



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
CURSO DE CIÊNCIAS RURAIS**

**CAMPOLIM MATEUS MATOS DO AMARAL**

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM SISTEMA DE  
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO**

**CURITIBANOS**

**Junho/2015**

Campolim Mateus Matos do Amaral

Análise da Resistência à Penetração do Solo em Sistema de Integração Lavoura-  
Pecuária Sob Plantio Direto

Projeto apresentado como exigência da disciplina Projetos em Ciências Rurais, do Curso de Ciências Rurais, ministrado pelos professores Antônio Lunardi Neto e Joni Stolberg, sob orientação do professor Jonatas Thiago Piva.

**CURITIBANOS**

**Junho/2015**

## RESUMO

O sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) caracteriza-se pela combinação de sequências de ciclos de agricultura com sequências de ciclos de pecuária, na mesma área. Alterações na propriedade física solo ocorrem com o manejo inadequado, o que leva a sua compactação. Dentre as principais alterações, destaca-se a resistência do solo à penetração, que implica negativamente no crescimento radicular, na movimentação hídrica e no armazenamento da água no solo. Este trabalho tem por objetivo avaliar a resistência à penetração do solo em um sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto no planalto Catarinense. O experimento será conduzido em uma área com sistema de integração lavoura-pecuária situado no interior de Curitiba-SC, em pastagem de inverno com azevém anual *lolium multiflorum Lam.* e aveia preta *Avena strigosa*, e no verão a cultura de soja *Glycine max (L.)*. A área será dividida em 9 parcelas com altura de pastejo controlada, mantendo 10, 20, 30 cm, distribuídos em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Para avaliar-se a resistência do solo à penetração será utilizado um penetrômetro digital, onde serão mensurados 15 pontos em cada parcela, em profundidades de 0 a 80 cm, onde os dados serão submetidos à análise estatística. Espera-se que o SILP possa minimizar os efeitos da compactação e trazer benefícios ao sistema de produção, possibilitando maior renda ao produtor e preservação da propriedade física do solo.

Palavras chave: Sistemas Integrados, Compactação do Solo, Penetrômetro Digital.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. JUSTIFICATIVA .....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3.1. COMPACTAÇÃO DO SOLO.....	2
3.2. EFEITOS CAUSADOS PELA COMPACTAÇÃO DO SOLO.....	4
3.3. SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA .....	5
4. HIPÓTESES .....	6
5. OBJETIVOS .....	7
5.1. GERAL .....	7
5.2. ESPECÍFICO.....	7
6. METODOLOGIA.....	7
6.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....	7
6.2. DELINEAMENTO DO PROJETO .....	8
6.3. AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO.....	8
6.4. MENSURAÇÃO DA UMIDADE.....	9
6.5. AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA.....	9
7. RESULTADOS ESPERADOS .....	10
8. CRONOGRAMA .....	10
9. ORÇAMENTO .....	10
10. REFERÊNCIAS.....	11

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) está sendo bem implementado como uma alternativa para os agricultores em todo o Brasil. Na região Sul, a integração lavoura-pecuária é adotada predominantemente como estratégia de cultivo de pastagens anuais de inverno em áreas utilizadas com culturas para produção de grãos no verão. Essa estratégia é importante em toda a região, pois há várias culturas para uso do solo no verão, como soja, milho, feijão, e arroz irrigado, enquanto há carência de alternativas de cultivos agrícolas economicamente viáveis no inverno. Este SILP caracteriza-se pela combinação de sequências de ciclos de agricultura com sequência de ciclos de pecuária, consecutivamente no mesmo local (CARVALHO; NASCIMENTO, 2011).

Tradicionalmente os agricultores, apoiam-se em conhecimentos ultrapassados, continuando a resistir em colocar animais nas pastagens de inverno, sendo que o meio de interferência seria a compactação do solo provocada pelo pisoteio dos animais. No entanto, atualmente se sabe que o sistema de integração lavoura-pecuária, enquanto conduzida corretamente, é uma alternativa benéfica. Porém, quando manuseada incorretamente, pode provocar o começo da degradação do solo com ameaça de danos, tanto economicamente como também ambientalmente (BAGGIO, 2007).

A SILP reduz os custos, aumenta a eficiência do uso do solo, obtém maior benefício em relação aos atributos físicos e também químicos do solo, reduz a incidência de pragas e doenças, aumenta a liquidez e a renda dos agricultores (CARVALHO et al., 2005).

No entanto, a compactação do solo traz alterações na relação solo/ar/água, principalmente nos processos dinâmicos, tais como movimentação da água, ar e nutrientes, crescimento radicial das plantas e na difusividade térmica ao longo do perfil (CANALLI; ROLOFF, 1997). As características físicas do solo são interdependentes com isto, a alteração de uma delas normalmente leva à alteração de todas as outras e a compactação do solo é um fenômeno complexo, de difícil descrição e mensuração, estando intimamente relacionada com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo que são importantes no desenvolvimento das plantas (LOPES et al., 2007).

A susceptibilidade do solo à compactação apresenta variações, em função das propriedades do solo, tais como textura (LIMA et al., 2013). Um dos principais fatores e

alteram a compactação é o manejo, seja por meio do uso de maquinário pesado ou pelo pisoteio de animais. Outro fator que interfere na compactação é a presença de água (MORAES et al., 2012).

## **2. JUSTIFICATIVA**

O manejo do solo é um dos principais fatores que propiciam a compactação. O tráfego intensivo de máquinas e o pisoteio de animais em sistema de lavoura-pecuária podem ocasionar a compactação do solo. Por exemplo, em algumas áreas produtoras de soja da região centro-oeste do Brasil, é comum a formação de camadas de solo compactadas, especialmente a 0,15 - 0,20 m de profundidade (CORRÊA, 2000). A compactação do solo é um grande empecilho para o setor produtivo, pois implica negativamente no crescimento radicular, na movimentação hídrica e no armazenamento da água no solo (BOENI et al., 1997). Neste sentido, Debiasi et al. (2008) utilizando espécies de plantas com características de emitir um grande número de raízes e abundante potencial de produção de biomassa vegetal, identificou a possibilidade de cultivar espécies que podem ser uma alternativa para minimizar o grau de compactação do solo. Assim, a finalidade deste trabalho é demonstrar que o sistema de integração lavoura-pecuária pode minimizar os efeitos da compactação e trazer benefícios aos produtores rurais, utilizando o sistema adequadamente.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. COMPACTAÇÃO DO SOLO**

O sistema de integração lavoura-pecuária, seguindo suas particularidades de manejo, busca uma melhor adaptação dos manejos, tanto no inverno quanto no verão, para não haver interferência, de modo a trazer benefícios aos produtores. Desta forma, a utilização de animais no SILP no período de inverno, deixa os agricultores com certo receio, pelo fato de que possa aumentar a ocorrência de compactação do solo.

A compactação do solo esta ligada com o sistema de plantio direto, desta forma, sempre apresentará de alguma maneira certo grau de intensidade, sendo que é um dos temas mais debatidos atualmente (BRAIDA, 2004).

O intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas Lanzaova et al. (2007), e pisoteio dos animais, em altas taxas de lotação, e a retirada do material de cobertura pelo pastejo, pode provocar a compactação do solo ocasionando a redução da infiltração da água, maior probabilidade de ocasionar erosão (MARCHÃO et al., 2007), e diminuição do crescimento de raízes das culturas (LANZANOVA et al., 2007).

Segundo Reichert et al., (2010), em áreas de SILP o solo compactado se dá pela intensidade da passagem de máquinas agrícolas e também pelos cascos dos bovinos.

A compactação do solo forma-se diante de varias situações, principalmente, por altas taxas de lotação, da classe do solo, da porcentagem de umidade, da espécie utilizada no SILP e da taxa de cobertura. Collares (2005) relata que para evitarmos o aumento da compactação devemos efetuar a retirada dos animais quando o solo apresentar umidade propícia à compactação, mas esta estratégia na realidade não é realizada ou não é possível adotar.

Outra situação ligada à compactação é a resistência à penetração (RP) das raízes. De modo que, quanto menor a distância das partículas do solo maior a resistência do crescimento do sistema radicular das culturas. Estudos realizados por Taylor et al. (1966), admite que 2 MPa é o limite crítico de resistência a penetração das raízes. Esta por sua, é interferida pela umidade do solo.

Estudando as propriedades físicas do solo Conte et al. (2011), verificou que após o ciclo de pastejo, no SILP sob SPD com diferentes tipos de pastejo, não apresentou mudanças na porosidade e densidade do solo independente da altura da forragem de inverno. Andreolla et al. (2014) relata que o controle da lotação animal e a lotação contínua, no SILP em relação da cobertura de forragem, não afetou as propriedades físicas do solo.

### **3.2. EFEITOS CAUSADOS PELA COMPACTAÇÃO DO SOLO**

A retirada da vegetação nativa para a introdução dos sistemas agrícolas provoca o desequilíbrio entre o solo e o meio, alterando as propriedades do solo, assim limitando a produção agrícola. As alterações são decorrentes da troca da vegetação nativa por atividades que proporcionam grande rendimento industrial ou produção de alimentos (CENTURION; CARDOSO; NATALE, 2001).

Certas práticas de manejo do solo e das plantas alteram também as propriedades do solo ocasionando problemas temporários ou permanentes. Neste contexto, os impactos ocasionados pelo uso e manejo na estrutura física do solo, vêm sendo quantificado através de diferentes propriedades físicas do solo, bem como a porosidade total, tamanho dos poros, compactação do solo, resistência à penetração das raízes, absorção de nutrientes, trocas gasosas, infiltração de água e desenvolvimento da radícula (RICHART et al., 2005). O solo em suas condições naturais, sob cobertura vegetal nativa, não apresenta restrições no desenvolvimento das raízes das plantas (ANDREOLA; COSTA; OLSZEWSKI, 2000).

Estas mudanças nas propriedades físicas do solo são provenientes do manejo inadequado proporcionando assim redução no rendimento das culturas, no aumento da sensibilidade a processos erosivos e aumento de tração das máquinas agrícolas no preparo do solo (RICHART et al., 2005).

A compactação do solo pode ser mencionada como um processo que ocasiona uma camada adensada no solo, que aumenta a resistência á penetração das raízes, provocada pelas cargas exercidas sobre o mesmo (SOANE & OUWERKERK, 1994). Este processo de compactação do solo é ocasionado pelo impacto da gota da chuva, o tipo de preparo do solo, tráfego de máquinas agrícolas, percentual de umidade no solo, teor de matéria orgânica, densidade do solo, porosidade do solo, estrutura do solo, pressão aplicada e resistência do solo a penetração (RICHART et al., 2005).

### 3.3. SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Por definição, integração lavoura-pecuária é utilizada para designar a alternância temporária (rotação) de cultivo de grãos e pastejo de animais em pastagens de gramíneas e/ou leguminosas e seus consórcios, podendo ser utilizado de maneiras distintas, dependendo dos interesses individuais (MORAES et al., 2002).

A integração da lavoura de verão com a pecuária no inverno na região Sul do Brasil, é viabilizada através do plantio de forrageiras hibernais, com o objetivo de proteção ao solo e também para servir alimento aos animais no período mais crítico de crescimento para as pastagens nativas e cultivadas de verão. Dentre as principais espécies pode-se citar: aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), geralmente consorciada com azevém (*Lolium multiflorum* L.).

A ILP é uma alternativa de produção, que possibilita a recuperação de pastagens degradadas, além da produção de grãos, destacando-se por apresentar um sinergismo entre a produção de culturas anuais e a produção de forragem para exploração da pecuária de corte ou de leite a pasto, principalmente no inverno, apresentando vantagens agronômicas, sociais e ambientais (CARVALHO; NASCIMENTO, 2011). A ILP tem sido proposta como diminuição de risco no negócio agrícola e alternativa ao menor interesse nas rotações com culturas de inverno (CARVALHO et al., 2006).

O uso de pastagens de inverno com integração de lavouras de verão pode levar a aumentos da produtividade do rebanho bovino (natalidade, mortalidade, desfrute) tornando viável a terminação de bovinos na entressafra e promovendo melhorias no solo que poderão favorecer a cultura no verão (CASSOL, 2003).

O rendimento de grãos obtido na cultura de verão somado ao desempenho animal obtido durante o inverno corresponde à produtividade final do sistema ILP, ambos influenciados pela intensidade de pastejo conferida ao pasto que, por sua vez, refletirá nas condições físicas e químicas do solo sobre as quais a produção é dependente (BAGGIO, 2007).

O sucesso da ILP depende de fatores dinâmicos que interagem entre si, os principais são o solo, a planta e o animal. Moraes et al. (2002), citam alguns conceitos básicos a serem priorizados na adoção do sistema ILP, dentre eles: o plantio direto,

rotação de cultivos, correção da acidez e fertilidade do solo, manejo correto das pastagens e da produção animal, sempre direcionado à manutenção de estruturas de pasto que otimizem a colheita de forragem pelo animal e o mantenham sob lotações que não venham a comprometer o sistema. Ainda, conforme Moraes et al. (2002), a inclusão de forrageiras em sistemas agrícolas assegura inúmeras vantagens como, manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo, controle da erosão, uso racional de recursos ambientais. Os mesmo autores mencionam que houve aumento de níveis de produção animal e vegetal com rentabilidade maior e mais estável das culturas, além de incremento no controle de plantas daninhas e quebra do ciclo de pragas e doenças (FLORES, 2008).

Dentre as desvantagens, pode-se destacar a possibilidade de ocorrência de compactação superficial do solo, possível redução da macroporosidade do solo, aumento das chances de compactação e selamento superficial, em situação de manejo inadequado da pastagem. O sistema ILP não deve ser fator limitante a produção, assim deve-se respeitar os níveis de biomassa admitidos para cada solo, que viabilize a produção seguinte, assim como a proteção ao solo (CARVALHO; NASCIMENTO, 2011).

O nível de biomassa não deve ser o mesmo para a lavoura e para a pecuária, pois, para o estabelecimento do sistema de semeadura direta, exige-se uma alta quantidade de biomassa, ao passo que para a produção pecuária, quanto maior a biomassa, menor terá de ser a quantidade de animais sobre a área de pasto. Assim em sistemas integrados, é provável que não exista um nível único de biomassa de forragem que promova, ao mesmo tempo, elevados ganhos individuais e por área dos animais e também altos rendimentos de grãos da cultura de verão (CASSOL, 2003). Sendo assim, devem ser estabelecidos os níveis de altura do pasto, que não comprometam índices de sustentabilidade da ILP, bem como a produtividade da cultura de verão muito menos de carne no inverno.

#### **4. HIPÓTESES**

Sistemas de ILP sob plantio direto manejados em pastejos moderados (20 cm de altura), possuem menor resistência à penetração em comparação a pastejos mais

intensos, e também ao sistema unicamente de lavoura (num mesmo sistema de culturas), em função do maior aporte de fitomassa tanto na parte aérea como em profundidade, devido à contribuição das raízes.

Também, a resistência à penetração do solo será maior no tratamento mantido o pastejo a 10 cm de altura, acarretando em menor qualidade do solo, diminuindo assim a produtividade das culturas no sistema.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. GERAL**

Avaliar a resistência à penetração do solo em um sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto no planalto Catarinense.

### **5.2. ESPECÍFICO**

Determinar a resistência à penetração do solo em diferentes alturas de manejo do pastejo no sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto;

Avaliar a resistência à penetração do solo em diferentes profundidades em cada manejo do pastejo;

Comparar os resultados de resistência à penetração do solo com uma área sem pastejo.

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**

O experimento será realizado em uma propriedade rural, situada no interior município de Curitibanos-SC, com coordenadas geográficas: 27° 18' 23" S e 50° 38' 04" W, com intenções de continuar ao longo dos anos o procedimento. O local apresenta um solo com 550 g kg<sup>-1</sup> de argila, classificado como Latossolo Bruno e possui altitude de 1000 m. O clima da região é do tipo Cfb. As precipitações pluviométricas são bem distribuídas ao longo do ano, sendo que a precipitação anual tem-se uma variação de 1.500 a 1.700 mm (SDR, 2003).

## 6.2. DELINEAMENTO DO PROJETO

O experimento será conduzido com o delineamento de blocos casualizados com três repetições, em uma área com 83.000 m<sup>2</sup>. Os tratamentos são dois sistemas de uso do solo no inverno: sem o pastoreio do gado; e integração lavoura-pecuária sob plantio direto. No sistema de integração lavoura-pecuária no inverno haverá diferentes alturas de manejo da pastagem de aveia e azevém: 10, 20 e 30 cm, que serão obtidas com o auxílio de animais pelo pastejo contínuo, usando três animais testes e um animal regulador. Será aplicado 50 kg de N por ha<sup>-1</sup> na área no período de inverno, usando a ureia como fonte (45 % de N).

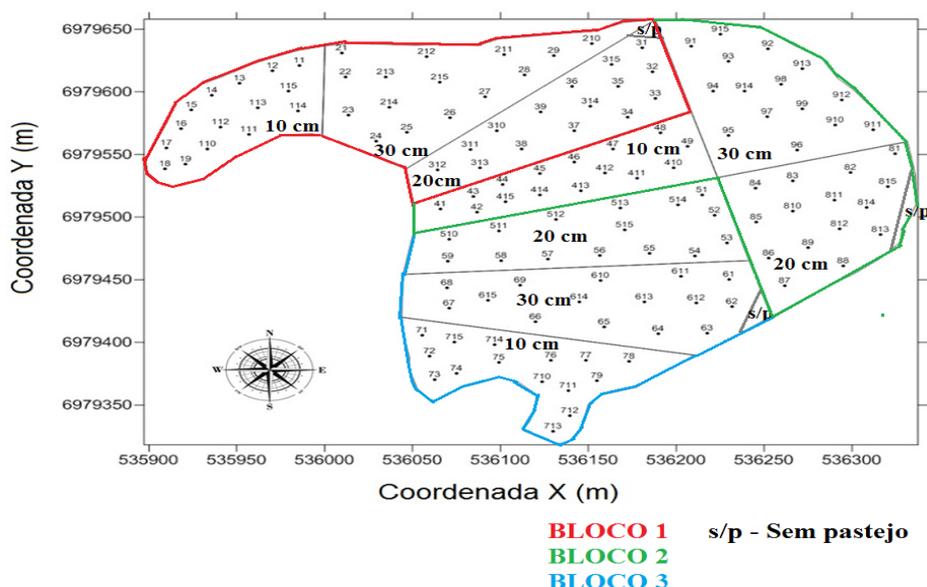
Os tratamentos serão assim constituídos: Lavoura: No inverno será semeada aveia preta (*Avena strigosa*) com uma densidade de semeadura de 80 kg de sementes por ha<sup>-1</sup> e azevém (*Lolium multiflorum*) com 40 kg de semente por ha<sup>-1</sup>, servindo de cobertura morta para o plantio direto, não sendo realizado nenhum tipo de trato cultural, somente a dessecação para a semeadura da cultura de verão. No verão será cultivado a cultura da soja (*Glycine max*) em plantio direto. As culturas serão implantadas e conduzidas seguindo as recomendações técnicas para a região.

ILP: Integração lavoura-pecuária, no qual no inverno animais da raça nelore, irão pastear a cultura da aveia e azevém. A pastagem será mantida na altura pré-estabelecida dentro de cada tratamento, dentro dos preceitos de manejo correto da pastagem. Para isso, a área será pastejada por 3 animais testes e um animal que manterá o pastejo, para conseguir manter a altura da pastagem. No verão será cultivado a cultura da soja (*Glycine max*) em plantio direto. As culturas serão implantadas e conduzidas seguindo as recomendações técnicas para a região.

## 6.3. AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO

As avaliações da resistência à penetração (RP) na propriedade serão executadas em dois momentos distintos, após a retirada da cultura da soja no verão e depois da retirada dos animais no inverno, também será feita uma avaliação na mata nativa situada ao lado do ILP em cada ano, a fim de ter uma situação de vegetação natural. A

avaliação a RP será realizada, com a ajuda de um penetrômetro digital da marca Eijkelkamp, em profundidade de 0 a 80 cm, sendo que as medidas serão feitas a cada 5 cm de profundidade. A área apresenta 9 parcelas, sendo que em cada parcela serão realizados uma sequência de 15 pontos amostrais e três pontos na área sem pastejo (figura 1). Esta sequência de pontos segue disposição aleatória na parcela, percorrendo toda área de 8,3 ha, totalizando 144 pontos amostrais. Na mata nativa será realizado 15 pontos aleatórios para se ter uma situação de vegetação natural.



**Figura 1:** Croqui da área experimental.

#### 6.4. MENSURAÇÃO DA UMIDADE

O aparelho penetrômetro digital, da marca Eijkelkamp, identifica a umidade do solo a cada ponto de coleta de dados da resistência à penetração do solo. Para obtermos a umidade entre as camadas de solo, serão coletadas amostras de solo em quatro pontos distintos da área e em diferentes profundidades, com trado holandês. Em cada ponto será coletado amostra nas seguintes profundidades: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm. Em seguida, as amostras serão encaminhadas para o laboratório da UFSC- Campi Curitibanos, para mensurar a umidade.

#### 6.5. AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Os resultados das avaliações da resistência à penetração serão submetidos à análise de variância para identificar se haverá distinção entre os tratamentos. As médias

dos tratamentos serão comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para realização das análises será utilizado o programa estatístico ASSISTAT 7.7 beta.

## 7. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que dentre os benefícios do SILP, ocorra diminuição da compactação do solo, maior absorção dos nutrientes pelas raízes, e aumento da produtividade da cultura, proporcionando maior lucratividade ao produtor. Deste modo, esta prática associada a outras trará benefícios aos produtores rurais da região.

## 8. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DO PROJETO												
Atividades	MÊS 2015/2016											
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
Semeadura da Cultura de Inverno	X											
Adubação de N em Cobertura		X										
Entrada dos Animais			X									
Dessecação						X						
Semeadura da Cultura de Verão							X					
Avaliação da Resistência à Penetração							X					X
Coleta de solo							X					X
Interpretação dos Dados							X	X	X	X	X	X
Elaboração do relatório técnico final											X	X

## 9. ORÇAMENTO

Descrição	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor total (R\$)
<b>MATERIAL PERMANENTE</b>			
Penetrômetro Digital (UFSC)	1 un.	40.000,00	40.000,00
Estufa de Secagem (UFSC)	1 un.	1.000,00	1.000,00
Balança Semi-Analítica (UFSC)	1 un.	1.500,00	1.500,00
<b>Subtotal</b>			<b>42.500,00</b>
<b>MATERIAL DE CONSUMO</b>			
Formas de alumínio (UFSC)	16 un.	5,00	80,00
Trado holandês (UFSC)	1 un.	150,00	150,00
Tratos Culturas (PRODUTOR)	8 ha	600,00	4.800,00
Sementes de soja	9 sc	94,00	846,00

Sementes de Forragem	8 ha	200,00	1.600,00
Fertilizante	45 sc	57,00	2.565,00
Análise de solo	1 un.	24,00	24,00
Calcário	2 t	150,00	300,00
Mão de obra	1 bolsa	600,00	600,00
Combustível	200 litros	3,50	700,00
Hora trator	10 h	100,00	1.000,00
Sacos	40 un.	3,00	120,00
<b>Subtotal</b>			12.785,00
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>55.285,00</b>

## 10. REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.857-865, 2000.

ANDREOLLA, V. R. M.; MORAES, A.; BONINI, A. K. DEISS, L.; SANDINI, I. E. Soil physical attributes in integrated bean and sheep system under nitrogen levels. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v.45, n.5 (Especial), p.922-930, 2014.

BAGGIO, C. **Comportamento em pastejo de novilhos numa pastagem de inverno submetida a diferentes alturas de manejo**. UFRGS. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Porto Alegre. 2007. Disponível em: <[http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/11187?locale=pt\\_BR](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/11187?locale=pt_BR)> Acessado em: 26/05/2015.

BOENI, M.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SCAPINI, C. A. & BUENO, M. 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**, Rio de Janeiro, 1997. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; SOARES, J. A. D.; REINERT, D. J.; SEQUINATO, L. & KAISER, D. R. Relações entre a quantidade de palha existente sobre o solo e a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. In: **Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, Santa Maria, 2004. Anais. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

CANALLI, L. B.; ROLOFF, G. Influência do preparo e da correção do solo na condição hídrica de um Latossolo Vermelho-escuro sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 99-104, 1997.

CARVALHO, N, L; NASCIMENTO, R, S. **Integração Lavoura-Pecuária**. UFSM - RG. REMOA, 4:828-847, 2011.

CARVALHO, P. C. F.; FLORES, J. P. C.; CEPIK, C. C. T.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R.; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em

integração lavoura-pecuária. In: **Carlos Santos Gottschall; Jamir Luís Silva da Silva; Norma Centeno Rodrigues. (Org.). Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia.** Canoas: Editora da ULBRA, 2005, p. 7- 44.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; ANGHINONI, I. Manejo da Integração Lavoura-Pecuária para a região de clima subtropical. In: **Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha**, 2006, Uberaba - MG. Integrando Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente, Anais. 2006. p. 177-184.

CASSOL, L. C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície.** UFRGS. Tese de Doutorado em Agronomia. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4243>> Acessado em: 20/05/2015.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.254-258, 2001.

COLLARES, G. L. **Compactação em Latossolos e Argissolo e relação com parâmetros de solo e de plantas.** 2005. 107p. UFSM. Tese de Doutorado em Agronomia, Santa Maria, 2005.

CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de FACCIO.; LEVIEN, R.; WESP, C. de L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n.10, p. 1301-1309, 2011.

CORRÊA, J. C. **Manejo do solo no município de Querência, MT.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 40 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 26).

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; GONÇALVES, S. L. C **Manejo da compactação do solo em sistemas de produção de soja sob semeadura direta.** Londrina: Embrapa Soja, 2008. 20 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 63).

FLORES, J. P. C. **Atributos físicos e químicos do solo e rendimento de soja sob integração lavoura-pecuária em sistemas de manejo.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFRGS. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000400017&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000400017&script=sci_arttext)> Acessado em: 20/05/2015.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. 2007, vol.31, n.5, pp. 1131-1140. ISSN 1806-9657. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832007000500028&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000500028&lang=pt). Acessado em: 26/05/ 2015.

LOPES, R. A. P.; NÓBREGA, L. H. P.; URIBE-OPAZO, M. A.; PRIOR, M.; PEREIRA, J. O. Propriedades físicas de Latossolo Vermelho distroférico típico sob sistemas de manejo na sucessão soja-milho no período de três anos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 5, p. 721-727, 2007.

LIMA, R. P; LEÓN, M. J. D; SILVA, A. R. Compactação do solo de diferentes classes texturais em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 01, p. 16-20, jan./fev. 2013.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SA, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um latossolo vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 873-882, 2007.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J. CARVALHO, P. C. F.; CASSOL, L. C. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: **Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil**. Pato Branco. Anais. Pato Branco: Imprepel Gráfica & Editora Ltda, 2002. p. 3-42.

MORAES, M. T; DEBIASI, H; FRANCHINI, J. C; SILVA, V. R. Correction of resistance to penetration by pedofunctions and a reference soil water content. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 06, p. 1704-1713, nov./dez. 2012.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SUZUKI, L. E. A. S.; et al. **Mecânica do solo in: Física do solo**. 1.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2010.

RICHART, A.; FILHO T. J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, jul./set. 2005.

Secretaria de Desenvolvimento Regional. **Curitibanos: Caracterização Regional**. 34 p, maio 2003.

SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. V. Soil compaction problems in world agriculture. In: **SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. V. (Eds.). Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1994, p. 1-21.

TAYLOR, H. M.; ROBERTSON, G. M. & PARKER, J. J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, 102:18-22, 1966.