento inverno x verão	3	262,527759	87,509253	9,33	0,0018

APÊNDICE 32 – Análise de variância para produção de milho (kg de MS,ha<sup>-1</sup>)  
Coronel Vivida, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Blocos	3	23969,028	7989,676	0,29	0,8351
Tratamento inverno	3	1733059,582	577686,527	20,63	<,0001
Tratamento inverno x bloco	9	721930,658	80214, 518	2,86	0,0463
Tratamento verão	1	246407,265	246407,265	8,80	0,0118
Tratamento inverno x verão	3	423359,594	141119,865	5,04	0,0173

**ANEXOS**

## ANEXO I – Croqui da área experimental

CASA	1 DISCO	9 FACÃO	17 FACÃO	25 DISCO
	2 <del>35-15</del>	<del>SP</del>	<del>25-05</del>	<del>35-15</del>
	FACÃO	DISCO	DISCO	FACÃO
	3 DISCO	11 DISCO	19 FACÃO	27 DISCO
	4 <del>25-05</del>	<del>30-10</del>	<del>SP</del>	<del>30-10</del>
	FACÃO	12 FACÃO	DISCO	FACÃO
	5 FACÃO	13 DISCO	21 DISCO	29 FACÃO
	6 <del>30-10</del>	<del>35-15</del>	<del>30-10</del>	<del>SP</del>
DISCO	14 FACÃO	22 FACÃO	DISCO	
7 DISCO	15 FACÃO	23 DISCO	31 DISCO	
8 <del>SP</del>	<del>25-05</del>	<del>35-15</del>	<del>25-05</del>	
FACÃO	16 DISCO	24 FACÃO	FACÃO	