

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS DOIS VIZINHOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JULIANA REOLON PEREIRA**

**RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO A PENETRAÇÃO E RENDIMENTO DE  
MILHO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO MILHO-BOVINOS DE CORTE**

**DISSERTAÇÃO**

**DOIS VIZINHOS**

**2014**

**JULIANA REOLON PEREIRA**

**RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO A PENETRAÇÃO E RENDIMENTO DE  
MILHO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO MILHO-BOVINOS DE CORTE**

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de concentração: Integração Lavoura Pecuária.”

Orientação: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor  
Co-orientação: Prof. Dr. Marcelo Marcos Montagner

DOIS VIZINHOS

2014

P436r Pereira, Juliana Reolon.

Resistência mecânica do solo a penetração e rendimento de milho em sistema integração milho-bovinos de corte – Dois Vizinhos: [s.n], 2014.

70 f.;il.

Orientador: Laércio Ricardo Sartor.

Co-orientador: Marcelo Marcos Montagner

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Dois Vizinhos, 2014.

Inclui bibliografia

1.Milho-cultivo 2.Produtividade agrícola 3.Bovinos- criação  
I.Sartor, Laércio Ricardo, orient. II.Montagner, Marcelo Marcos,co-orient. III.Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. IV.Título.

CDD: 633.15



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Curso de Bacharelado em Zootecnia

**Câmpus Dois Vizinhos**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Título da dissertação**

**Resistência mecânica do solo a penetração e rendimento de milho em sistema integração  
milho-bovinos de corte**

Por

**Juliana Reolon Pereira**

Esta dissertação foi apresentada às \_\_\_\_\_  
do dia **21 de fevereiro de 2014** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE  
EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Integração Lavoura – Pecuária, Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi  
arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após  
deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho \_\_\_\_\_

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

Banca Examinadora:

\_\_\_\_\_  
**Dr. Itacir Eloi Sandini**  
Unicentro – Guarapuava

\_\_\_\_\_  
**Dr. Laércio Ricardo Sartor**  
UTFPR – Dois Vizinhos

\_\_\_\_\_  
**Dr. Paulo Fernando Adami**  
IFPR – Palmas

\_\_\_\_\_  
**Dr. Marcelo Marcos Montagner**  
UTFPR – Dois Vizinhos

Visto da Coordenação: \_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado**  
Coordenador do PPGZO

**... Dedico à Flamarion Dresch Pereira, esposo, companheiro e amigo com a sua ajuda fundamental tornou possível a realização deste trabalho.**  
**...Ofereço**  
**Aos meus pais, Heitor José Reolon e Juraci Reolon, sem vocês eu não existiria meu amor é maior que o mundo.**

**... Dedico este trabalho a meu pai Heitor José Reolon “in memoriam”...  
"Se pela força da distância,você se ausenta... Pela força que há na saudade, você  
voltará." (Padre Fábio de Melo)**

## AGRADECIMENTOS

À **Deus...** Pelo dom da vida, por me dar a felicidade de conhecê-lo através do amor. Por estar caminhando comigo todos os dias, por estar em meu coração.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade para a presente formação.

Aos professores **Dr. Laércio Ricardo Sartor**, **Dr. Marcelo Marcos Montagner**, pela total confiança em meu trabalho, pela orientação, co-orientação, sem dúvida grandes mestres e amigos.

Agradecimentos especiais para a **Fazenda São Marcos** por ter aberto suas portas, como estagiária e pesquisadora, sou grata por todos esses anos, nos quais cresci muito, agradeço ao espaço cedido para serem realizados meus trabalhos.

Ao **CNPq** e **CAPES** pela concessão do financiamento desse projeto de pesquisa e bolsa de mestrado.

Ao **Laboratório de Fisiologia Vegetal**, e ao professor **Dr. Américo Wagner Júnior** meu orientador de bolsa, pela confiança em meu trabalho, sem dúvida um grande mestre e amigo.

Ao professor e amigo **Mozar Faria Botelho** por toda ajuda e disposição durante minha pesquisa.

Aos meus irmãos, **Fernando Henrique Reolon** e **Débora Reolon**, sempre estiveram ao meu lado ajudando e apoiando, vocês foram essenciais.

A todas as pessoas da minha família por todo o incentivo, apoio e torcida...

Às minhas grandes amigas e comadres, **Pollyane Gusso**, **Aline Lizzi** e **Valéria Zopeletto**, as quais sempre me apoiaram desde o início, estando ao meu lado nos melhores e piores momentos.

A todos os amigos e colegas que me ajudaram de qualquer forma durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade de estudo e desenvolvimento desta dissertação.

PEREIRA, Juliana Reolon Pereira. **Resistência Mecânica do Solo a Penetração e Rendimento do Milho em Sistema Integração Milho-bovinos de Corte**. 2014. 70 folhas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

## RESUMO

Com o aumento na demanda de alimento houve uma intensificação no uso das terras, surgindo várias discussões no que tange a agricultura sustentável. Uma das práticas aplicadas a agricultura, de cunho sustentável é a introdução do sistema de integração lavoura-pecuária, visando maximizar os recursos naturais e insumos, com menos impacto sobre o ambiente, sendo economicamente viável. Com o uso intenso das áreas agrícolas e a introdução de animais no sistema, surgiram paradigmas quanto à degradação do solo e o aumento na compactação, afetando o sistema de produção. O que pode ser evitado com o manejo da carga animal, o que condiciona variar a massa de forragem e altura da pastagem. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da pastagem de aveia preta em função do pastejo em locação rotacionada. Também se objetivou avaliar o efeito do animal em pastejo no inverno sobre a produtividade do milho cultivado em sequência, recebendo crescentes doses de nitrogênio em cobertura. O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda São Marcos em parceria com a UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. O trabalho foi dividido em duas etapas inverno e verão. Na etapa de inverno os tratamentos foram compostos do pastejo sob locação rotacionada em diferentes estágios da aveia. A segunda etapa do experimento, no período de verão, foi constituída do cultivo do milho recebendo doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>), semeado em áreas com e sem pastejo após a aveia preta. Foi avaliado no sistema integração milho-bovinos de corte o ganho de peso dos animais a pasto, a produtividade dos grãos de milho e o grau de compactação através da resistência mecânica do solo a penetração. Os parâmetros da pastagem como produção de forragem não foram afetados pelos animais em pastejo. O desempenho animal não é afetado devido à diminuição da massa de forragem em pastagem de aveia ao final do ciclo. A aplicação de N na cultura do milho influencia o rendimento do grão de forma crescente e com maior efeito nas áreas de integração bovinos de corte-milho. Maiores respostas de produtividade são obtidas em áreas pastejadas. O efeito do animal em pastejo ocorre sobre a resistência mecânica a penetração, somente as camadas superficiais do solo de 0 – 20 cm. A cultura do milho melhorou as qualidades físicas do solo, proporcionando a eliminação das camadas superficiais mais compactadas.

**Palavras chave:** Produção de grãos, produção vegetal, sistemas integrados de produção.



PEREIRA, Juliana Reolon Pereira. **Soil Mechanical resistance to penetration and Corn Yield in a Corn-Beef Cattle Integrated System.** 2014. 70 pages. Dissertation (Master's in Zootecny) –Federal Technologic University of Paraná (UTFPR). Dois Vizinhos, 2014.

### **ABSTRACT**

There is an increase on food demand and to support this demand, land use has been intensified, bringing up several discussions regarding sustainable agriculture. Crop-livestock system is used in this context aiming to maximize natural resources use and inputs, with less impact on the environment and better profit return. Although, the introduction of animals in these agricultural areas has brought up many paradigms about soil degradation and increased bulk density, affecting the production system. Of course, by managing animal stocking rate, these effects can be avoided. This work aimed to evaluate Black oat yield managed with rotational grazing. Moreover, corn yield grown after animal grazing period was evaluated receiving increasing doses of nitrogen. This study was carried out at São Marcos Farm in partnership with UTFPR, Dois Vizinhos. This study was divided into two phases. The first phase aimed to evaluate the effects of grazing over black oat yield during winter. The second phase, during the summer, consisted of the cultivation of corn receiving doses of nitrogen (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>), seeded in areas with and without grazing. Animal live weight gain, corn yield and soil resistance to penetration was evaluated. Grazing did not affect pasture production. Animal gain also was not affected by lower forage mass grazing black oat at the end of its cycle. Corn yield showed a linear increase as nitrogen level increased with better result at the grazed areas. Trampling effects over soil resistance to penetration occurs mainly at the top soil layer (0-20 cm). Corn crop improved soil physics traits and eliminated soil resistance to root development on the top soil layers.

**Key words:** Grain production, crop production, integrated systems of production.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1:** Parâmetros químicos do solo, nos três piquetes, anterior à instalação do experimento.....37
- Tabela 2:** Ganho de peso médio diário (GMD) de bovinos de corte em pastagem de aveia preta.....42
- Tabela 3:** Valores médios da composição químico-bromatológica da pastagem de aveia preta comum com valores de entrada e saída em sistema de integração milho/bovinos de corte.....43
- Tabela 4:** Ganho médio diário e rendimento de grãos de milho recebendo 200 kg ha<sup>-1</sup> de N das áreas com e sem pastejo no inverno.....43
- Tabela 5:** Componentes de rendimentos de grãos de milho em sistema integração milho/bovinos de corte em função das doses de N nas áreas com e sem pastejo.....46

### CAPÍTULO II

- Tabela 1:** Análise química do solo, nos três piquetes, anterior à instalação do experimento.....

**Error! Bookmark not defined.**

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO

- Figura 1:** Representação esquemática do modelo conceitual de pesquisa de integração milho/bovinos de corte em sistema de plantio direto. Modelo que se aplica a culturas de lavoura de milho no verão e pastagem de aveia no inverno. .... 16

### CAPÍTULO I

- Figura 1:** Mapa da área experimental, constituída de três piquetes de 1,8 ha-1 cada, ao centro a área destinada sem pastejo de 375m<sup>2</sup>. 38
- Figura 2:** Altura de entrada e saída da aveia preta durante os três ciclos de pastejo em sistema de integração lavoura-pecuária.....40
- Figura 3:** Produção total de forragem e fitomassa residual em áreas com pastejo e sem pastejo. Médias seguidas de mesma letra, dentro das variáveis não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ....41
- Figura 4:** Rendimento de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicadas no verão, nas áreas Sem Pastejo (SP) e Com Pastejo (CP) da pastagem antecessora a lavoura. ....45
- Figura 5:** Teores de Proteína Bruta, g kg<sup>-1</sup> em grãos de milho em áreas com pastejo e sem pastejo recebendo crescentes doses de N em sistema integração milho/bovinos de corte. ....47

### CAPÍTULO II

- Figura 1:** Mapa da área experimental, constituída de três piquetes de 1,8 ha-1 cada, ao centro a área destinada sem pastejo de 375m<sup>2</sup>. ....57
- Figura 2:** Distribuição espacial da resistência mecânica do solo à penetração - RMP (MPa) no pós-pastejo (08/08/2012) nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013. ....60
- Figura 3:** Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) no pós-pastejo (08/08/2012), nas profundidades de 10 – 20 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.....60

<b>Figura 4A:</b> Resistência do solo a penetração no pós - pastejo (PP) em áreas Com Pastejo (CP) e Sem Pastejo (SP).....	61
<b>Figura 4B:</b> Resistência do solo a penetração realizada pós - milho (PM) em áreas Com Pastejo (CP) e Sem Pastejo (SP).....	61
<b>Figura 5:</b> Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) no pós-milho (13/03/2013), nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.....	62
<b>Figura 6:</b> Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) no pós-milho (13/03/2013) nas profundidades de 10 – 20 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.....	63
<b>Figura 7A:</b> Resistência do solo a penetração nas áreas com pastejo comparando o pós pastejo X pós – milho (PM). .....	64
<b>Figura 7B:</b> Resistência do solo a penetração nas áreas sem pastejo comparando o pós pastejo x pós - milho (PM).....	64
<b>Figura 9:</b> Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) mostrando a recuperação da área em MPa nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013. ....	63
<b>Figura 9:</b> Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) mostrando a recuperação da área em MPa nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013. ....	63
<b>Figura 10:</b> Resistência do solo a penetração (MPa) e rendimento de grãos de milho em sistema de integração milho/bovinos de corte analisados em áreas com e sem pastejo.....	66

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	15
1.1 MODELO CONCEITUAL DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO MILHO-BOVINOS DE CORTE .....	16
1.2 OBJETIVOS .....	18
1.2.1 Objetivo Geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos .....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	19
2.2 RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO.....	20
2.3 MANEJO DA PASTAGEM.....	21
2.4 UTILIZAÇÃO DA AVEIA EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 MILHO Zea mays.....	23
2.6 REFERÊNCIAS .....	25
<b>CAPÍTULO I - DESEMPENHO DE NOVILHOS MARCHANGUS EM PASTAGEM DE AVEIA E RESPOSTA DO MILHO A NÍVEIS DE NITROGÊNIO .....</b>	<b>32</b>
RESUMO.....	33
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
<b>CAPÍTULO II - RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO MILHO-BOVINOS DE CORTE SOB PASTEJO COM LOCAÇÃO ROTACIONADA.....</b>	<b>52</b>
RESUMO.....	53

ABSTRACT.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
INTRODUÇÃO .....	55
MATERIAL E MÉTODOS .....	56
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
CONCLUSÃO .....	67
REFERÊNCIAS.....	67
5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	70
APENDICE 1 .....	71

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Com o aumento populacional, escassez de água, de alimentos, energia e a degradação dos solos, buscaram-se alternativas sustentáveis na produção agropecuária (LAL, 2007) até recentemente no Brasil ocorreu uma grande expansão das fronteiras agrícolas e a exploração de novas áreas com o objetivo de aumentar a produção de alimentos. Com isso se obteve um acréscimo na introdução de pastagens o que reflete diretamente no crescimento da pecuária e da agricultura brasileira (BARCELLOS et al., 2004). Essa expansão agrícola teve início na década de 60 e se estende até os dias de hoje, no ponto de vista tecnológico e econômico.

O crescimento da pecuária e lavoura veio de forma errônea em inúmeras regiões. A falta de manejo aplicado às pastagens bem como na lavoura, sistemas de cultivos convencionais, monocultivo por longo período, trouxe junto com o crescimento a degradação dos solos. Neste caso a diversificação do sistema seria ideal para minimizar os problemas, uma das possibilidades na diversificação do sistema é a integração lavoura-pecuária, tentando utilizar o mínimo de recursos possíveis com menor impacto sobre o ambiente (SANTANA, 2005), por meio de rotação, diversificação de culturas, fazendo com que o solo seja explorado durante o ano todo, minimizando os custos de produção e conseqüentemente, fazendo com que haja uma combinação entre a lavoura e a pastagem (EMBRAPA, 2005).

A utilização desse sistema tem como objetivo conciliar duas atividades maximizando o uso da terra, diversificar o sistema, diminuir custos, além disso, agregar valor aos produtos agropecuários (ASSMANN et al., 2007). Pois esse sistema possibilita a produção de grãos, fibras, carne, leite e lã na mesma área em diferentes épocas, objetivando com a rotação entre animal e planta aproveitar os resíduos orgânicos como corretivos e fertilizantes, diminuindo a utilização de defensivos.

A bovinocultura de corte aparece como opção dentro deste sistema, porém o mau manejo e o excesso de carga animal surge como fator de degradação do solo afetando a sua estrutura física (CORREA; RICHARDT, 1995) podendo assim afetar o rendimento da cultura sucessora (CARVALHO et al., 2005). Por outro lado, alguns pesquisadores relatam que o pastejo pode melhorar a produtividade da cultura subsequente devido a ciclagem de nutrientes dentro do sistema e ao acúmulo de matéria orgânica depositada superficialmente no solo (BONA FILHO et al., 2002; ASSMANN et al., 2003).

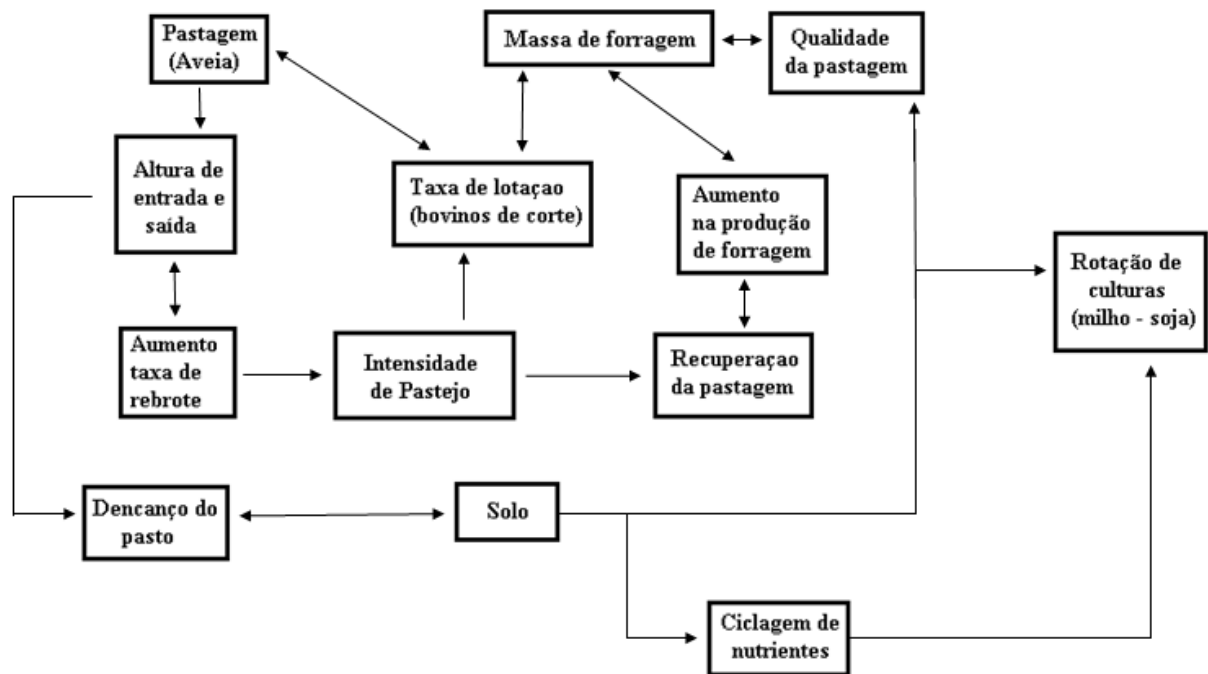
A utilização da cultura do milho dentro dos sistemas integrados é destacada pelo fato das alternativas encontradas no grão tais como, alimentação animal tanto na forma de grãos

como silagem, alimentação humana e o aumento de receita através da venda do produto. O presente trabalho baseou-se na hipótese de que os animais em pastejo no inverno, não afetam a produtividade da cultura do milho cultivada em subsequência e as doses de nitrogênio aplicadas no milho aumentam a produção de biomassa do sistema.

### 1.1 MODELO CONCEITUAL DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO MILHO-BOVINOS DE CORTE

Com o objetivo de compreender o sistema de integração lavoura pecuária, elaborou-se um modelo conceitual desse sistema aplicando rotação de cultura de lavoura e pasto (Figura 1). Utilizou-se a cultura do milho (*Zea mays*) como lavoura, e para a pastagem foi utilizada a aveia para compor o sistema de integração milho-bovinos de corte.

O modelo conceitual proposto demonstra a produção total do sistema, tendo como resultado final a produção de grãos e carne, sob influência do manejo da pastagem e da fertilização do solo.



**Figura 1:** Representação esquemática do modelo conceitual de pesquisa de integração milho-bovinos de corte em sistema de plantio direto. Modelo que se aplica a culturas de lavoura de milho no verão e pastagem de aveia no inverno.



Para se obter uma resposta satisfatória e uma alternativa para aumentar a rentabilidade dos produtores com a utilização de bovinos de corte na entressafra, é ideal que se utilize pastagens hibernais que apresentem alto valor nutricional e alto potencial produtivo. O que reflete no produto final com o peso e acabamento adequados das carcaças, além de satisfazer o consumidor, que exige uma carne de melhor qualidade.

Uma boa massa de forragem depende da altura do pasto juntamente com a taxa de lotação, ou seja, quanto maior for a taxa de lotação proposta menor será a massa de forragem (Figura 1), quanto menor for a taxa de forragem menor vai ser a disponibilidade de alimento em contrapartida menor será o desempenho animal, além disso a forragem residual interfere também na cultura de lavoura a ser cultivada na sequência.

Com o controle da altura de entrada e saída dos animais se propõe um período de descanso para o solo e para a pastagem, além disso o descanso do solo tem um efeito desconpactor se tratando do pisoteio animal. Dentro do modelo conceitual se fala na ciclagem de nutrientes a mesma ocorre devido a presença do animal em pastejo, o animal retira os nutrientes necessários para seu crescimento e os devolve ao solo via fezes e urina (ANDREOLLA 2010), além de aumentar os teores de matéria orgânica no solo devido a deposição de dejetos na camada superficial tendo também um aproveitamento de nutrientes a próxima cultura.

Os herbívoros tem o hábito de selecionar o alimento dando preferência as plantas do dossel que apresentam melhor digestibilidade (CARVALHO et al., 2001). Neste contexto, acredita-se que os animais apresentam preferência pelas folhas em relação aos colmos, ou seja a composição do alimento que é consumido pelo animal depende da estrutura da pastagem, lotação animal, espécie e do seu valor nutritivo da forragem.

Podemos relacionar a quantidade ingerida de forragem e profundidade do bocado com a altura do pasto, essas variáveis estão ligadas com a densidade do pasto. Heringer; Carvalho (2001) mencionam que para o animal atingir a alta capacidade de ingestão há a necessidade de existir altura e densidades suficientes que permitam a ele ingerir a forragem que está sendo ofertada. A intensidade de pastejo e desfolha realizada pelo animal afeta a quantidade de forragem consumida. Segundo Carvalho et al. (2006) a intensidade de pastejo influencia a eficiência fotossintéticas das folhas nos primeiros estágios da rebrotação, e indica a proporção do tecido vegetal removido em relação ao disponibilizado para o pastejo (HODGSON, 1990), por isso deve ser realizado o controle da área foliar visando maximizar o consumo pelos animais.

Existe hoje muita dificuldade na escolha da espécie (forragem, grãos) que se encaixe dentro do sistema de integração lavoura - pecuária. Segundo Salton et al. (2001) o sistema integrado consiste no cultivo de culturas anuais com espécies forrageiras. A rotação de culturas melhora a estrutura do solo, permitindo maior teor de matéria orgânica no solo e alta porosidade criada pelas raízes, além disso, busca-se um pastejo rotacionado permitindo ao solo e ao pasto um período de descanso, evitando que os animais em pastejo consumam os perfilhos (QUADROS, 20013).

Segundo Moraes et al. (2002) a implantação do sistema teria um pequeno problema, quando se trata de efeitos ocasionados pelo pisoteio do animal que resulta na compactação do solo podendo prejudicar a cultura subsequente, essa afirmação não leva em consideração a descompactação do solo ocasionada por raízes. O objetivo da integração é maximizar a produção da agricultura e da pecuária, além disso devemos levar em consideração o manejo a ser realizado na pastagem e na colocação dos animais no pasto que antecede o plantio. Segundo Lopes (2009) o desafio é encontrar uma biomassa adequada que ao mesmo tempo forneça ganho ao animal e que crie um ambiente que permita que a próxima cultura tenha um alto rendimento de grãos.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da pastagem de aveia preta em função do pastejo com lotação rotacionada. Também objetivou-se avaliar o efeito do animal em pastejo no inverno sobre a produtividade do milho cultivado em sequência, recebendo crescentes doses de nitrogênio em cobertura.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Avaliar a produtividade da cultura de aveia preta comum em função do pastejo rotacionado em áreas com e sem pastejo no inverno.

Avaliar a resistência mecânica do solo a penetração em sistema de integração milho – bovinos de corte.

Avaliar diferentes doses de N na cultura do milho no sistema de integração lavoura-pecuária cultivado em áreas com e sem pastejo da cultura antecedente.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

A utilização do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) traz muitos benefícios ao solo e as culturas, pois auxilia no aumento da produtividade e com o passar do tempo melhora a qualidade do solo. Isso tudo acontece devido a presença do animal no sistema, melhorando o retorno e a ciclagem de nutrientes (CARVALHO et al., 2005; ASSMANN et al., 2007; FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2008).

A grande maioria dos solos ocupados por pastagens apresentam problemas, quando comparados aos solos utilizados somente para lavoura. A baixa fertilidade, acidez, solos pedregosos, topografia irregular, são os principais problemas encontrados em áreas de pastagens, já solos melhores são utilizados para lavoura de grãos anuais ou de alto valor comercial para produção de fibras (MACEDO et al., 2009). Esses sistemas degradados afetam diretamente a produção animal, (PERON; EVANGELISTA 2004) conseqüentemente as pastagens são de baixa qualidade e apresentam altos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e baixa digestibilidade o que compromete o desempenho do animal.

A integração necessita de planejamento quanto ao uso de fertilizantes, tanto para as pastagens como para as culturas de verão, para que o sistema seja economicamente eficiente, e mínimos impactos ao meio ambiente. Assmann et al. (2010) chamam a atenção sobre o cuidado que se deve tomar ao utilizar o nitrogênio, em relação à quantidade requerida pelas plantas, o valor do produto e o seu efeito poluidor.

A rotação das culturas, dentro do sistema de interação lavoura - pecuária traz benefícios ao solo, como a ciclagem de nutrientes (FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2008) e redução da utilização de fertilizantes (RUSSELLE et al., 2007), tornando o sistema mais sustentável (CARVALHO et al., 2010) e mais lucrativo. Muitas propriedades trabalham com a produção de grãos e pecuária, porém em áreas distintas, não trazendo o benefício da rotação ou de resíduos que um sistema oferece ao outro.

O pastoreio dentro sistema de integração desencadeia reações que envolvem processos químicos, físicos e biológicos que trazem modificações a estruturação do solo a curto prazo,

tais como aumento da resistência a penetração, redução da macroporosidade, diminuição na taxa de infiltração de água a resistência do solo (LANZANOVA et al., 2007) e alterações morfológicas em raízes e plantas (SPERA et al., 2009). Isso em médio prazo com o desenvolvimento da cultura subsequente ao pastejo se recupera a estrutura do solo.

A inserção dos animais na ILP para pastejo são indispensáveis quando se trata de ecossistema, pois inclui a transformação de formas de nutrientes, em resposta a ciclagem de Nitrogênio, influenciando com o pastejo a mineralização/imobilização de N no solo trazendo benefícios (ASSMANN et al., 2007). No entanto se mal manejado pode agravar o problema de compactação do solo (ANDREOLLA, 2010). Surgiram muitas preocupações quando começou a introdução de animais nos sistemas agrícolas, e a principal delas é o impacto do pisoteio sobre a estruturação física do solo. O processo de transformação estrutural do solo é promovido pela atividade microbiológica, o funcionamento da comunidade microbiana que atua sobre o solo é importante para a compreensão dos processos em nível de ecossistema (CHÁVEZ et al., 2011), pois elas são responsáveis pela mineralização da matéria orgânica e pela estabilidade de macroagregados (SPERA et al., 2009).

O entendimento do efeito da intensidade de pastejo sobre a microbiota do solo é importante para identificar as intensidades que melhoram ou mantêm a qualidade do solo e a microfauna. Em trabalho realizado por CHÁVEZ et al. (2011) intensidades moderadas de pastejo, em ILP mostrou que a diversidade funcional da microbiota é maior em comparação a áreas com alta intensidade de pastejo e áreas não pastejadas, pois a maior intensidade de pastejo pode causar uma redução nos macroporos do solo (DIAS JÚNIOR, 1996) provocando deficiência de oxigênio. Segundo Souza et al. (2006) a falta de O<sub>2</sub> diminui as atividades das bactérias presente no solo, diminuindo a ciclagem de nutrientes.

## **2.2 RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO**

Grandes áreas na agricultura apresentam problemas com compactação. Segundo ANDREOLA (2010) a compactação do solo é resultado de forças mecânicas, provenientes do tráfego excessivo de máquinas e do pisoteio de animais, essas forças aplicadas ao solo formam pressão e essa pressão ocasiona degradação de partículas sólidas e líquidas que diminuem seu volume em consequência a porosidade total.

Além do uso intensivo de máquinas agrícola outro agente causador da compactação do solo é o pisoteio dos animais (HAMZA; ANDERSON 2005), o qual é influenciado pela textura do solo, taxa de lotação, altura do dossel e massa residual esses fatores podem ser

explicados de acordo com a textura do solo e teor de umidade. Os solos da região sudoeste do Paraná são considerados latossolo vermelhos, (EMBRAPA 2006) sendo estes mais susceptíveis a compactação devido ao alto teor de argila. Segundo Costa (2000) solos com textura média ou argilosas requerem mais cuidados devido a presença da água entre os agregados o que facilita a compactação

Devido ao processo de compactação do solo é notável que ocorra a diminuição de absorção de nutrientes, água, e conseqüentemente o crescimento da planta (SÁ; SANTOS JUNIOR, 2005). Muitos estudos mostram que máquinas são responsáveis por compactar o solo, e para minimizar esse processo muitas vezes é necessário que o solo apresente umidade alta, porém nem sempre a realização desse trabalho é favorável, pois depende muito do clima e das condições de manejo (BETTERIDGE et al., 1999; MELLO et al., 2002).

O aumento da densidade do solo com o processo de compactação ocorre quando o pisoteio animal se dá sobre o solo com umidade elevada e baixa cobertura densidade varia em função da textura e da umidade do mesmo (COSTA, 2000). Segundo ANDREOLA (2010) os teores de umidade presentes no solo devem ser levados em consideração no momento em que realizamos a amostragem, pois a resistência a penetração é influenciada pela umidade (KLEIN; LIBARDI; SILVA, 1998).

Encontramos na literatura valores que variam entre 2,5 MPa a 4,9 MPa (CARVALHO, 1976). Em solos com baixo teor de umidade a resistência a penetração aumenta, a faixa crítica de resistência do solo é determinada pelos valores de 2,0 a 2,5 MPa, considerando que nesta faixa o crescimento radicular são prejudicados. Valores acima de 2,0 MPa impede o desenvolvimento de raízes (REYNOLDS et al., 2002). Para valores entre 1,1 e 2,5 não são encontrados limitações segundo Camargo & Alleoni (1997). Já para Hamza & Anderson (2005) valores entre 2,0 MPa e 3,0 MPa são limitantes ao desenvolvimento radicular.

### **2.3 MANEJO DA PASTAGEM**

Por meio do manejo e da otimização da pastagem se consegue criar ambientes adequados que sejam capazes de suprir as exigências nutricionais dos animais a pasto. Levando isso em consideração existem técnicas e metodologias que tornam esse sistema eficiente como altura da pastagem, intensidade de pastejo e oferta de forragem. O emprego dessas técnicas predizem o quanto de alimento estará disponível para o animal, levando em consideração a intensidade de pastejo e a carga animal. Segundo Carvalho et al. (2001) se

deve considerar a altura e a estrutura do dossel quando se trata de manejo pois são importantes na seleção da dieta dos herbívoros, ela afeta indiretamente o consumo de forragem.

Os herbívoros possuem um mecanismo de otimização do uso do tempo na procura por alimento, utilizado nesses casos conhecido como comportamento ingestivo permitindo que os animais selecionem o alimento de melhor qualidade em relação ao restante existente (HUDGSON, 1982). O problema da degradação das pastagens também é ocasionado pela alta lotação animal principalmente quando se utiliza uma forragem de baixa capacidade de suporte, esses entre outros fatores como a falta de adubação só compromete ainda mais a degradação.

A intensidade de pastejo é a grande responsável pelo número de perfilhos, taxa de rebrote e remoção da área foliar quanto maior for a carga animal e o pastejo menos será essa taxa. A área foliar da planta é fundamental, pois é responsável por captar a luz solar através da fotossíntese e transformá-la em energia (CARVALHO et al. 2006). Através deste processo as plantas formam sua estrutura de biomassa a qual é influenciada também pela altura da pastagem, e frequência no processo de desfolha realizada pelos animais (MORO, 2010).

Podemos considerar o animal o grande responsável pela desfolha da planta devido ao comportamento alimentar, (HODGSON, 1990) esse processo pode afetar ou melhorar os componentes físicos e químicos do solo. Positivamente quando se trata da ciclagem de nutrientes através da decomposição das fezes e urina e dos resíduos de plantas existentes no solo. Negativamente quando a procura por alimento promova um maior deslocamento do animal em consequência provocando maior pisoteio.

Cultivares de aveia preta (*Avena strigosa*) são mais utilizados em relação a cultivares de aveia branca (*Avena sativa*) na produção pecuária do Sudoeste do Paraná. A aveia pode ser utilizada como fonte de alimento para os bovinos em pastejo, uma opção de renda ao produtor durante o inverno aliada a produção de culturas no verão (CECATO et al. 2001).

As pastagens de verão na Região Sudoeste do Paraná apresentam baixa oferta de forragem no final do verão e início do outono, período conhecido como vazio forrageiro de outono. O mesmo ocorre no final do inverno e início da primavera, período conhecido como vazio forrageiro de primavera. O cultivo de cereais de inverno como a aveia pode resolver o problema da baixa oferta de alimento nesses períodos do ano. Espécies forrageiras temperadas como a aveia e azevém, tem significativa participação na composição da dieta do rebanho bovino paranaense, especialmente em sistema de integração lavoura pecuária nos subtrópicos.

O manejo das pastagens no sistema de integração lavoura-pecuária é muito importante, pois é esse manejo que determina o maior ou menor deslocamento desses animais por área (BAGGIO et al., 2009). Quando a oferta de forragem for suficiente para a nutrição dos animais a busca e o deslocamento diminui, trazendo benefícios ao solo. Porém hoje ainda existe carência de tecnologia aplicada no cultivo e manejo das pastagens para otimizar a produção da forrageira e atender os princípios do sistema integrado, dos quais a permanência de material vegetal sobre o solo e a manutenção da fertilidade desse.

#### **2.4 MILHO *Zea mays***

A cultura do milho (*Zea mays*) tem forte utilização no sistema de integração lavoura-pecuária, devido as suas aplicações dentro das propriedades agrícolas, como fonte de alimento animal na forma de grãos ou de forragem verde, ou mesmo a comercialização do produto como fonte de renda, o milho esta entre as culturas de grãos mais produzidos no Brasil. A consorciação entre milho e pastagem quando feito de maneira correta permite uma ótima produção de silagem ou grãos.

O Brasil tem um grande potencial de produção, porém esses índices ainda estão baixos quando comparado a outros países, pelo fato de baixa tecnologia aplicada à cultura principalmente quando se fala em adubação. O milho é a cultura que demanda maior aplicação de N quando comparadas a culturas sucessoras ao período de pastejo. O uso de N também está relacionado com a composição protéica do grão de milho. Estudos realizados demonstraram o aumento da proteína no grão do milho com crescentes doses de N aplicado em cobertura durante o desenvolvimento da cultura (AMARAL FILHO et al., 2005).

A aplicação de N na cultura do milho sobre sistema de plantio direto vem sendo muito estudada (PAULETTI; COSTA, 2000), porém existem poucos estudos que demonstram o efeito do N aplicado no milho em sistemas de integração lavoura pecuária e qual o seu efeito junto com a interação animal e a relação C/N presente. O milho apresenta uma alta relação C/N devido a alta relação a palhada residual tem lenta decomposição na superfície do solo tornando o solo mais protegido nesse período.

A utilização de fertilizantes nitrogenados aumentou cerca de sete vezes comparada à duplicação da produção agrícola nos últimos 40 anos (LEMAIRE; GASTAL, 2009). Portanto, é importante buscar a máxima eficiência de uso do N, reduzir perdas e manter altos índices de rendimento de grãos considerando o efeito residual do N aplicado no pasto antecedente à

lavouira. Muitos estudos demonstram a importância da adubação nitrogenada, e várias recomendações quando ao tipo de fonte, manejo de aplicação (ASSMANN et al. 2003; AMADO et al., 2002).

## 2.5 COMPOSTO MARCHANGUS

A finalidade dos compostos é buscar o equilíbrio entre a rusticidade, adaptação, longevidade das raças zebuínas com a precocidade, temperamento linfático, qualidade de carne dos taurinos. É bom salientar que no cruzamento, o composto não mantém os níveis da raça que deu origem, no entanto o que se busca é o efeito da heterose e complementaridade.

Para a criação de um composto é fundamental o conhecimento das raças a serem utilizadas nos programas de cruzamento, por que o processo de seleção deve ser feito no ambiente em que os animais serão criados, pois a seleção focará naquelas características que mais influenciam o crescimento, resultando numa ótima combinação das características com efeitos diretos sobre o crescimento e relacionadas à adaptação (MACKINNON; MEYER; HETZEL, 1991, p.111).

Outro ponto, é que antes de se discutir raças o criador ou técnico deve buscar animais superiores dentro das raças, para não ter resultados insatisfatórios. Animais de qualidade ou não, existem em qualquer raça e a escolha e seleção de boas fêmeas e machos é essencial (MONTAGNER, 2010). A seleção de raças ou cruzamentos com raças produtivas e tolerantes ao calor pode ser o melhor caminho para melhorar geneticamente os animais quanto à tolerância ao calor, mas deve-se considerar também todas as demais características para o melhor desempenho produtivo e reprodutivo dos animais em climas quentes (ROGERS, 2003).

O Aberdeen Angus é um gado preto, tanto a pele como os pelos. Eles são tolerantes à diversos climas, rústicos, adaptáveis, boa natureza, extremamente precoces e com alto rendimento de carcaça, produzindo carne marmorada de altíssima qualidade. O Angus é reconhecido como uma raça para produzir carcaças superiores. É uma raça utilizada em cruzamento para introduzir habilidade materna, precocidade e melhorar a qualidade de carcaça. O Angus é utilizado também como raça descornadora, pois possui o gene para mocho o qual é passado para as descendências como característica dominante. Tem como ponto fraco a sua pouca adaptação em regiões de clima tropical.



O Marchigiana é um taurino produtor de carne caracterizado por notável desenvolvimento dos músculos e do quarto traseiro, com um tronco alongado e que tende a ser cilíndrico. O Marchigiana é um gado de grande porte (touro adulto pode superar os 1.200Kg) que possui grande comprimento de tronco, amplos diâmetros transversais, estrutura esquelética fina e carne com marmoreio suave, podendo ser chamada de carne *light*. Considerando em sua totalidade, é harmonioso, ágil em seus movimentos e de temperamento dócil. O Marchigiana é basicamente uma raça terminal, sendo que seus indivíduos dificilmente são superados em provas de ganho de peso. Uma das características mais marcantes e importantes do Marchigiana no Brasil é a sua tolerância ao calor e insolação. Por isso ele é conhecido como o “europeu tropical”. Essa adaptabilidade se deve a pelagem ser constituída por pêlos brancos, curtos, finos, lisos e brilhantes e a pele ser solta, macia, facilmente palpável em pregas com pigmentação preta.

O cruzamento de Aberdeen Angus com Marchigiana já foi feito em outras fazendas: senhores Dario e Armando Segabinazzi em Alegrete-RS e da família Knudsen no Kansas-EUA. Nessas propriedades foi observado um ótimo cruzamento com animais muito vigorosos e de ótima carcaça. Pensamos que animais compostos serão importantes para produção de carne de forma mais eficiente. Por isso foi iniciada a criação do composto Marchangus (½ Marchigiana x ½ Aberdeen Angus). Acreditamos que o desenvolvimento desse composto de forma organizada e sistematizada é uma atitude original no mundo.

Como o rebanho de fêmeas zebuínas é predominante no Brasil, foi testada a utilização do Composto Marchangus no cruzamento para formação do produto MZ50, cuja as fêmeas podem ser utilizadas como matrizes de cria ou para produção de carne. Já os machos devem ser destinados exclusivamente ao mercado frigorífico. Com a participação do sangue zebuíno, se aumenta a adaptação e rusticidade à sistemas de produção mais extensivos e a pecuária típica de clima tropical, sendo assim, é de ser esperar que a grande utilização do Marchangus seja o seu acasalamento com fêmeas zebuínas para a produção do MZ50.

## 2.6 REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.467-473, 2005.

ASSMANN, Tangriani S.; ASSMANN, Alceu L.; SOARES, André B. ; BORTOLLI, Antonio M. Fixação biológica de nitrogênio por plantas de trevo (*Trifolium spp*) em sistema de integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.5, p.1435-1442, 2007.

ASSMANN, Tangriani S.; ASSMANN, Alceu L.; SOARES, André B.; BORTOLLI, Antonio M. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.7, p.1387-1397, 2010.

ANDREOLLA, Veruschka R.M. **Integração lavoura-pecuária: atributos físicos do solo e produtividade das culturas do feijão e milho**. 2010. 139p. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

AGUINAGA, Angelo A.Q.; CARVALHO, Paulo C.F; ANGHINONI, Ibanor; SANTOS, Davi T.; FREITAS, Fabiana K.; LOPES, Marília T. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1765- 1773, 2006.

BAGGIO, Carolina; CARVALHO Paulo C.P; SILVA Jamir L.; ANGHINONI, Ibanor; LOPES Marília L.T.; THUROW Juliana M. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.215-222, 2009.

BANDINELLE, D. G. **Morfogênese e produção animal em aveia (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) pastejados sob distintas biomassas de lâminas foliares**. 156 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

BARCELLOS, Julio O.J; SUÑE, Yara B.P; SEMMELMANN, Cláudio E.N; GRECELLÉ, Roberto A; COSTA, Eduardo C; MONTANHOLI, Yuri R; CHRISTOFARI, Luciana. **A bovinocultura de corte frente a agriculturização no sul do Brasil**. Conferência apresentada no XI Ciclo de Atualização em Medicina Veterinária – CAMEV – Centro Agroveterinário de Lages – CAV/UDESC – 14 a 16 de abril de 2004. LAGES – SC. 2004.

BETTERIDGE, K.; MACKAY, A. D.; SHEPHERD, T. G.; BARKER, D. J.; BUDDING, P.J.; DEVANTIER, B. P.; COSTALL, D. A. Effect of cattle and sheep treading on surface configuration of a sedimentary hill soil. *Aust. J. Soil Res.*, 37:743-760, 1999.

BÜRGER, Peter J.; PEREIRA, José C.; QUEIROZ, Augusto C.; SILVA, José F.C; FILHO, Sebastião C.V; CECON, Paulo R; CASALI, Alex D.P; Comportamento Ingestivo em

Bezerros Holandeses Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Ver. Bras. Zootec.**, 29(1):236-242, 2000.

CANTO, M.W.; JOBIM, C. C.; PAGLIARINI, M. S.; PANCERA JÚNIOR, E. J.; BARTH, NETO, A.; INTROVINI, E. P.; ZANFOLIN, P. R. L.; FERREIRA, C. W.; MATIVI, T. M.; ALMEIDA, G. M., VIZZOTTO, B. A pecuária de corte no Paraná – desenvolvimento, caracterização e o papel das pastagens. **Scientia Agraria Paranaensis**. Volume 9. p 05-21. 2010.

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

CARVALHO, Paulo C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p.853-871. 2001.

CARVALHO, Paulo C.F.; ANGHINONI, Ibanor; MORAES, Anibal; SOUZA, E.D.; SULC, Reuben M., et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosyst**, v.88, p.259-273, 2010.

CARVALHO, Paulo C.F.; GENRO, Teresa C.M; GONÇALVES, Edna N.; BAUMONT, René. A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: Reis, R. A. et al. (Orgs.). **Volumosos na Produção de Ruminantes**, Jaboticabal, Funep. p. 107-124. 2005.

CECATO, U.; RÊGO, F. C. A.; GOMES, J. A. N.; CANTO, M. W.; JOBIM, C. C.; CONEGLIAN, S.; MOREIRA, F. B. Produção e composição química em cultivares e linhagens de aveia (*Avena spp.*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 775-780, 2001.

CHÁVEZ, Luiz F.; ESCOBAR, Luisa F.; ANGHINONI, Ibanor; CARVALHO, Paulo C.F.; MEURER, Egon J. Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1254-1261, 2011.

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**. 30:107-114, 1995.

COSTA, O.V. Impacto animal sobre o componente abiótico do solo: Ciclagem de nutrientes e compactação. Viçosa: UFV, 30 p, 2000.

DIAS JÚNIOR, M. S. **Notas de aula de física do solo**. Lavras, UFL, p. 168, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Integração Lavoura – Pecuária**. Ramon Costa Alvarenga & Marco Aurélio Noce. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

FRANZLUEBBERS, A.J.; STUEDEMANN, J.A. Crop and cattle responses to tillage systems for integrated crop–livestock production in the Southern Piedmont, USA. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v.22, p. 168-180, 2007.

FORBES, J.M.. Prediction of voluntary intake. In: J.M. Forbes (ed.) **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. CAB International, Wallingford, p.384-415, 1995.

FERREIRA, Julcemir. J. **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequências de alimentação em confinamento**. 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GILL, Warren. Applied sheep behavior - Agricultural Extension Service, The University of Tennessee. Disponível em: [Http://animalscience.ag.utk.edu /sheep/pdf/AppliedSheepBehavior-WWG-2-04.pdf](http://animalscience.ag.utk.edu/sheep/pdf/AppliedSheepBehavior-WWG-2-04.pdf), 2004, p. 15 – 19. Acessado em 05/06/2012.

HAMZA, M.A. & Anderson, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil Till. Res.**, 82:121-145, 2005.

HERINGER, I.; CARVALHO, P.C.F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: uma nova proposta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.4, p.675-679, 2002.

HODGSON, Jhon. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 203p, 1990.

KICHEL, Armindo N.; MIRANDA, Cesar H.B.; ZIMMER, Ademir H. Fatores de degradação de pastagem sob pastejo rotacionado com ênfase na fase de implantação. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 14.1977, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1977. p.193-211

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L.; SILVA, A. P. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes condições de densidade e teor de água. **Revista Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.18, n. 2, p. 45-54. 1998.

LAL, R. World soils and global issues. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 97, p 1-4, 2007.

LANZANOVA, Mastrângello E.; NICOLOSO, Rodrigo S.; LOVATO Thomé; ELTZ Flávio L.F.; AMADO Telmo J.C.; REINERT Dalvan J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 31:1131-1140, 2007.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. Quantifying Crop Responses to Nitrogen Deficiency and Avenues to Improve Nitrogen Use Efficiency. In: SANDRAS, V.O.; CALDERINI, D.F. CROP PHYSIOLOGY: APPLICATIONS FOR GENETIC IMPROVEMENT AND AGRONOMY. p.171-211, 2009.

LOPES, Marília L.T.; CARVALHO, Paulo C.F.; ANGHINONI, Ibanor; SANTOS, Davi T.; AGUINAGA, Angelo A.Q.; FLORES, João P.C.; MORAES, Anibal. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

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

MACKINNON, M.J.; MEYER, K.; HETZEL, D.J.S. Genetic variation and covariation for growth, parasite resistance and heat tolerance in tropical cattle. **Livestock Production Science**, v. 27, p. 105-122, 1991.

MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. da S.; JORNADA, J. B. J. da; SILVA, M. A. da; SAIBRO, J. C. de. Comportamento ingestivo de ovinos no período diurno em pastagem de azevém anual em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.198-204, 2007.

MELLO, A. N. Degradação física dos solos sob integração agricultura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco - PR: CEFET: PR. p. 43-60. 2002.

MONTAGNER, Marcelo M.. Aspectos a serem selecionados em gado de corte. In: MARTIN, Thomas N.. et al. **Sistemas de produção agropecuária**. Dois Vizinhos: Mastergraf: UTFPR. 2010. p. 89-109.

MORAES, A., PELISSARI, A., ALVES, S.J. et al. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: MELLO, N.A., ASSMANN, T.S. (Eds.). **I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. p.3-42. 2002.

PERON, Antônio J.; EVANGELISTA, Antônio R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciênc. agrotec.** vol.28 no.3 Lavras May/June 2004

QUADROS, Danilo Gusmão. Confinamento de bovinos de corte. Disponível em: <[http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/cursos/confinamento\\_bovinos\\_corte.pdf](http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/cursos/confinamento_bovinos_corte.pdf)>. Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**. USA, v. 110, p. 131-146, 2002.

ROGERS, G.W. **Impact of Genetics on Heat Tolerance**. Agricultural Extension Service. The University of Tennessee. 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S006521130693065>>.

RUSSELLE, M.P.; ENTZ, M.H.; FRANZLUEBBERS, A.J. Reconsidering integrated v systems in North America. **Agronomy Journal**, v.99, p.325–334, 2007.

SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A. M.; HERNANI, L. C. Integração lavoura-pecuária: alternativas de rotação de culturas. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, Dourados, 2001. **Anais...** Dourados, UFMS/Embrapa-CNPAO, 2001.

SÁ, M. A. C.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. **Compactação do solo: conseqüências para o desenvolvimento vegetal**. Planaltina: Embrapa-Cerrados, 26p, 2005.

SANTANA, D.P. **A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 18p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 132)

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Piracicaba, 2003. 76p. Dissertação

(Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2003.

SPERA, Silvio Tulio; SANTOS, Henrique Pereira; FONRANELI Renato Serena; TOMM, Gilberto Omar. Integração lavoura-pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 33:129-136, 2009.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A.; BUZETTI, S. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, p.323-329, 2006.

## **CAPÍTULO I**

### **DESEMPENHO DE NOVILHOS MARCHANGUS EM PASTAGEM DE AVEIA E RESPOSTA DO MILHO A NÍVEIS DE NITROGÊNIO**

O Capítulo foi elaborado conforme as normas para publicação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.



## DESEMPENHO DE NOVILHOS MARCHANGUS EM PASTAGEM DE AVEIA E RESPOSTA DO MILHO A NÍVEIS DE NITROGÊNIO

Juliana Reolon Pereira

### RESUMO

A integração lavoura-pecuária permite uma diversificação de culturas no sistema e aumento na produtividade por unidade de área, o que confere maior renda ao produtor e eficiência no uso de insumos. A sucessão aveia preta - milho (*Zea mays*) tem sido amplamente utilizada nesse sistema. Este trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade da pastagem de aveia preta e de bovinos de corte do composto Marchangus em sistema de pastejo com lotação rotacionada. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda São Marcos em parceria com a UTFPR Campus Dois Vizinhos em delineamento experimental de blocos ao acaso, o experimento dói dividido em duas etapas, inverno e verão. Na etapa de inverno foi avaliada a produtividade da pastagem de aveia preta e a produção animal de novilhos Marchangus em sistema de pastejo com lotação rotacionada. A segunda etapa do experimento, no período de verão, foi constituída do cultivo do milho recebendo doses crescentes de nitrogênio (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>), semeado em áreas com e sem pastejo no inverno. O desempenho animal não foi afetado devido à diminuição da altura em pastagem de aveia preta comum ao final do ciclo dentro do sistema de integração lavoura – pecuária. O rendimento de grãos foi influenciado pela adubação nitrogenada. Maiores respostas de produtividade são obtidas em áreas de integração

**Palavras – chave:** Aveia. Ganho Médio Diário. Rendimento de grãos.

## PERFORMANCE OF STEERS MARCHANGUS RAISED ON OAT AND NITROGEN LEVELSON CORN YIELD

Juliana Reolon Pereira

### ABSTRACT

Crop-livestock allows crop diversification in the system and increased productivity per unit area, which provides greater income to the farmer and a better use of inputs. Crop rotation using black oat at winter and corn (*Zea mays*) at summer has been widely used in this system. This work aimed to evaluate Black oat yield and animal live weight gain of Marchangus steers managed in rotational grazing system. This study was carried out at São Marcos Farm in partnership with UTFPR, Dois Vizinhos. Experiment was laid out as a randomized block design and divided into winter and summer phases. At winter, black oat forage yield and animal live weight gain of Marchangus steers managed in rotational grazing system was evaluated. The second phase, during the summer, consisted of the cultivation of corn receiving doses of nitrogen (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>), seeded in areas with and without grazing. Animal performance was not affected by the lower height of the common black oat pasture at the end of its cycle in the crop-livestock system. Corn yield showed a linear increase as nitrogen level increased with better result at the grazed areas.

**Key words:** oat, live weight gain, crop yield

## INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores de baixa rentabilidade na pecuária mantida a pasto é a baixa produtividade e qualidade da pastagem (MORO, 2010). No sul do país a implantação de culturas no inverno com alta produção é de grande importância para a pecuária, sabendo que neste período as pastagens perenes são reduzidas (RESTLE et al., 1998) e muitas vezes a área se torna ociosa (PITTA, 2012). Na Região Sudoeste do Paraná o uso de pastagens anuais de inverno é recomendado devido aos fatores climáticos favoráveis ao desenvolvimento do pasto tornando-os de boa qualidade nutricional.

Na prática são raros os produtores que utilizam a pastagem em áreas de lavoura, sabendo que durante o período de inverno essas áreas muitas vezes se tornam ociosas não trazendo renda alguma nesse período (BALBINOT Jr. et al., 2009). Com a possibilidade de se estabelecer culturas de inverno e lavoura a implantação de sistemas integrados que possibilitam essa diversificação o que vem conduzindo os agricultores a aplicarem o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) diversificando o sistema, onde a área se torna produtiva o ano todo.

A utilização de diferentes culturas dentro do sistema confere maior estabilidade de renda ao agricultor, pois na mesma área pode ser produzido grãos, fibras, madeira, silagem, carne, leite ou lã e também melhorando a qualidade física e biológica do solo (ALVARENGA et al., 2007) incluindo maior produtividade de grãos, maior número de animais por área tornando maior a rentabilidade da propriedade.

Estudos revelam que sistemas que utilizam o animal para pastejo podem modificar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, sendo que presença do animal não é prejudicial (CONTE et al., 2007) tornando a produtividade das culturas subsequentes melhor. O que se deve a ciclagem de nutrientes, onde o animal retira pelo pasto os nutrientes que ele necessita e repõe via fezes e urina (ASMANN et al., 2003), além da camada superficial que se torna rica em matéria orgânica devido aos dejetos dos animais (MORAES et al., 2002) e a massa residual sobre o solo.

Quando se trata de integração o assunto se torna mais complexo pelo fato de produzir uma pastagem de boa qualidade, produção animal e a lavoura na sequência que deverá atingir alta produtividade. Se o objetivo for boa produtividade em lavoura como o desempenho animal então é necessário que os animais sejam colocados em áreas onde a oferta de pasto esteja adequada, de acordo com a capacidade de suporte, pois a carga animal em excesso

prejudica o desenvolvimento do pasto, resultando na perda de forragem e refletindo na próxima cultura, bem como o pisoteio do animal pode causar efeitos negativos sobre a densidade e porosidade do solo.

O manejo correto da pastagem permite a otimização na produção de forragem e é fundamental para a criação de bovinos a pasto, durante o pastejo deve-se remover somente a área foliar, garantindo a planta uma alta taxa de rebrote e boa área foliar para que não prejudique a interceptação de luz e conseqüentemente a fotossíntese da planta (PEDREIRA et al., 2005). A altura de pastejo é muito importante, pois observar-se um aumento na massa de forragem enquanto que em pastos muito baixos é notável o desaparecimento de perfilhos, pois quando nascem são rapidamente consumidos no caso de superpastejo.

A cultura do milho (*Zea mays*) tem forte utilização no sistema de integração lavoura-pecuária, devido as suas aplicações dentro das propriedades agrícolas, como fonte de alimento animal na forma de grãos ou de forragem verde, ou mesmo a comercialização do produto como fonte de renda. A consorciação entre milho e pastagem quando feito de maneira correta permite uma ótima produção de silagem ou grão.

O milho é a cultura que demanda maior aplicação de N quando comparadas a culturas sucessoras ao período de pastejo. O uso de N também está relacionado com a composição proteica do grão de milho. Estudos realizados demonstraram o aumento da proteína no grão do milho com crescentes doses de N aplicado em cobertura durante o desenvolvimento da cultura (AMARAL FILHO et al., 2005). A utilização de fertilizantes nitrogenados aumentou cerca de sete vezes comparada à duplicação da produção agrícola nos últimos 40 anos (LEMAIRE; GASTAL, 2009). Portanto, é importante buscar a máxima eficiência de uso do N, reduzir perdas e manter altos índices de rendimento de grãos considerando o efeito residual do N aplicado no pasto antecedente à lavoura.

Na Região Sudoeste do Paraná são poucos os estudos relacionados ao efeito que o animal tem sobre o solo e o que isso afeta na produtividade da lavoura (milho). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do pastejo sobre a produtividade da aveia preta e do milho cultivado na sequência com níveis de nitrogênio bem como o ganho animal no período de inverno.com lotação rotacionada.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado na fazenda São Marcos em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, município de Dois

Vizinhos – Paraná. O clima da região é subtropical úmido CFa segundo a classificação de Köppen com temperatura média anual nos meses mais quentes de 22° C e nos meses mais frios inferior a 18°C, a uma latitude de 25° 45'00" e longitude 53° 03'25", apresentando precipitação média de 2.025 mm ano. Os dados foram coletados no ano de 2012/2013. O trabalho foi desenvolvido em solo Latossolo Vermelho.

A área experimental é utilizada com integração lavoura-pecuária desde 2006, neste sistema sempre foi utilizado o pastejo rotacionado, a propriedade sempre utilizou integração milho-bovinos de corte com pastagem de aveia, o milho sempre foi destinado a fabricação de silagem. O sistema de plantio é direto o mesmo é feito na área a 15 anos, o solo da área é escarificado a cada 4 anos para evitar a compactação.

Neste sistema, a aveia preta comum foi semeada em meados de abril (17/04/2012) e utilizada por bovinos de corte sob lotação rotacionada. A pastagem de inverno foi constituída de aveia preta comum (*Avena strigosa*), semeadas na densidade de 70 kg ha<sup>-1</sup> de sementes viáveis. A semeadura foi feita em plantio direto. O período de pastejo foi de 70 dias entre junho e agosto de 2012. Após o pastoreio a aveia foi dessecada Glifosato na dose de 1,1 litro há<sup>-1</sup> e implantada a cultura de verão (milho).

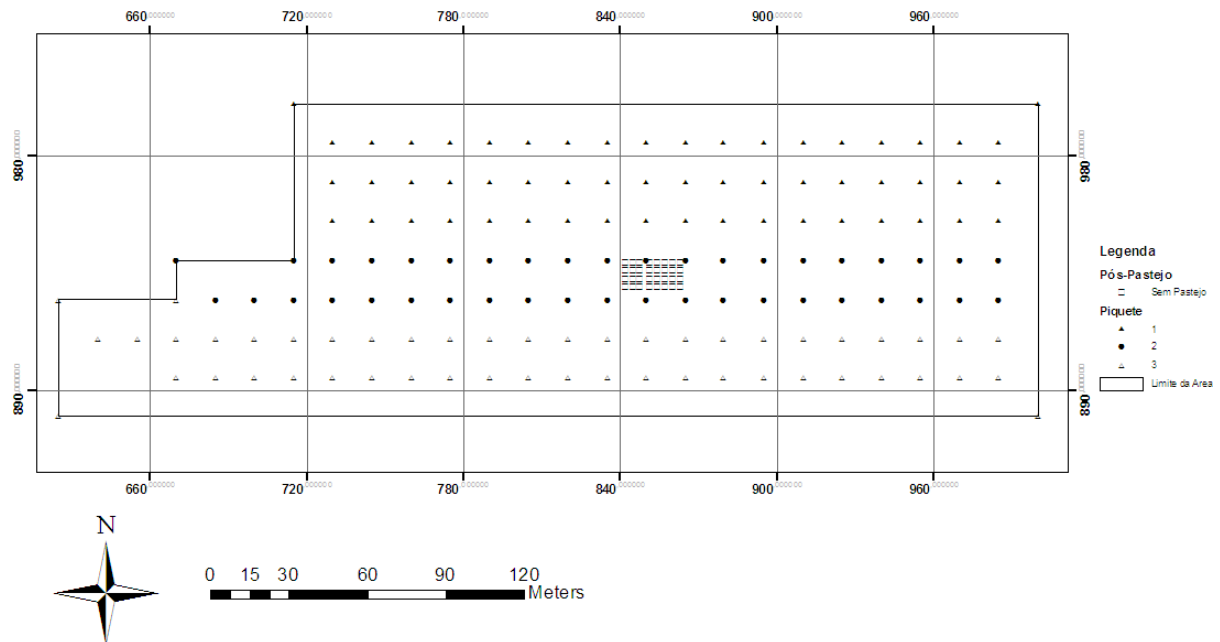
O experimento foi dividido em duas etapas, inverno e verão. No inverno os tratamentos foram compostos de diferentes ciclos de pastejo, determinadas na entrada e saída de cada piquete. O pastejo deu início quando a pastagem do primeiro piquete apresentou 30 cm de altura e a saída de 12cm. O delineamento experimental, nessa primeira etapa é inteiramente casualizado, com 15 repetições, sendo usado o animal como repetição. Os tratamentos foram compostos de diferentes estágios da aveia de entrada e da saída de cada piquete. A adubação mineral de fósforo e potássio foi feita conforme a interpretação da análise de solo (Tabela1).

**Tabela 1:** Parâmetros químicos do solo, nos três piquetes, anterior à instalação do experimento.

Profundidade cm 0 – 20	pH CaCl <sub>2</sub>	MO g/dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>(c)</sub> dm <sup>3</sup>					P mg dm <sup>-3</sup>	V %
			Al <sup>+3</sup>	H+A <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>		
	5,3	44,23	0,01	4,20	8,50	3,04	0,27	10,76	73,80

A área experimental totalizou 5,4 ha, a qual foi dividida em três piquetes de tamanho uniforme, a saída dos animais de piquetes foi realizada quando a altura da pastagem atingia 12 cm de altura. O tempo de permanência nos sistemas de criação foi dado em função da

altura de saída da pastagem. Cada piquete possui uma dimensão de aproximadamente  $1,8 \text{ ha}^{-1}$  possuindo uma parcela de  $375 \text{ m}^2$  isolada, aonde os animais não tiveram acesso, destinada a área sem pastejo (SP; testemunha) como mostra a figura 1.



**Figura 1:** Mapa da área experimental, constituída de três piquetes de  $1,8 \text{ ha}^{-1}$  cada, ao centro a área destinada sem pastejo de  $375 \text{ m}^2$ .

Os animais utilizados no experimento são provenientes do cruzamento ( $\frac{1}{2}$  Marchigiana +  $\frac{1}{2}$  Aberdeen Angus, duas raças *Bos taurus*) resultando no composto Marchangus, com peso médio de 390 kg. Ao final de cada ciclo (passagem pelos 3 piquetes) foi realizada a pesagem dos 15 animais com o objetivo de obter o ganho médio diário (GMD). A pesagem foi realizada após jejum de sólidos e líquidos de 16 horas ao final de cada ciclo. Os cálculos de CAI – Carga Animal Instantânea ( $\text{kg de PV ha}^{-1}$ ), (UAI) – Unidade Animal Instantânea, CA – Carga Animal ( $\text{kg de PV ha}^{-1}$ ), (GMD) – Ganho de Peso Médio Diário (kg) foram feitos através do programa Microsoft **Excel**®.

As características de estrutura do pasto foram controladas com a altura de entrada e saída, sendo elas medidas com o auxílio de uma régua. Durante o experimento foram coletados dados de altura de 20 pontos por piquete de  $1,8 \text{ ha}^{-1}$ . Foi realizada a coleta de material da biomassa aérea do pasto com o auxílio de um quadrado de  $0,50 \times 0,50 \text{ m}$ , essa coleta foi feita na entrada e saída de cada piquete. Para determinação das características bromatológicas, o material foi secado em estufa a  $60^\circ\text{C}$  por 72 horas, e moído em moinho tipo

Wiley. Nessas amostras foram determinados: matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e teor de proteína bruta (PB).

A segunda etapa do experimento, no período de verão, foi constituída do cultivo do milho recebendo crescentes doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300, 400 kg<sup>-1</sup> ha), aplicadas nas áreas com e sem pastejo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições. A parcela principal foi composta do tratamento de inverno com e sem pastejo e nas subparcelas as doses de nitrogênio aplicadas no milho.

O milho utilizado no experimento foi o híbrido AS32 semeando em plantio direto (15/09/2012) após a dessecação da aveia com um espaçamento de 0,9m e densidade de 60.000 sementes ha<sup>-1</sup>. Foi realizado uma aplicação de 150kg ha<sup>-1</sup> de N em toda a área exceto nas áreas destinadas a áreas com e sem pastejo as quais receberam (0, 100, 200, 300, 400 kg<sup>-1</sup> ha), a aplicação foi realizada no estágio V6 da cultura do milho.

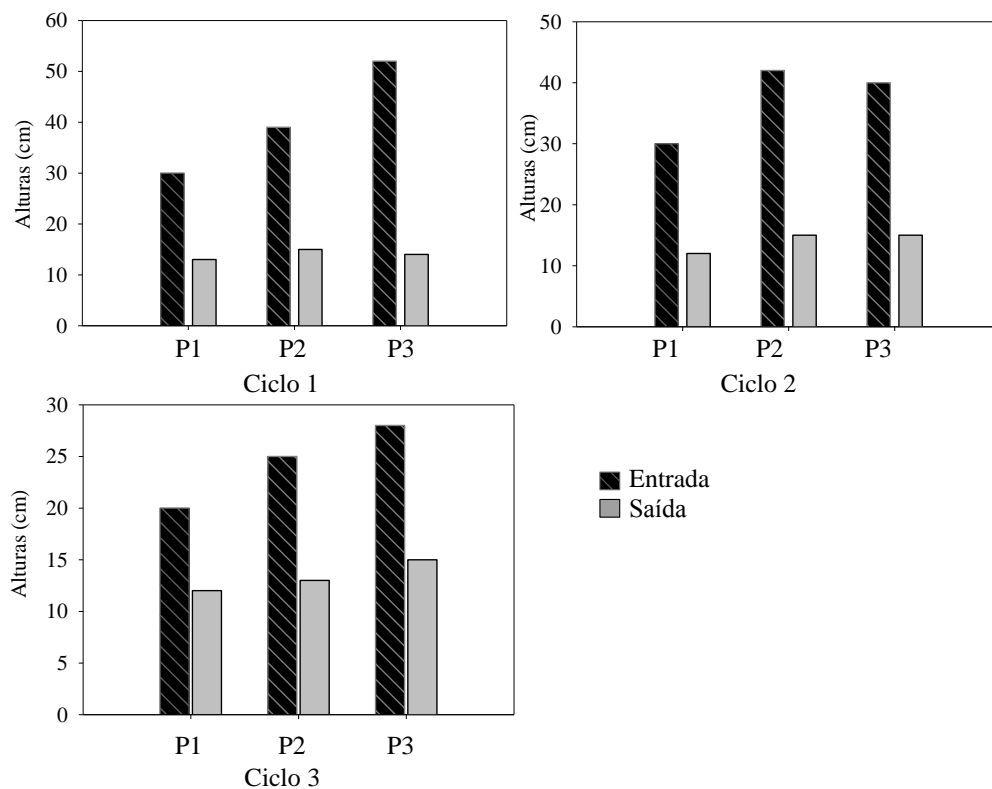
A produtividade do milho foi obtida através da contagem do número de pés e números de espigas em 4m lineares. Após a coleta das espigas as mesmas foram levadas para laboratório para análise dos componentes de rendimento, foi realizada a contagem do número de grãos em 10 espigas por parcela, totalizando 240 espigas. Após contagem as espigas foram debulhadas, pesadas, e foi feito a separação dos 300 grãos para estimativa de peso de 1000 grãos após a contagem foram levadas a estufa a 60°C por 72 horas, e moído em moinho tipo Wiley para a determinação das características bromatológicas. Nas amostras de milho foram determinados os teores proteína bruta do grão de milho. Foi determinado a umidade do milho e a mesma foi ajustada a 13%.

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade e, posteriormente, quando apresentaram significância, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste Tukey a 5%. Para os resultados de efeito quantitativo serão foram estudos de regressão considerando o maior grau significativo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Figura 2 encontramos as diferenças de altura nos três piquetes e nos três ciclos, observa-se que no ciclo 1 as alturas obtidas foram 30cm, 39cm e 52 cm respectivamente essa diferença de altura ocorreu pelo período de pastejo em que os animais permaneceram no P1 (10 dias) P2 (10 dias) e P3 (10 dias), fazendo com que o pasto se desenvolvesse mais nesses piquetes, sendo o período de descanso 20 dias entre eles. Nota-se também o desenvolvimento

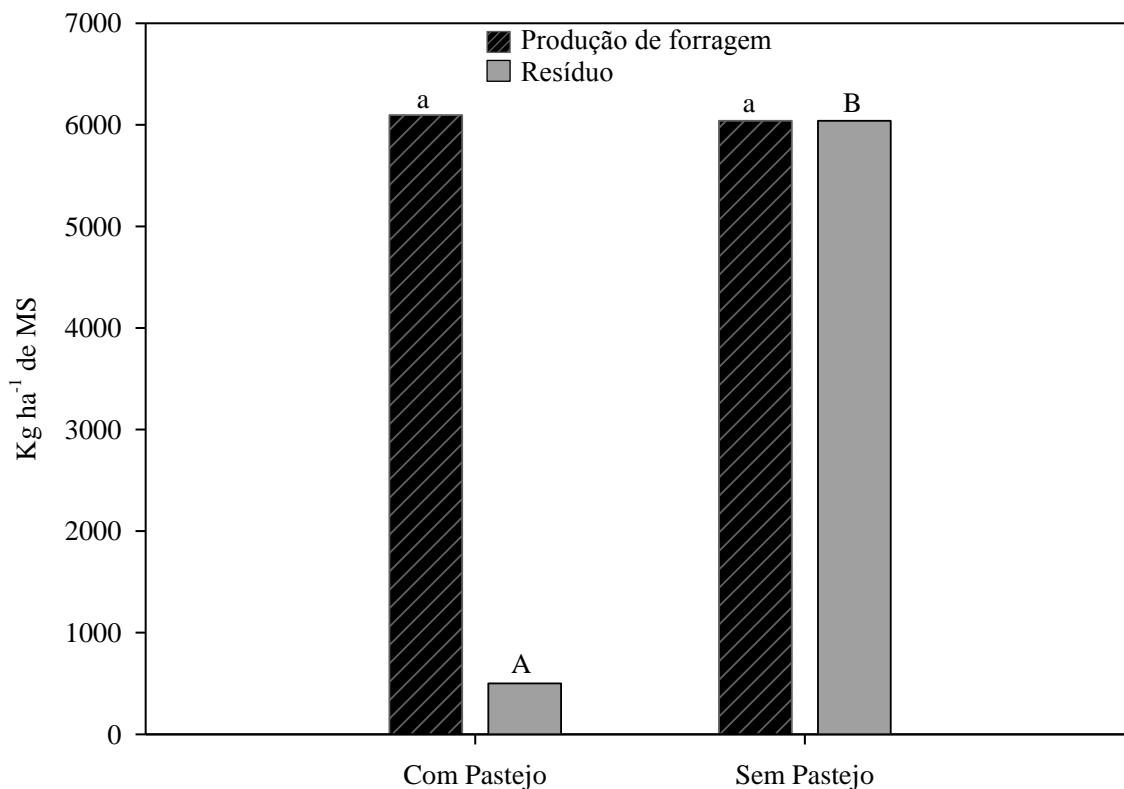
da aveia nos 3 ciclos, no ciclo 3 após 50 dias de pastejo houve um decréscimo na altura da pastagem pois neste período a aveia já estava entrando em senescência.



**Figura 2:** Altura de entrada e saída da aveia preta durante os três ciclos de pastejo em sistema de integração lavoura-pecuária.

Observamos que não houve diferença para produção de forragem entre os dois tratamentos com pastejo e sem pastejo (Figura 3), ou seja, a produção não foi afetada pela presença dos animais e pela rotação de piquetes quanto comparada a área sem pastejo. Segundo Lopes (2009) o manejo da massa de forragem é de grande importância dentro do sistema de integração lavoura-pecuária esse fator determina se haverá resposta positiva ou negativa a implantação do sistema, isso por que a biomassa residual pode comprometer o sistema de semeadura direta devido a baixa massa de forragem em consequência a degradação física do solo.





**Figura 3:** Produção total de forragem e fitomassa residual em áreas com pastejo e sem pastejo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Podemos observar que nas áreas onde houve pastejo (CP) (Figura3) a produção total de massa de forragem ( $6.096 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$ ) foi semelhante às áreas não pastejadas ( $6.040 \text{ kg ha}^{-1} \text{ MS}$ ) e aos resultados obtidos por Restle et al. (1998) de  $5.945 \text{ kg ha}^{-1}$  para pastagem de aveia preta adubada  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Flores et al. (2007) obtiveram resultados semelhantes em sistema de integração lavoura – pecuária onde em áreas sem pastejo a produção de forragem foi de  $6.050 \text{ kg ha}^{-1}$  de MS em um cultivar de aveia preta e azevém durante 120 dias.

Após o pastejo dos animais restou  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  de MS residual, a MS residual não é somente perda de material, junto com ela ficam as frações mais grosseiras da forragem de baixa qualidade como os caules e folhas. Houve diferença significativa quando comparado a áreas com pastejo e sem pastejo, áreas sem pastejo apresentaram alta quantidade de biomassa residual. Esses valores se comparados com os de produtividade da cultura subsequente (milho) mostram que, em áreas onde houve pastejo a produtividade do milho foi superior mesmo que em áreas CP tenha ocorrido menor valor residual relativamente a áreas SP.

Os animais obtiveram GMD no ciclo 1 um pouco menor em relação aos outros períodos, esse fato pode ser explicado devido ao excesso de chuva que ocorreu neste período e também contando com o período de adaptação dos animais. No último ciclo os animais obtiveram um ganho médio diário de 1,10 kg de PV dia<sup>-1</sup> (Tabela 2) considerando que neste ciclo os animais permaneceram apenas 10 dias nos piquetes devido à baixa qualidade da forragem. O alto ganho de peso dos animais demonstra o potencial qualitativo da pastagem e o manejo adequado associados com o potencial genético dos bovinos Marchangus.

**Tabela 2:** Ganho de peso médio diário (GMD) de bovinos de corte em pastagem de aveia preta.

Ciclo	CAI kg de PV ha <sup>-1</sup>	UAI	CA kg de PV ha <sup>-1</sup>	UA	GMD	Dias	Ganho ha <sup>-1</sup>
1	3069,0	6,8	1023,0	2,2	1,0	30	
2	2940,5	6,5	1013,3	2,2	1,34	30	
3	3517,2	7,8	1172,4	2,6	1,10	10	
<b>Média</b>	3175,2	7,0	1069,5	2,3	1,14	70	222,93

Legenda: \*(CAI) – Carga Animal Instantânea (kg de PV ha<sup>-1</sup>) \* (UAI) – Unidade Animal Instantânea \* CA – Carga Animal (kg de PV ha<sup>-1</sup>) \* (GMD) – Ganho de Peso Médio Diário (kg).

Considerando um período de pastejo de 70 dias é possível em um sistema de integração lavoura-pecuária na região sudoeste do Paraná um ganho, nesse período, de aproximadamente 80,26 kg animal<sup>-1</sup> e 222,93 kg ha<sup>-1</sup> em pastagem de aveia preta comum. Ganho animal que é adicional ao sistema de produção agrícola efetuado no verão, ou seja, a aveia preta fertilizada com nitrogênio, fósforo e potássio e em pastejo, pode ser usada para produção animal no período de inverno sem afetar o rendimento da lavoura, o que caracteriza otimização do uso da área ao integrar a produção animal com a produção de grãos.

O GMD dos animais no primeiro ciclo da aveia foi igual a 1,0 kg ha<sup>-1</sup> durante o decorrer da pastagem o ganho variou muito pouco. Em trabalho realizado por Macari et al. (2006) GMD dos animais em aveia preta diminuiu com o passar do ciclo devido a redução do valor nutritivo da pastagem no final do seu ciclo, fato esse semelhante ao encontrado neste trabalho porém sem queda no GMD. Prado et al. (2003) trabalhando com novilhos obteve GMD em pastagem de aveia preta comum de 0,640 kg ha<sup>-1</sup>.

Na tabela 3 encontramos a composição bromatológica da aveia preta em que os animais estavam pastejando. Observa-se que os teores de proteína bruta, em todos os ciclos são valores condizentes com a cultura de aveia preta. Cecato et al. (1998) avaliando a qualidade de diferentes cultivares de aveia encontrou valores de PB que variavam de 170 a

230 g kg<sup>-1</sup>. A PB de entrada encontrada na aveia preta se manteve no mesmo nível durante todos os ciclos não havendo diferença significativa entre elas. Na saída houve um decréscimo nos teores de PB entre os três ciclos, isso por que ao final restaram somente partículas grosseiras, talos e folhas secas que tem baixo teor de PB.

**Tabela 3:** Valores médios da composição químico-bromatológica da pastagem de aveia preta comum com valores de entrada e saída em sistema de integração milho/bovinos de corte.

	PB g kg <sup>-1</sup>			FDN g kg <sup>-1</sup>			FDA g kg <sup>-1</sup>			MM g kg <sup>-1</sup>		
	Entrada	Saída	Média	Entrada	Saída	Média	Entrada	Saída	Média	Entrada	Saída	Média
<b>C1</b>	190 a A	192a A	190	437a A	472a B	45,5	218ab A	201a B	20,9	95a A	166ab B	131
<b>C2</b>	215a A	164ab B	189	437a A	492ab A	46,5	207a A	295a A	25,1	85a A	133a B	109
<b>C3</b>	191a A	152b B	172	495b A	558b B	52,7	238b A	262a A	25,0	177a A	398b A	288
<b>M</b>	199	169		456	507		221	258		119	232	

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: M – Média, PB – Proteína Bruta, FDN – Fibra em Detergente Neutro, FDA – Fibra em Detergente Ácido, MM – Matéria mineral.

A proteína bruta apresentou maiores valores no momento da entrada pelo fato de serem folhas mais jovens e possuírem uma maior relação folha/colmo, o que justifica os teores de FDA que é a fração mais grosseira do alimento representada por lignina e celulose (VAN SOEST et al., 1991) quanto maior esses teores menor a digestibilidade desse material pelo animal. Os teores de FDN são representados pelos carboidratos estruturais presentes no pasto, eles representam o consumo voluntário pelo animal quanto maior os seus valores menor o consumo de fibras pelo animal (VAN SOEST et al., 1991), isso justifica o seu aumento ao final do terceiro ciclo.

A essas condições de qualidade do pasto observamos que os animais Marchangus obtiveram uma boa performance de ganho de peso durante o período de pastejo no inverno para a produção de carne. A aveia preta apresentou baixos teores de fibras e bons teores de PB tornando o alimento de boa qualidade.

São encontradas respostas a produção de milho que variam de 30 até 400 kg ha<sup>-1</sup> de N. Na tabela 4 podemos encontrar o rendimento de grãos recebendo 200 kg ha<sup>-1</sup> de N e nota-se a maior produtividade de grãos em áreas com pastejo, produzindo 1103,0 kg ha<sup>-1</sup> de milho a mais do que em áreas pastejadas. Os dados da tabela mostram áreas com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Tabela 4:** Ganho médio diário e rendimento de grãos de milho recebendo 200 kg ha<sup>-1</sup> de N das áreas com e sem pastejo no inverno.

Produção animal (inverno)	
Ganho médio diário (kg dia <sup>-1</sup> )	1,14 ± 0,5416*

---

---

Rendimento de grãos (verão)	
Áreas com pastejo (kg ha <sup>-1</sup> )	9.709 <sup>ns</sup> ± 828,3*
Áreas sem pastejo (kg ha <sup>-1</sup> )	8.606 ± 503,2*

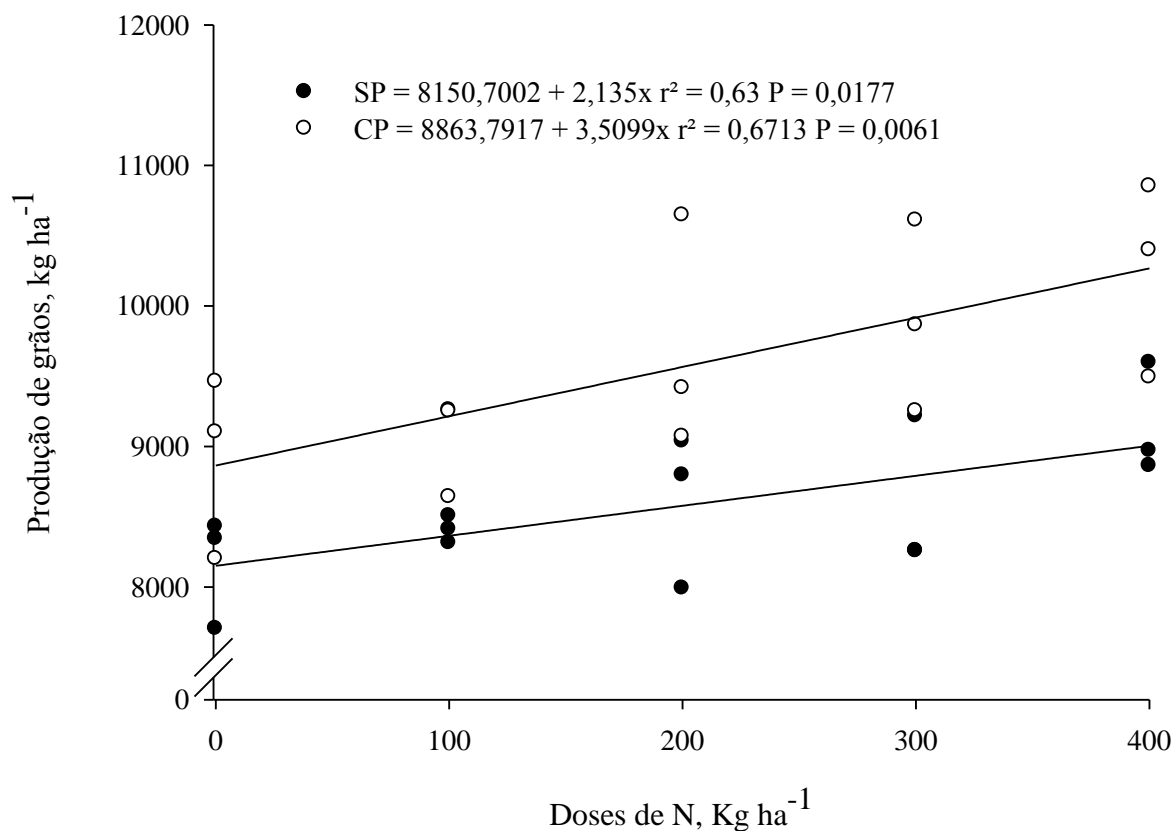
---

<sup>ns</sup>Não significativo pelo teste t a 5% de probabilidade.

\* Desvio padrão da média.

A produtividade de grão de milho foi influenciada pela interação entre as doses de N aplicada, não foi observada interação significativa entre doses de N aplicados no milho *versus* com/sem pastejo da pastagem antecessora para o rendimento de grãos de milho. O rendimento de grãos de milho ajustou-se ao modelo linear de regressão polinomial (Figura 4) conforme as crescentes doses de N aplicadas nessa cultura para as áreas com e sem pastejo. O modelo não se ajustou ao modelo quadrático e sim linear, acredita-se devido ao período de chuva após a aplicação de N na cultura do milho.

Nas áreas em que o tratamento foi sem N pode-se observar que a produção de milho se manteve alta, o que se deve provavelmente ao efeito residual do N aplicado no inverno, que estava disponível para a cultura do milho (SANDINI et al., 2011).



**Figura 4:** Rendimento de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicadas no verão, nas áreas Sem Pastejo (SP) e Com Pastejo (CP) da pastagem antecedente a lavoura.

Nesse sentido, a presença do animal no inverno afetou positivamente o rendimento de grãos de milho cultivado subsequentemente. A produção de milho máxima foi de 10.846 kg ha<sup>-1</sup> em áreas pastejadas, a produção não foi superior devido a utilização do milho híbrido. Observa-se que as áreas pastejadas apresentaram maior produção de milho comparada a áreas sem pastejo e também melhor foi a resposta a adubação nitrogenada aplicado em cobertura no milho, portanto a presença do animal em pastejo resultou em maior produção de grãos. Isso pode ser explicado devido a maior ciclagem de N aplicado nas áreas com pastejo tendo maior aproveitamento de nutrientes (Souza et al., 2008) e também a alta relação C/N que pode ter ocorrido no local, do que nas áreas que não tiveram a presença do animal. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por Asmann et al. (2003); Hoglund & Brock, (1985); Parsons et al. (1991) onde a produtividade de milho em áreas pastejadas foi maior.

Os componentes de rendimento (Tabela 5) não se ajustaram a nenhuma equação polinomial, não havendo diferença entre as doses de N. Não foi verificada interação entre doses de N *versus* áreas pastejadas.

Uma semana antes do período de florescimento (estádio V12) ocorre a definição do número de grãos/fileiras por espiga (EMBRAPA 2014). Durante este período a déficit hídrico e a falta de nutrientes pode ocasionar a diminuição na produção de grãos. Segundo Bortolini et al. (2001) a maior disponibilidade de N nesta fase aumenta o número de grãos por espiga.

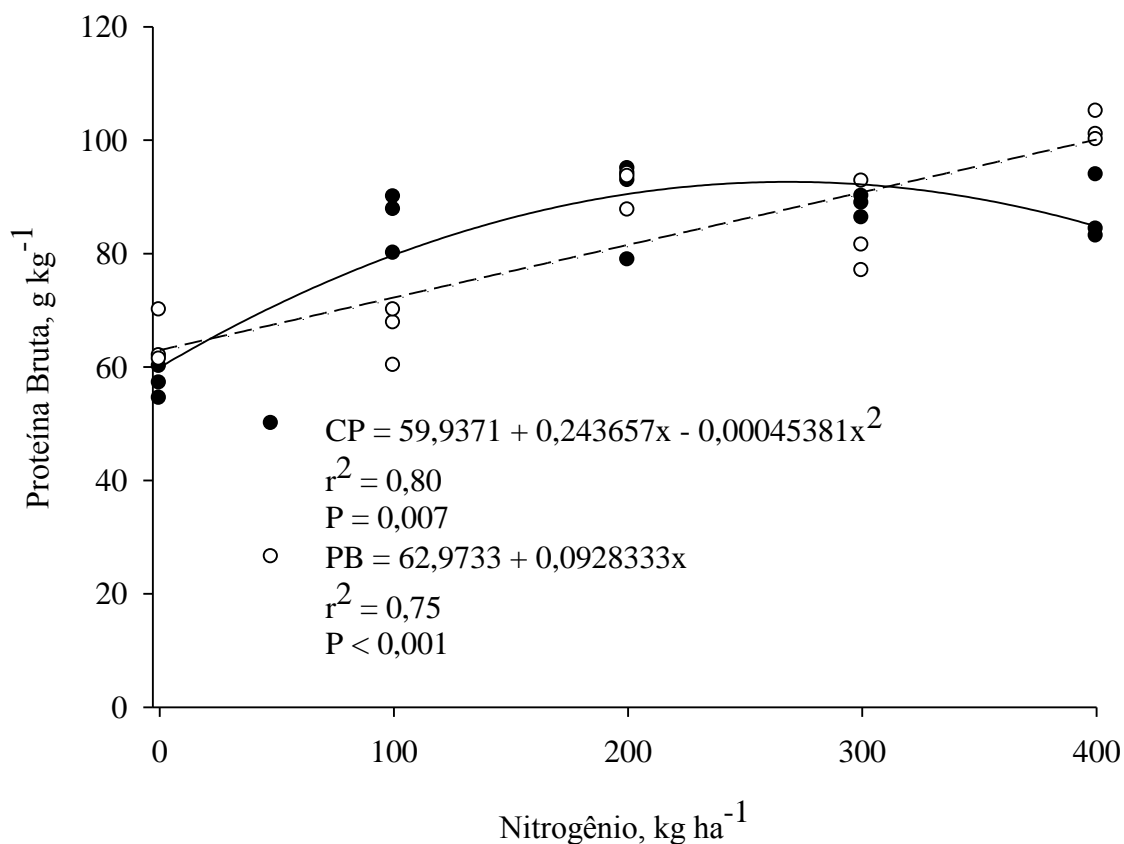
Podemos observar que houve diferença significativa a 5% de probabilidade na média obtida de grãos por espiga e grãos por fileira, produzindo maiores valores em áreas pastejadas do que em áreas sem pastejo. Esse fato pode ser explicado devido ao N disponível no solo em áreas pastejadas de acordo com Sandini et al. (2011) aplicando doses de N na pastagem, obtiveram em áreas pastejadas maior produção de grãos de milho com 225 kg ha<sup>-1</sup> explicando que tal fato ocorreu devido ao efeito residual de N no solo associados ao efeito da ciclagem de N promovida pelo pastejo tornando os nutrientes facilmente disponíveis. De acordo com Asmann (2003) o pastejo influencia a ciclagem de N mais rápida estimulando a absorção pelas plantas.

**Tabela 5:** Componentes de rendimentos de grãos de milho em sistema integração milho-bovinos de corte em função das doses de N nas áreas com e sem pastejo.

Doses N	Grãos por espiga		Fileiras por espiga		Grãos por fileira		Massa 1000 grãos	
	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP
0	488,7	458,7	14,7	14,0	33,0	32,2	222,6	232,6
100	489,7	444,0	14,0	14,5	35,3	30,2	220,7	238,8
200	512,0	439,7	15,0	14,0	35,0	30,2	221,3	215,7
300	469,3	454,0	14,3	14,7	32,7	31,5	226,2	244,0
400	486,7	456,0	14,2	14,3	34,5	32,2	231,4	242,5
Média	489,2 A	450,5 B	14,4 A	14,3 A	34,1 A	31,2 B	224,4 A	234,7 A

Letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Podemos relacionar a aplicação de N no milho com o aumento da produção e aumento do teor de proteína bruta dos grãos de milho. Na figura 5 encontramos o teor de PB dos grãos. Os teores de PB do grão foram influenciados pelas doses de nitrogênio aplicadas e pelas áreas com e sem pastejo. De acordo com Sival et al. (2005) a PB do milho cresce de acordo com as doses de N aplicadas em cobertura. Em áreas pastejadas a resposta as aplicações de N foram maiores do que em áreas sem pastejo quanto ao teor de PB. Os teores de PB aumentaram com as doses de N em áreas com e sem pastejo. Áreas pastejadas enquadram-se ao modelo linear de regressão polinomial (Figura 5) conforme as crescentes doses de N aplicadas nessa cultura.



**Figura 5:** Teores de Proteína Bruta, g kg<sup>-1</sup> em grãos de milho em áreas com pastejo e sem pastejo recebendo crescentes doses de N em sistema integração milho-bovinos de corte.

Em áreas com pastejo a proteína bruta dos grãos de milho apresentaram comportamento quadrático, onde o maior teor foi obtido com os 200 kg ha<sup>-1</sup> de N após esses valores houve queda na PB enquanto que em áreas pastejadas o valor aproximado de PB foi obtido com 400kg N ha<sup>-1</sup>. Isso mostra que em áreas pastejadas com a aplicação de 200kg kg ha<sup>-1</sup> de N já encontramos resultados satisfatórios, enquanto que em áreas sem pastejo é preciso aplicar o dobro de nitrogênio para igualar a mesma.

## CONCLUSÃO

A produção de massa seca da aveia não é afetada pelo pastejo.

A aplicação de N na cultura do milho influencia o rendimento do grãocom maior efeito nas áreas de integração bovinos de corte-milho.

Maiores respostas de produtividade do milho são obtidas em áreas pastejadas no inverno, comprovando que o animal dentro do sistema de integração lavoura-pecuária não afeta negativamente a cultura subsequente.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Ramon C. NETO Miguel M.G.; RAMALHO, José H.; GARCIA, J.C.; VIANA, Maria C.M.; CASTRO, Andréia A.D.N. **Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: O modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo**. Circular Técnico Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas. 2007.

ASSMANN, Tangriani. S.; RONZELLI Júnior, P.; MORAES, Anibal; ASSMANN, A. L., KOEHLER, H. S., & SANDINI, Itacir E. 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**, 2003.

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.467-473, 2005.

BALBINOT, Alvadi Jr. A.; MORAES, Anibal; VEIGA, Milton; PELISSARI, Adelino; DIECKOW, Jeferson. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1925-1933, set, 2009.

BORTOLINI, Clayton G.; SILVA, Paulo R.F.; ARGENTA, Gilber, FORSTHOFER, Everton 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, set. 2001.

CASSOL, Luiz C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 143f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003.

CECATO, Ulysses, SARTI, Luiz L., SAKAGUTI, Eduardo S.; DAMASCENO, Julio C.; REZENDE Roberto, SANTOS, Geraldo T. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia preta (*Avena ssp.*). **Acta Scientiarum**, 20(3):347-354. 1998.

CONTE, Osmar; LEVIEN, Renato; TREIN Carlos R.; CEPIK Carla T.C.; DEBIASI Henrique. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com



diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. **Associação Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.220-228, jan./abr. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ecofisiologia- cultivo do milho**. Paulo César Magalhães & Frederico Durães. Embrapa Milho e Sorgo, 2014. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/ecofisiologia.htm>. Acesso em: 10/01/2014.

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

HERINGER, Ingrid; CARVALHO, Paulo C.F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: uma nova proposta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.4, p.675-679, 2002.

HOGLUND, J.H. & BROCK, J.L. Nitrogen fixation in managed grasslands. In: SANAYDON, R.W., ed. **Managed grasslands: analytical studies**. Amsterdam, Elsevier. p.187-196. 1985.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. Quantifying Crop Responses to Nitrogen Deficiency and Avenues to Improve Nitrogen Use Efficiency. In: SANDRAS, V.O.; CALDERINI, D.F. **CROP PHYSIOLOGY: APPLICATIONS FOR GENETIC IMPROVEMENT AND AGRONOMY**. p.171-211, 2009.

LOPES, Marília L.T.; CARVALHO, Paulo C.F.; ANGHINONI, Ibanor; SANTOS, Davi T.; AGUINAGA, Angelo A.Q.; FLORES, João P.C.; MORAES, Anibal. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

MACARI, Stefani et al. Avaliação da mistura de cultivares de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo. **Ciencia. Rural** vol.36, n.3. 2006.

MORO, Valério. **Manejo de alturas da pastagem de aveia preta mais azevém e uso de suplementação para cabras pré e pós parto**. 2010. 125f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2010.

MORAES, A., PELISSARI, A., ALVES, S.J. et al. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: MELLO, N.A., ASSMANN, T.S. (Eds.). **I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. p.3-42. 2002.

PARSONS, A.J.; ORR, P.D.; PENNING, P.D. & LOCKYER, D.R. Uptake, cycling, and fate of nitrogen in grass-clover swards continuously grazed by sheep. **Journal Agric. Science**, 116:47-61, 1991.

PEDREIRA, Carlos G.S.; ROSSETO, Frederico A.A.; SILVA, Sila C.; NUSSIO, Luiz G.; MORENO, Leonardo S.B.; et al. Forage yield and grazing efficiency on rotationally stocked pastures of 'Tanzania-1' guineagrass and 'Guaçu' elephantgrass. **Scientia Agricola**, v.62, p.433-439, Piracicaba. 2005.

PRADO, I.N. et al. Sistemas para crescimento e terminação de bovinos de corte a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p. 955-965, 2003.

PITTA, Christiano, S.R. **Produção de caprinos suplementados em pastagem de aveia, decomposição de resíduos e rendimento do milho em sistemas de integração lavoura-pecuária**. 2012. 109f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2010.

QUADROS, Danilo Gusmão. Confinamento de bovinos de corte. Disponível em: <[http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/cursos/confinamento\\_bovinos\\_corte.pdf](http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/cursos/confinamento_bovinos_corte.pdf)>. Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

RAMON COSTA ALVARENGA, Ramon C.; NETO, Miguel M.G.; RAMALHO, José H. Embrapa Milho e Sorgo: Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: o modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo. Edição: 2007 Fonte/Imprensa: Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2007.

RAIJ, B. V.; FEITOSA, C. T.; CANTARELLA, H.; CAMARGO, A. P.; DECHEN, A. R.; ALVES, S.; SORDI, G.; VEIGA, A. A.; CAMPANA, M. P.; PETINELLI, A.; NERY, C. A. Análise de solo para discriminar resposta à adubação para a cultura do milho. Bragantia, Campinas, v. 40, p. 57-15, 1981.

RESTLE, João; LUPANI, Gelci C.; ROSO, cledson; SOARES, André B. Eficiência e Desempenho de Categorias de Bovinos de Corte em Pastagem Cultivada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.397-404, 1998.

SANDINI, Itacir E.; MORAES, Anibal; PELISSARI, Adelino; NEUMANN, Mikael; FALBO, Margarete K.; NOVAKOWISKI, Jaqueline H.I. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1315-1322, ago, 2011.

SILVA, Edson C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, Giovani L.; LAZARINI, Edson.; SÁ, Marco E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na Cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo vermelho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 29:353-362, 2005.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.; LIMA, C.V.S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J.; CARVALHO, P.C.F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1273-1282, 2008.

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

CAPITULO II

**RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMA  
INTEGRAÇÃO MILHO-BOVINOS DE CORTE SOB PASTEJO COM LOCAÇÃO  
ROTACIONADA**

Juliana Reolon Pereira

O Capítulo foi elaborado conforme as normas para publicação da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná

## RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO MILHO-BOVINOS DE CORTE SOB PASTEJO COM LOCAÇÃO ROTACIONADA

### RESUMO

Um dos principais fatores que comprometem a produtividade das culturas é a compactação do solo, provocada não só pelo uso de máquinas agrícolas, mas também pelo pisoteio dos animais o que pode ser evitado com o manejo da carga animal, que condiciona variar a massa de forragem e altura da pastagem. Uma maneira prática de se identificar o grau de compactação do solo é com o uso de um penetrômetro, aparelho que mede a resistência do solo a penetração. Teve como objetivo avaliar a resistência mecânica a penetração em áreas pastoreadas durante o período de inverno e seus efeitos na cultura subsequente. O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda São Marcos em parceria com a UTFPR Campus Dois Vizinhos. O trabalho foi dividido em duas etapas inverno e verão. A área experimental foi utilizada com interação lavoura-pecuária e sistema de plantio direto. Neste sistema, a aveia preta comum (*Avena strigosa*) foi semeada e utilizada por bovinos de corte sob lotação rotacionada no inverno. Posteriormente, à pastagem foi implantada a cultura do milho (*Zea mays*) no verão em áreas com e sem pastejo, sendo avaliado seu rendimento. A área experimental foi dividida em 3 piquetes de tamanho uniforme possuindo uma parcela isolada, onde os animais não tiveram acesso, destinada a área sem pastejo (testemunha). Foi avaliado no sistema integração milho-bovinos de corte o grau de compactação em áreas com e sem pastejo com a utilização de um penetrômetro eletrônico, a partir dos valores obtidos com o penetrológ foram transmitidos ao computador e através do software ARCGIS, foram estruturados os modelos digitais e gerados os mapas utilizando o método geoestatístico de interpolação krigagem mostrando as zonas de compactação. As perfurações foram feitas nos três piquetes e no piquete sem pastejo a uma profundidade de 0 – 60cm. A área mais compactada apresentou valores de 2,4 MPa a 4,2 MPa na camada de 10 – 20 cm. A presença dos animais do sistema de integração lavoura-pecuária aumentou a resistência mecânica do solo a penetração sendo este efeito superficial (0 - 20 cm). A cultura do milho dentro do sistema melhorou as qualidades físicas do solo, eliminando a compactação superficial. A presença do animal no sistema não afetou a cultura do milho, tornando as áreas pastejadas com maior rendimento de grãos. A produção de grãos de milho não foi afetada pela compactação do solo.

**Palavras – chave:** Produção de grãos , RMP, rotação de piquetes.

## SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO PENETRATION IN A CORN-BEEF CATTLE INTEGRATED SYSTEM MANAGED IN ROTATIONAL GRAZING

### ABSTRACT

Soil bulk density is one of the major issues that affect crop yield. Its increase may be a result of agriculture machinery and in crop-livestock system, animal trampling. Although its effects can be avoided by managing stocking rate which determines the forage mass and pasture canopy height. An easy way to identify the degree of soil bulk density is using a penetrometer, a device that measures soil resistance to penetration. The aim of this study was to evaluate the grazing effects on soil penetration resistance and its effects on corn yield. This study was carried out at São Marcos Farm in partnership with UTFPR, Dois Vizinhos. Experiment was set up in a crop-livestock area cultivated with no-tillage system and divided into winter and summer phases. Black oat (*Avena strigosa*) was sown and grazed by beef cattle under rotational stocking during winter. After the grazing period, corn crop (*Zea mays*) was cultivated in areas with and without grazing, and its performance evaluated. Experimental area was divided into 3 paddocks of uniform size having an excluded plot where the animals did not have access, for the area ungrazed (control). The degree of compaction in areas with and without grazing in an integration corn-beef cattle system was measured using an electronic penetrometer. The values obtained with the penetroLOG were transmitted to the computer via the ArcGIS software, the system was evaluated, the models were structured and digital maps generated using geostatistical kriging interpolation method showing the zones of compression. The holes were made in the three paddocks and at the control at a soil depth of 60cm. The most compacted area showed values of 2.4 MPa to 4.2 MPa at 10 - 20 cm. The presence of animals in the crop-livestock system increased soil mechanical resistance to penetration in the surface layer of 0 to 20 cm. Corn crop improved the physical qualities of the soil, eliminating surface compaction. The presence of the animal in the system did not affect corn crop yield, having the grazed areas higher grain yield. Corn yield was not affected by soil compaction.

**Key words:** grain production, RMP, rotating paddocks.

## INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores que comprometem a produtividade das culturas é a compactação do solo que vem sendo ocasionada devido a modernização agrícola (FREDDI et al., 2007) que trouxe máquinas mais pesadas e mais modernas ou também ao manejo inadequado da pastagem quando em sistemas de integração lavoura-pecuária.

Além do uso intensivo de máquinas agrícolas (BEUTLER et al., 2001; TAVARES FILHO et al., 2001) outro agente causador da compactação do solo é o pisoteio dos animais, o qual é influenciado pela textura do solo, altura do dossel e massa residual esses fatores podem ser explicados de acordo com a textura do solo e teor de umidade. Os solos da região sudoeste do Paraná são considerados latossolo vermelhos, (EMBRAPA SOLOS 2006) são solos mais susceptíveis a compactação devido ao alto teor de argila. Segundo Costa (2000) solos com textura média a argilosas requerem cuidados mais severos devido a presença da água entre os agregados o que facilita a compactação. Estudos nessa área revelam que a compactação do solo reduz a aeração e a infiltração de água e aumenta a resistência do solo a penetração de raízes (BOENI et al., 1997).

A compactação reduz a produtividade das culturas devido a resistência mecânica dos solos que restringe o crescimento radicular (KOPI; DOUGLAS (1991); ROSOLEM, 1995) sendo o milho muito sensível a este processo, porém uma alternativa para minimizar a compactação é a rotação de culturas que pode ser feita também dentro do sistema de integração lavoura pecuária. Sistemas de rotação normalmente envolvem espécies com sistema radicular profundo vigoroso, auxiliam na descompactação do solo (EMBRAPA 2004).

Os valores de resistência mecânica do solo a compactação encontrados na literatura variam entre 2,5 MPa a 4,9 MPa (CARVALHO, 1976). Em solos com baixo teor de umidade a resistência a penetração aumenta, a faixa crítica de resistência do solo é determinada pelos valores de 2,0 a 2,5 MPa, considerando que nesta faixa o crescimento radicular são prejudicados. Valores acima de 2,0 MPa impede o desenvolvimento de raízes (REYNOLDS et al., 2002). Para valores entre 1,1 e 2,5 não são encontrados limitações segundo Camargo & Alleoni (1997). Já para Hamza & Anderson (2005) valores entre 2,0 MPa e 3,0 MPa são limitantes ao desenvolvimento radicular.

O pastejo juntamente com o tráfego de máquinas no momento do plantio ajuda a agravar a situação prejudicando o desenvolvimento radicular (STRECK et al., 2004). Existem meios que podem ser utilizados para avaliar a resistência mecânica do solo a compactação dentre esses se destaca a resistência do solo a penetração (RP), que é uma ferramenta utilizada por apresentar relações diretas ao desenvolvimento das plantas (CHERUBIN et al., 2011). Com a utilização da agricultura de precisão essas ferramentas associadas à geostatística e ao georeferenciamento de dados que possibilita observar uma distribuição espacial das propriedades do solo e a construção de mapas com valores obtidos por meio de krigagem.

Uma maneira prática de se identificar o grau de compactação do solo é com o uso de um penetrômetro, aparelho que mede a resistência do solo a penetração. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do animal em pastejo e da cultura do milho na resistência mecânica do solo a penetração.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na fazenda São Marcos em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, município de Dois Vizinhos – Paraná. O clima da região é subtropical úmido Cfa segundo a classificação de Köppen com temperatura média anual nos meses mais quente é 22° C e os mais frios é inferior a 18°C, a uma latitude de 25° 45'00" e longitude 53° 03'25", apresentando precipitação média de 2.025 mm ano.

A área experimental é utilizada com integração lavoura-pecuária desde 2006, neste sistema sempre foi utilizado o pastejo rotacionado, a propriedade sempre utilizou integração milho-bovinos de corte com pastagem de aveia, o milho sempre foi destinado a fabricação de silagem. O sistema de plantio é direto o mesmo é feito na área a 15 anos, o solo da área é escarificado a cada 4 anos para evitar a compactação.

Neste sistema, a aveia foi semeada em meados de abril (17/04/2012) e utilizada por bovinos de corte sob lotação rotacionada. A pastagem de inverno foi constituída de aveia preta comum (*Avena strigosa*), semeadas na densidade de 70 kg ha<sup>-1</sup> de sementes viáveis. A semeadura foi feita em plantio direto. O período de pastejo foi de 70 dias entre junho e agosto de 2012. Após o pastoreio a aveia foi dessecada Glifosato na dose de 1,1 litro há<sup>-1</sup> e implantada a cultura de verão (milho).

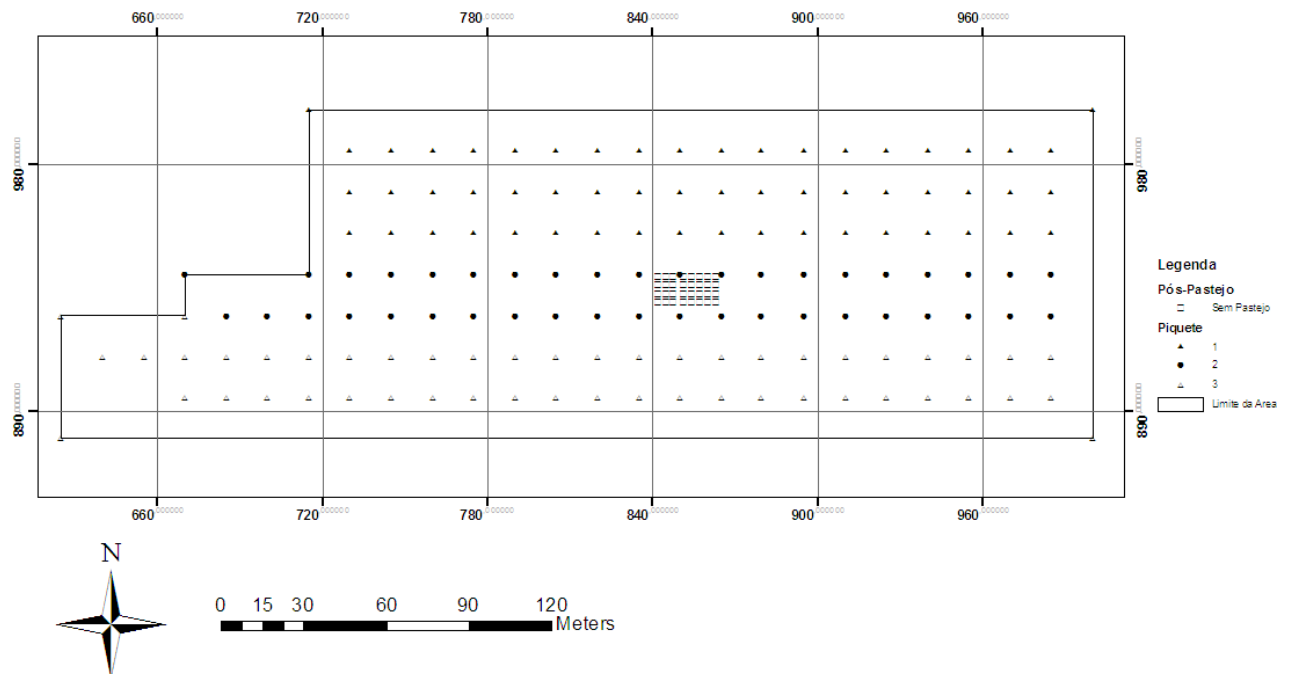


A adubação mineral de fósforo e potássio foi feita conforme os resultados da análise de solo (Tabela 1). A adubação nitrogenada foi feita no perfilhamento da cultura e após a saída dos animais de cada piquete, totalizando  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

**Tabela 6:** Parâmetros químicos do solo, nos três piquetes, anterior à instalação do experimento.

Profundidade cm 0 – 20	pH CaCl <sub>2</sub>	MO g/dm <sup>3</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+A <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	V %
			Cmol <sub>(c)</sub> dm <sup>3</sup>						
	5,3	44,23	0,01	4,20	8,50	3,04	0,27	10,76	73,80

A área experimental totaliza  $5,4 \text{ ha}^{-1}$ , a qual foi dividida em 3 piquetes de tamanho uniforme, mantendo as alturas dos pastos preestabelecidas (30 cm) para a entrada dos animais. A troca de piquetes foi realizada quando a altura da pastagem atingiu entre 12cm. Cada piquete possui uma dimensão de aproximadamente  $1,8 \text{ ha}^{-1}$  possuindo uma parcela de  $375\text{m}^2$  isolada, aonde os animais não tiveram acesso, destinada a área sem pastejo (testemunha) como mostra a Figura 1.



**Figura 1:** Mapa da área experimental, constituída de três piquetes de  $1,8 \text{ ha}^{-1}$  cada, ao centro a área destinada sem pastejo de  $375\text{m}^2$ .

Os animais utilizados no experimento são provenientes do cruzamento ( $\frac{1}{2}$  Marchigiana +  $\frac{1}{2}$  Aberdeen Angus, duas raças *Bos taurus*) resultando no composto Marchangus, com peso médio de 390 kg. As características de estrutura do pasto foram controladas com a altura de entrada e saída, sendo elas medidas com o auxílio de uma régua.

O Milho utilizado foi do cultivar As32, a semeadura foi realizada em plantio direto após a dessecação da aveia com um espaçamento entre linhas de 0,9 m e densidade de 60.000 sementes ha<sup>-1</sup>. O delineamento experimental será em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições. A parcela principal é composta do tratamento com e sem pastejo e nas subparcelas as doses de nitrogênio aplicadas no milho.

Na área total do experimento foram coletados amostras de milho em 3 pontos dentro de cada piquete sendo elas coletadas da mesma forma das demais. Os pontos coletados foram escolhidos ao acaso e marcados com o GPS para análises de resistência a penetração pós-pastejo e pós-milho nos mesmos pontos. Nos mesmos pontos foi realizada a produtividade do milho, obtido através da contagem do número de espigas, número de pé em 4m lineares,

Em ambas as áreas, com e sem pastejo, foi feita a análise da resistência mecânica do solo a penetração com um penetrômetro eletrônico PenetroLOG (Apêndice A). Foram realizadas medições na camada de 0 a 60 cm de profundidade no solo.

As perfurações foram feitas nos três piquetes e no piquete sem pastejo, nas áreas de com pastejo as perfurações foram feitas numa distância de 15 m para cada ponto. Já na área sem pastejo essa distancia foi de 3 m entre cada ponto. Para realização do trabalho foram avaliados os valores das profundidades: 10; 20; 30; 40; 50 e 60 cm. Sendo as análises realizadas em dois períodos de observação: **Período de inverno** (pós-pastejo (PP) - 08/08/2012) e **período de verão** (pós-milho (PM) - 13/03/2013).

A partir dos valores obtidos com o penetroLOG foram transmitidos ao computador e através do software ARCGIS, foram estruturados os modelos digitais e gerados os mapas utilizando o método geoestatístico de interpolação krigagem mostrando as zonas de compactação.

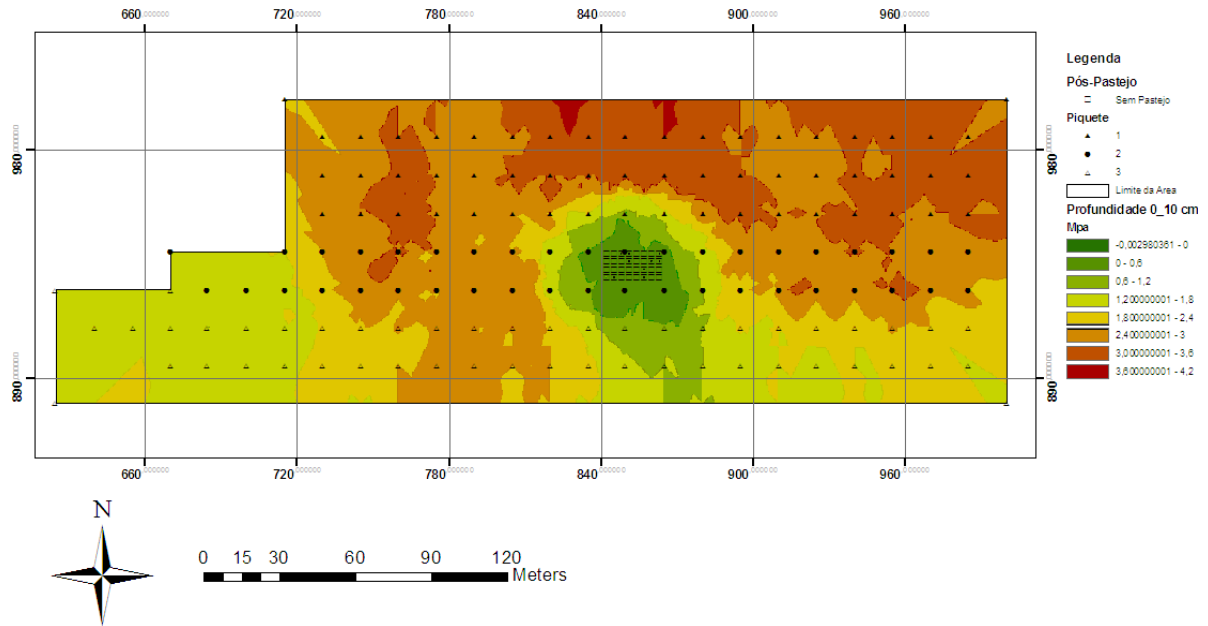
O conteúdo de água no solo foi determinado pela diferença entre massa úmida da amostra de solo e massa seca em estufa 105 – 110°C por 24 horas (EMBRAPA 1997). As amostras de solo foram retiradas com o auxílio de um trado uma de cada piquete com pastejo e uma na área sem pastejo, as amostras foram coletadas com um trado no mesmo dia da análise de resistência a penetração na camada de 0-20 cm.

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade e, posteriormente, quando apresentaram significância, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste Tukey a 5%.

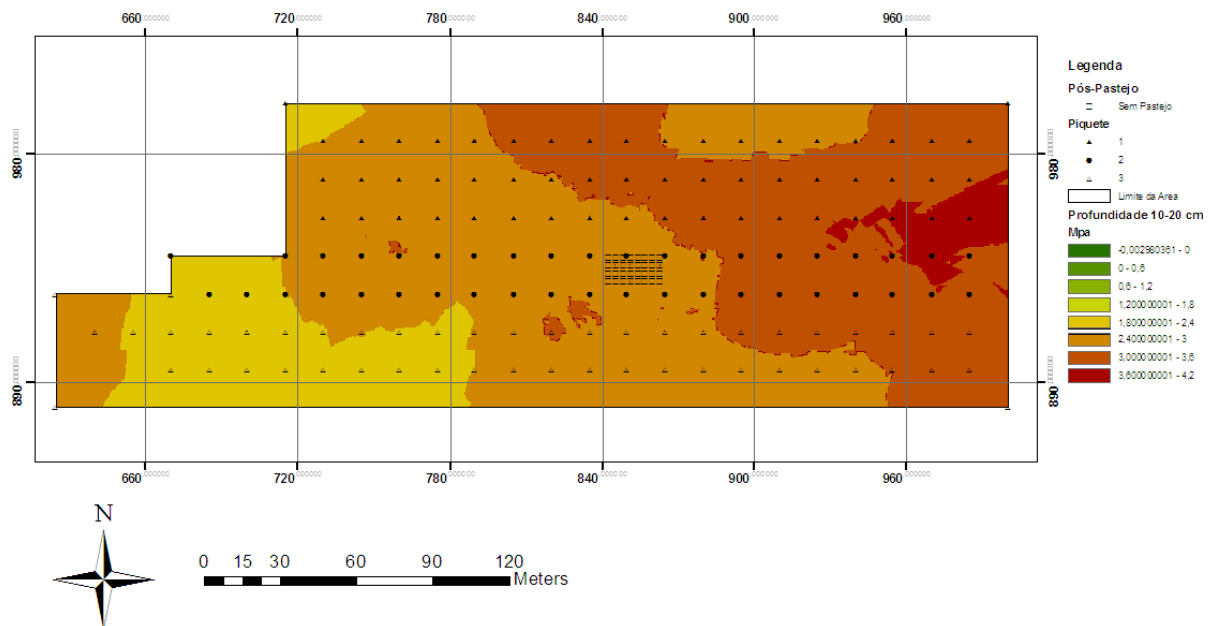
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas figuras 2 e 3 estão sendo apresentados os mapas da área de resistência mecânica do solo a penetração (RMP) no período pós-pastejo (PP). Observou-se que a RMP foi diferente entre as áreas com e sem pastejo nas camadas superficiais do solo (Figuras 2) na avaliação feita após a saída dos animais. A figura mostra que a presença do animal teve efeito negativo na camada superficial do solo (0-10cm) apresentando valores entre 2,4 a 3,6 MPa, caracterizando maior RMP nas áreas com pastejo, sabendo que devido ao histórico da área esse efeito pode ser proveniente também do tráfego de máquinas existente na área. Segundo trabalhos realizados por Hamza & Anderson (2005); Reynolds et al., 2002 valores acima de 2,0 MPa impedem o desenvolvimento de raízes. Em áreas sem pastejo na camada de 0 – 10 cm foram encontrados valores de 0,0 a 0,9 MPa. Lanzanova et al. (2007) obteve valores máximos em áreas sem pastejo em profundidades de 5-8 cm de 1,66 MPa.

Em áreas mais profundas na camada de 10 a 20 cm (Figura 3) nota-se que a diferença entre as áreas com e sem pastejo já não é mais observada embora com valores superiores à camada 0-10 cm, o que é natural considerando o solo da área experimental, essa compactação nas camadas de 10 a 20 pode estar relacionada com o manejo do solo realizado anteriormente. Muitos autores utilizam a faixa crítica para o desenvolvimento de raízes como de 2,0 MPa (TAYLOR ET AL. 1966; TORMENA ET AL. 1998; SECCO 2003) se considerarmos estes valores como ponto crítico considera-se a área toda compactada na profundidade de 10 a 20 cm com valores 2,4MPa a 4,2 MPa, exceto a área sem pastejo que apresentou valores inferiores a 2 MPa.



**Figura 2:** Distribuição espacial da resistência mecânica do solo à penetração - RMP (MPa) no pós-pastejo (08/08/2012) nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.



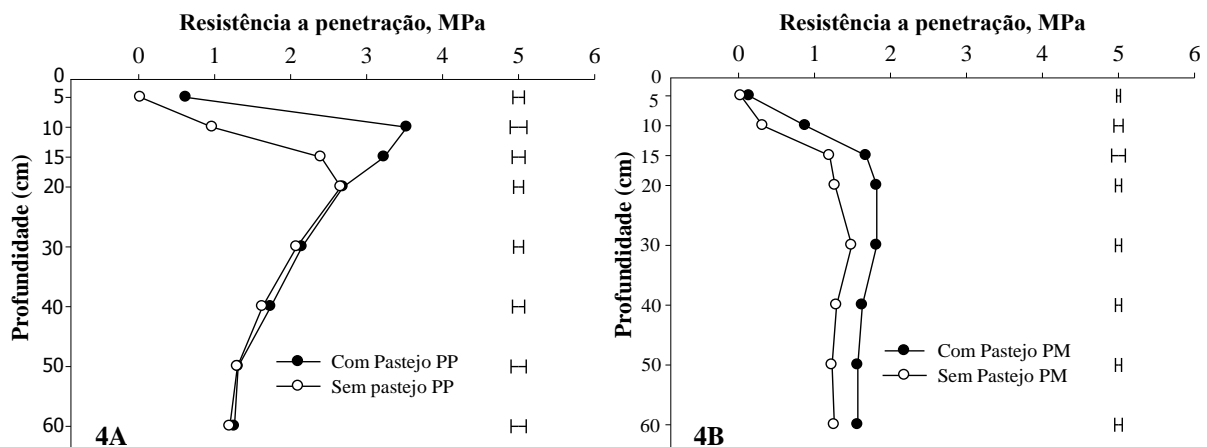
**Figura 3:** Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) no pós-pastejo (08/08/2012), nas profundidades de 10 – 20 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.

Observa-se que a RMP se elevou no pós pastejo (Figura 4A) devido ao efeito do pisoteio dos animais no sistema, apresentando uma maior resistência do solo a penetração, o solo pastado obteve maiores valores nas camadas entre 5 e 15 cm, resultados semelhantes a Andreolla (2011). Portanto observa-se que o efeito do animal nas áreas pastadas é

superficial e reversível (CASSOL, 2003). Em áreas não pastejadas a camada superficial aumentou RMP na profundidade de 15 – 20 cm variando de 2,2 MPa a 2,6 MPa para esta profundidade.

Após o plantio do milho os valores de RMP ficaram abaixo do ponto crítico, demonstrando que a compactação é superficial ocasionada pelo pisoteio dos animais e revertida pela cultura em sucessão. Moraes e Lustosa (1997) obtiveram os mesmos resultados em áreas pastejadas e posteriormente a cultura do milho.

Segundo Imhoff et al. (2000) o ponto crítico para o desenvolvimento de culturas anuais e gramíneas é entre 2,0 e 2,5 MPa, observamos que o PP apresentou valores de 3,5 MPa acima do ponto crítico na camada de 0 - 15 cm de profundidade em áreas pastejadas (Figura 4A). São muitos os estudos na área que demonstram a que grau de compactação as raízes tem dificuldade em se desenvolver de acordo com os autores Bengough & Mullins, (1990) e Embrapa Soja valores de 3,5 a 6,5 MPa são valores que praticamente impedem o crescimento radicular. Observa-se também a diferença entre o teor de umidade com 2,18% o que também pode resultar em valores diferentes em áreas com e sem pastejo.



**Figura 4A:** Resistência do solo a penetração no pós - pastejo (PP) em áreas Com Pastejo (CP) e Sem Pastejo (SP).

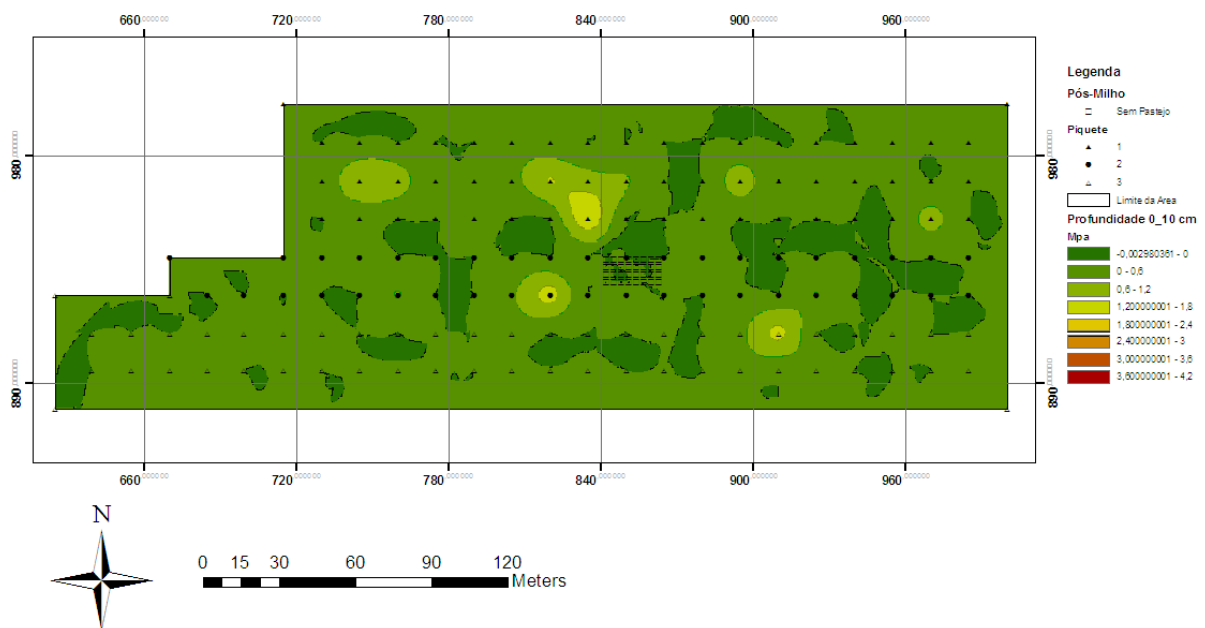
**Figura 4B:** Resistência do solo a penetração realizada pós - milho (PM) em áreas Com Pastejo (CP) e Sem Pastejo (SP).

**Nota:** Umidade do Solo: PP - com pastejo (U = 28,63%); sem pastejo (U = 28,65%); PM - com pastejo (U = 29,82%); sem pastejo (U = 31,83%);

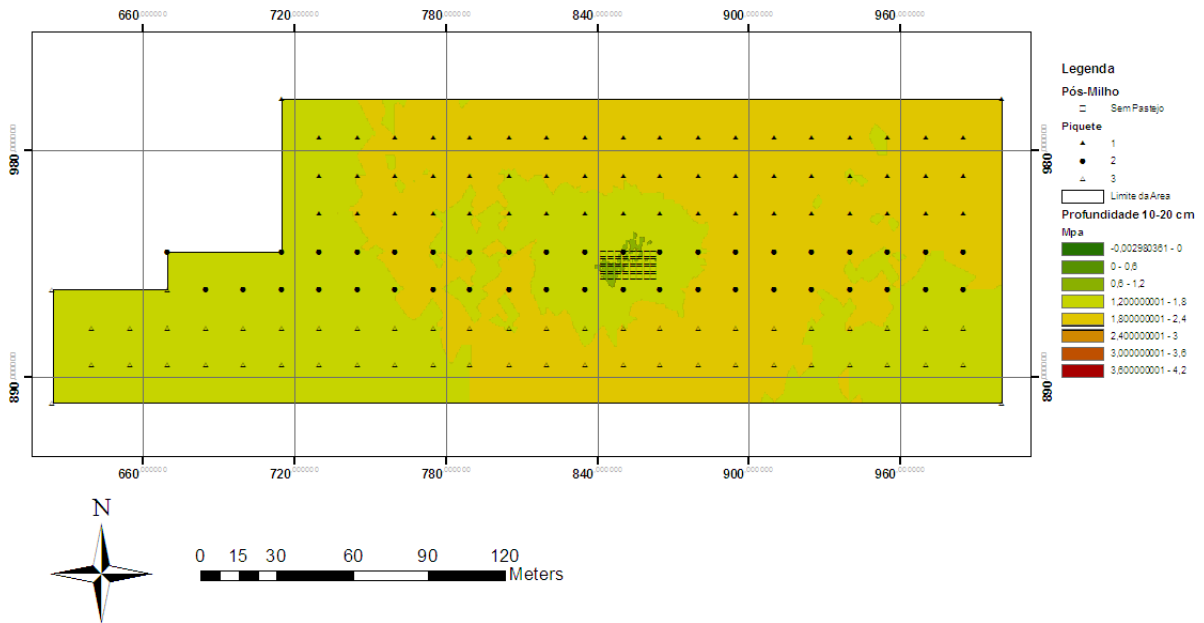
A camada superficial do solo é a que mais sofre impactos relacionados a compactação, assim como a perda de materiais, nesta camada ocorre maiores modificações na estrutura do solo devido a ação mecânica realizada pelas raízes. Na figura 4B se observa que no pós - milho o valor máximo de RMP obtido foi de 1,820 MPa em áreas com pastejo, o que nos

mostra que a área teve um efeito reversível de compactação. Bengough & Mullins (1990) relatam em seu trabalho que a planta é prejudicada quando necessita aplicar forças acima de 0,5 a 1,50 MPa, neste caso o milho foi semeado quando os valores de RMP estavam acima do recomendado por Bengough & Mullins (1990).

Nas figuras 5 e 6 mostram o zoneamento da compactação do solo nas camadas de 0 - 10 e 0 - 20 cm no período após a colheita do milho. Observou-se que a RMP obteve valores menores se comparadas ao pós-pastejo o que nos indica que o período de descanso, atividade biológica atuou como um descompactador natural bem como sistema radicular do milho. Segundo Silva et al., (2000) 83% do sistema radicular do milho esta na camada de 0 a 20 cm indicando que o desenvolvimento das raízes se da na camada superficial, neste caso auxiliou na descompactação do solo. Na figura 5 em profundidade de 0-10 cm valores máximos de resistência a penetração são até 1,8 MPa com o aumento da profundidade a camada de 10 – 20 cm mostrou valores máximos de 2,4 MPa.



**Figura 5:** Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) no pós-milho (13/03/2013), nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.

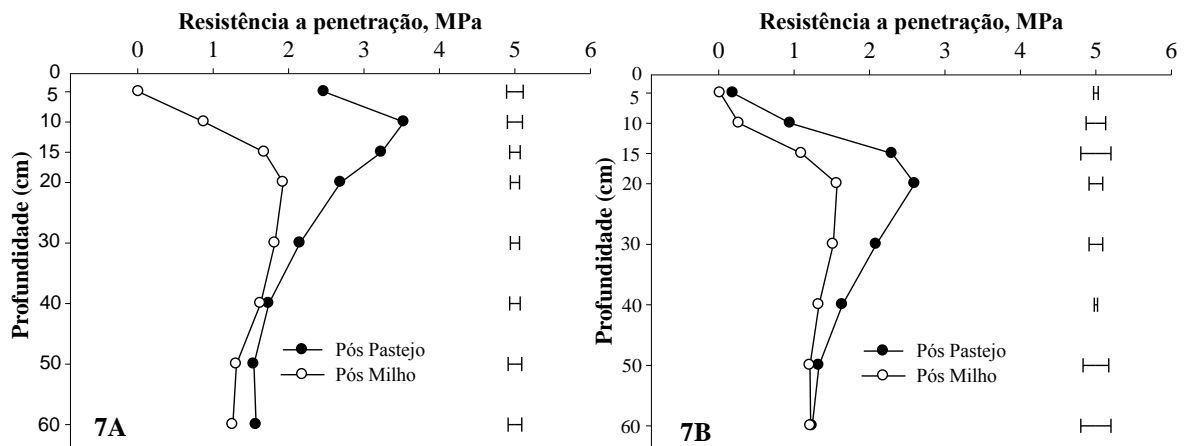


**Figura 6:** Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) no pós-milho (13/03/2013) nas profundidades de 10 – 20 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.

O solo pastejado comparado ao sem pastejo apresentou maiores valores de resistência a penetração. Na profundidade de 0 – 20 cm (Figura 7A), o pisoteio dos animais alterou as propriedades físicas do solo. Segundo Andreolla (2012) o pisoteio dos animais alteram a geometria dos agregados que se intensifica nas áreas com pastejo devido ao esmagamento dessas partículas.

Observou-se na figura 7A efeito acentuado do pisoteio dos animais na camada de 0-15cm, se tornando proeminente nos 10 cm. Para todos os tratamentos o solo tende a ficar estável com o aumento da profundidade. Podendo assim delimitar a camada compactada aos 10 cm superficiais ao solo resultados esses também obtidos por Andreolla (2012). Segundo Cherubin (2011) os valores de RMP se agravam nas profundidades entre 20 a 40 cm fato esse contrario aos resultados obtidos neste trabalho.

A figura 7B mostra a área sem pastejo comparada no pós - pastejo e pós - milho quanto aos valores de compactação mais elevados de 2,6 MPa no PP e PM valores de 1,5 MPa. Os valores de compactação do solo diminuem com a profundidade valores prejudiciais ao desenvolvimento de raízes são encontrados até a camada de 30 cm de profundidade.



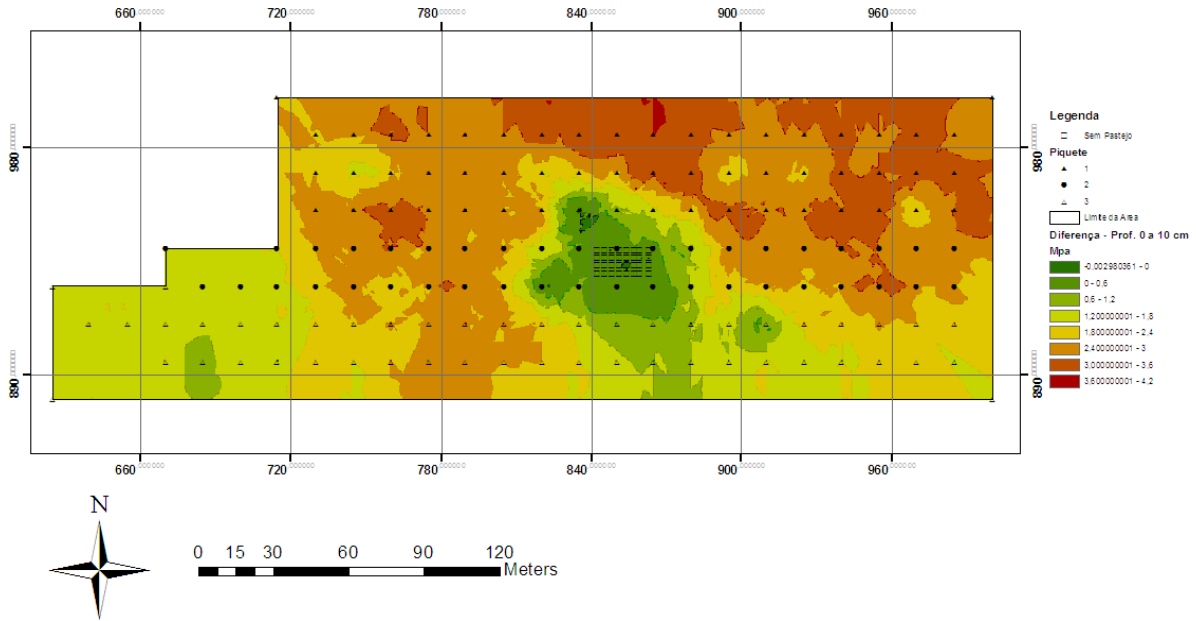
**Figura 7A:** Resistência do solo a penetração nas áreas com pastejo comparando o pós pastejo X pós – milho (PM).

**Figura 7B:** Resistência do solo a penetração nas áreas sem pastejo comparando o pós pastejo x pós - milho (PM).

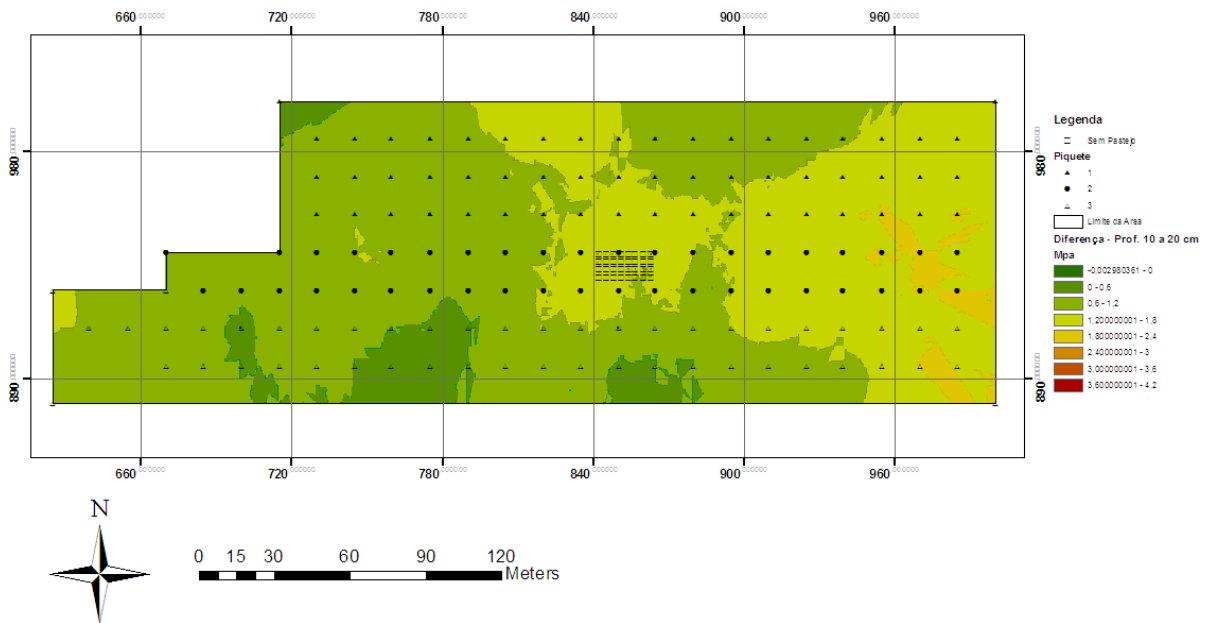
**Nota:** Umidade do Solo: Pós - pastejo ( $U = 28,63\%$ ); pós-milho ( $U = 29,61\%$ );

Nas figuras 8 e 9 estão sendo apresentados os valores de correções do solo, essas imagens foram obtidas através das figuras do pós-pastejo e pós-milho, onde as mesmas foram sobrepostas resultando os valores de correção do solo em MPa. Na figura 8 nota-se que teve áreas em que o solo reverteu a RMP em até 4,2 MPa. Como observamos o piquete 1, no pós-pastejo apresentou valores acentuados de RPM de 3,0 a 4,2 MPa e no pós – milho o mesmo piquete apresentou valores entre 0 a 1,2 MPa. Na figura 9 na profundidade de 10 a 20 cm mostra que o solo chegou a reverter a RMP do solo em 1,8 MPa mostrando novamente que a compactação do solo se deu na camada superficial, e que essa compactação não foi prejudicial a cultura do milho, tornando o solo descompactado após seu plantio.





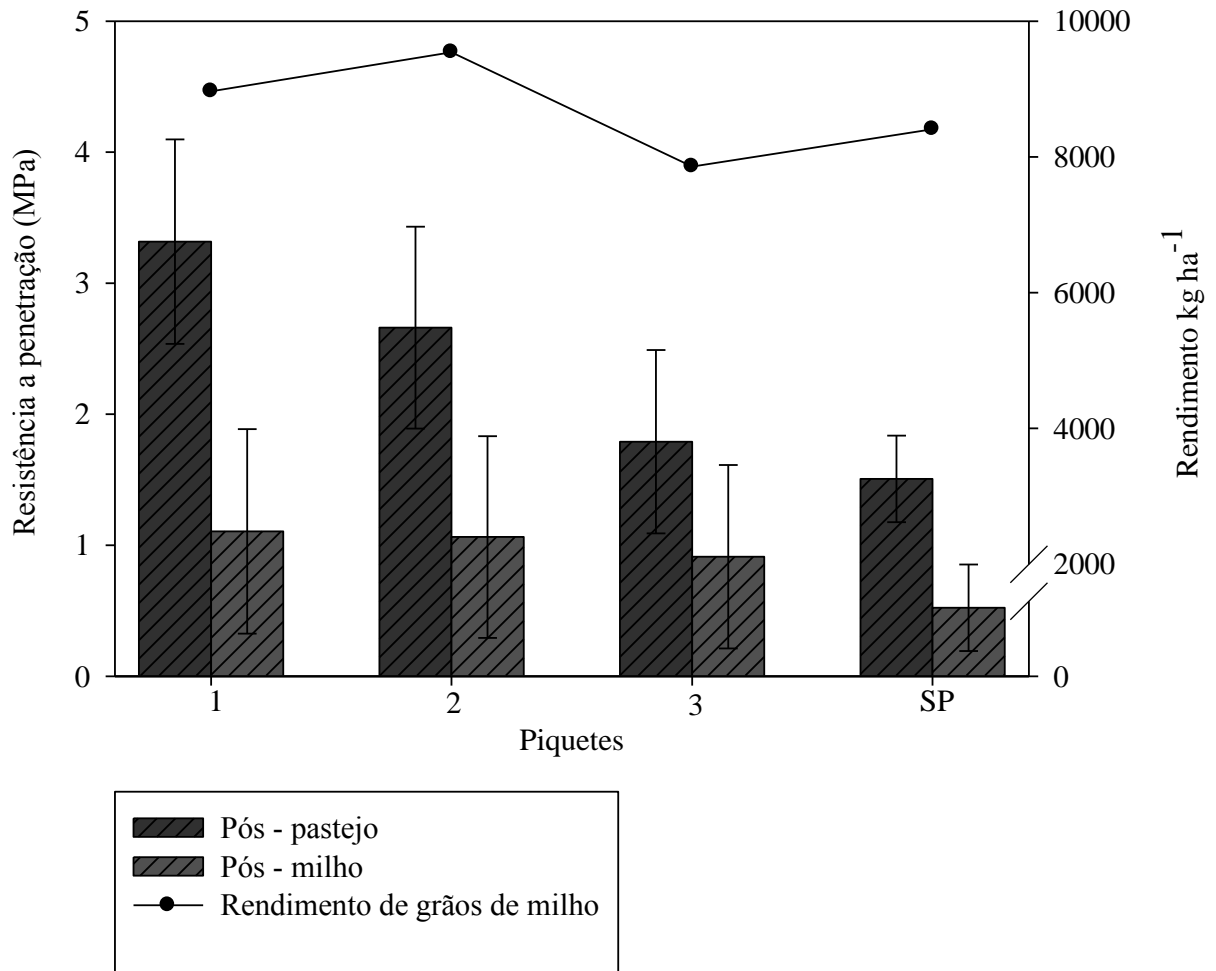
**Figura 8:** Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) mostrando a recuperação da área em MPa nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.



**Figura 9:** Distribuição espacial da resistência à penetração - RP (MPa) mostrando a recuperação da área em MPa nas profundidades de 0 – 10 cm. Dois Vizinhos – PR, 2013.

Embora a RMP do solo tenha sido maior em áreas pastejadas o rendimento de grãos de milho não foi prejudicado pela compactação (Figura 10). Os pontos avaliados dentro das áreas com pastejo apresentaram maior RMP do solo em ordem decrescente para os piquetes 1,2 e 3, respectivamente, porém o rendimento de grãos não foi diferente entre esses pontos e entre as

áreas com e sem pastejo. Possivelmente a maior mineralização dos nutrientes nas áreas com pastejo pode ter compensado a maior RMP do solo nessas áreas (ASSMANN et al., 2007).



**Figura 10:** Resistência do solo a penetração (MPa), média da RMP entre a profundidade de 0 a 20 cm, e rendimento de grãos de milho em sistema de integração milho/bovinos de corte analisados em áreas com e sem pastejo.

Em trabalho realizado por Pitta (2012) em áreas sem pastejo existe uma baixa decomposição da pastagem residual de aveia preta em sistema de integração lavoura-pecuária. Segundo Carvalho et al. (2010); Holland & Detling, (1990), áreas com a presença do animal em pastejo aumentam a decomposição da palhada, tornando os nutrientes disponíveis no solo, em áreas pastejadas os teores de nutrientes no solo aumentam, o que justifica maior produção de grãos observado em áreas pastejadas. Estudos relatam que o pastejo aumenta a produtividade da cultura subsequente. Lunardi et al. (2008) observou que a produtividade da

cultura da soja foi favorecida com o pastejo comparada a áreas sem pastejo, resultados este semelhante a este trabalho.

## CONCLUSÃO

A presença dos animais em pastejo de aveia com lotação rotacionada aumenta a resistência mecânica do solo a penetração em superfície do solo.

A cultura do milho em sistema de integração bovinos de corte-milho melhora as qualidades físicas do solo em superfície.

A entrada do animal no sistema não afeta a cultura do milho, tornando as áreas pastejadas com maior rendimento de grãos. A produção de grãos de milho não foi afetada pela compactação do solo.

## REFERÊNCIAS

ANDREOLLA, Veruschka R.M. **Integração lavoura-pecuária: atributos físicos do solo e produtividade das culturas do feijão e milho**. 2010. 139p. (Tese de doutorado em agronomia) Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 2010.

ASSMANN, Tangriani S.; ASSMANN, Alceu L.; SOARES, André B. ; BORTOLLI, Antonio M. Fixação biológica de nitrogênio por plantas de trevo (*Trifolium spp*) em sistema de integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.5, p.1435-1442, 2007.

BENGOUGH, A.G.; MULLINS, C.E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and growth responses. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.41, p.341-358, 1990.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C. & PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 25:167-177, 2001.

BOENI, Madalena.; REINERT, Darlan J.; REICHERT, José M.; SCAPINI, Carlos A.;

BUENO, Márcio E.B. Densidade de raízes do milho e atributos do solo induzidos por pastejo e preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27. Rio de Janeiro, 1997. **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

CARVALHO, S. R. **Influência de dois sistemas de manejo de pastagens na compactação de uma Terra Roxa Estruturada.** 1976. 89p. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: USP/ESALQ, 1976.

CARVALHO, Paulo C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, Anibal; SOUZA, E.D.; SULC, R.M.; LANG, C.R.; FLORES, J.P.C.; LOPES, M.L.T.; SILVA, J.L.S.; CONTE, O.; WESP, C.L.; LEVIEN, R. FONTANELI, R.S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosyst**, v.88, p.259-273, 2010.

CAMARGO, Otavio A.; ALLEONI, Luis R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba: Esalq, 1997.

CHERUBIN, Maurício R.; SANTI, Antônio L.; BASSO, Claudio J.; EITELWEIN, Mateus T.; VIAN, André L. **Variabilidade da resistência a penetração do solo em função da dimensão da malha amostral.** Revista Plantio Direto - Setembro/Outubro de 2011.

COSTA, Oldair V. **Impacto animal sobre o componente abiótico do solo: Ciclagem de nutrientes e compactação.** 30p. Viçosa: UFV, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000.** Londrina, 1999. 236p. (Embrapa Soja. Documentos, 131). 1999.

EMBRAPA, C.N.P.S. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção da Informação; 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FREDDI, Onã S.; CENTURION, José F.; BEUTLER, Amauri N.; ARATANI, Ricardo G.; LEONEL, Cristian L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. R. Bras. Ci. Solo, 31:627-636, 2007.

HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and Tillage Research.** 82:121-145, 2005.

HOLLAND, E.A.; PARTON, W.J.; DETLING, J.K. et al. Physiological responses of plant populations to herbivory and their consequences for ecosystem nutrient flow. **The American Naturalist**, v.140, p.685-706, 1992.

IMHOFF, Silva D.C. **Indicadores de qualidade estrutural e trafegabilidade de Latossolos e Argissolos Vermelhos**. (Tese de Doutorado). 2002. 94p. Piracicaba, Escola Superior Luiz de Queiroz, 2002.

KOPI, A.J.; DOUGLAS, J.T. A rapid inexpensive and quantitative procedure for assessing soil structure with respect to cropping. **Soil Use and Management**, v.7, p.52-56, 1991.

LANZANOVA, Mastrângello E.; NICOLOSO, Rodrigo S.; LOVATO, Thomé; ELTZ, Flávio L.F.; AMADO, Telmo J.C.; REINERT, Dalvan J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 2007.

LUNARDI, Robson; CARVALHO, Paulo C.F.; TREIN, Carlos R.; COSTA, José A.; CAUDURO, Guilherme F.; BARBOSA, Cristina M.P; AGUINAGA, Angêlo A.Q. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.38, p.795- 801, 2008.

MORAES, Anibal; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, Maringá, 1997. **Anais...** Maringá, Universidade Estadual de Maringá, 1997.

PITTA, Christiano, S.R. **Produção de caprinos suplementados em pastagem de aveia, decomposição de resíduos e rendimento do milho em sistemas de integração lavoura-pecuária**. 2012. 109f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2010.

ROSOLEM, Ciro Antonio; FERNANDEZ, Elena Mercedes; ANDREOTTI, Marcelo and CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.821-828, 1999.

SECCO, Deonir. **Estados de compactação de dois Latossolos e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas**. 2003. 110p. (Tese de Doutorado em Agronomia) Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 2003.

SILVA, Vanderlei R.; REINERT, Dalvan J.; REICHERT, José M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Santa Maria, v.30, n 5, p.795-801, 2000.

STRECK, Carlos A.; REINERT, Dalvan J.; REICHERT, José M.; KAISER, Douglas R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.755-760, 2004.

TAYLOR, Howard M.; ROBERSON, Gene M.; PARKER Jr., Jessie J. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. **Soil Science**, Baltimore, v.102, n.1, p.18-22, 1966.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 1998.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados neste trabalho foram bons, essa metodologia de rotação de culturas com pastagem de inverno e produção de grãos no verão geralmente é feita pelos pequenos produtores da região sudoeste do Paraná, porém o investimento realizado por eles é muito baixo, poucos são os que investem em uma boa adubação e os que manejam as pastagens de forma adequada. Acredito que os resultados obtidos neste trabalho foram bons, obtivemos bons resultados no ganho de peso e boa produção de grãos que podem ser melhorados com a utilização de uma aveia que apresente o ciclo um pouco mais longo, além disso, poderíamos antecipar o plantio da aveia e consorciar com outra cultura como o azevém, assim prolongaríamos o pastejo dos animais em até 120 dias ao invés de deixarmos a área ociosa por alguns meses. Isso refletiria no ganho de peso dos animais.

**APENDICE 1**

APÊNDICE A – Penetrometro portátil (marca Falker).