

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

WILSON HENRIQUE TATTO

ALTURA DE PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA AFETAM OS
ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, PLANTABILIDADE E
PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA – PECUÁRIA?

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2017

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

WILSON HENRIQUE TATTO

**ALTURA DE PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA AFETAM OS
ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, PLANTABILIDADE E
PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA – PECUÁRIA?**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2017

WILSON HENRIQUE TATTO

**ALTURA DE PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA AFETAM OS
ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, PLANTABILIDADE E
PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA – PECUÁRIA?**

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

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares

Coorientadora: Prof^{fa}. Dr^a. Tangriani Simioni
Assmann

PATO BRANCO

2017

T221a Tatto, Wilson Henrique.
Altura de pasto e adubação nitrogenada afetam os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura – pecuária? / Wilson Henrique Tatto. – 2017.
194 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares
Coorientadora: Profª. Drª. Tangriani Simioni Assmann
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2017.
Bibliografia: f. 137 – 159.

1. Qualidade física do solo. 2. Sistemas de Produção.
3. Sustentabilidade. I. Soares, André Brugnara, orient. II.
Assmann, Tangriani Simioni, coorient. III Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD: 22. ed. 630

Ficha Catalográfica elaborada por:
Maria Juçara Silveira CRB-9/1359
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n.º 152

ALTURA DE PASTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA AFETAM OS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, PLANTABILIDADE E PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA?

Por

WILSON HENRIQUE TATTO

Dissertação apresentada às treze horas trinta minutos do dia trinta de março de 2017 como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Integração Lavoura – Pecuária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo designados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Pós Doutorando Daniel Schmitt
UTFPR/Pato Branco

Prof. Dr. Alcir José Modolo
UTFPR/Pato Branco

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
UTFPR/Dois Vizinhos

Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos
UTFPR/Pato Branco

Prof. Dr. André Brugnara Soares
UTFPR/ Pato Branco
Orientador

Prof. Dr. Itacir Eloi Sandini
Unicentro/Guarapuava

Prof. Dr. Moeses Andrigo Danner
Coordenador do PPGAG

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa”

Dedico este trabalho para minha tia Antoninha Tatto, mulher de fé, coragem e garra da minha família, que venceu a luta contra o câncer de mama e a leucemia mielóide aguda, e que, com a graça de Deus, pode estar presente hoje com saúde para minha defesa do título de mestre em agronomia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, sabedoria, saúde, força e fé para concluir esta grande etapa da minha vida.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. André Brugnara Soares e a coorientadora e amiga Prof^a. Dr^a. Tangriani Simioni Assmann, obrigado por compartilharem comigo um pouco de seus riquíssimos conhecimentos, pela confiança e orientações.

À Agropecuária Pacheco, em especial ao proprietário José Caetano Munhoz da Rocha Pacheco, por disponibilizar a área experimental e a infraestrutura para a realização deste trabalho e pela amizade construída ao decorrer desse período.

A todos os integrantes e companheiros do grupo GISPA, sem o trabalho em equipe a realização do experimento não seria possível, obrigado por todo apoio e dedicação incondicional para concluirmos juntos esse trabalho.

A meu amigo Robson Gonçalves Trentin pelo auxílio nas coletas de dados e disponibilidade dos equipamentos da engenharia mecânica.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAG), pela oportunidade de realização do mestrado com ensino gratuito e de qualidade.

A todos os professores e técnicos da UTFPR e do PPGAG que contribuíram para a minha formação no Mestrado.

À CAPES pela bolsa de estudos e pelo auxílio financeiro e financiamento do projeto.

Aos pesquisadores e professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo, e a todos que de alguma forma estiveram comigo e me auxiliaram no meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus pais, Wilson Tatto e Eunice Ortolan Tatto, pela educação e incentivo que me concederam, pela compreensão e apoio incondicional. Aos meus irmãos Júlio Henrique Tatto e Ezequiel Tatto pelo companheirismo.

E por fim, porém de uma forma muito especial, à minha namorada Gleisi Sansigolo por todo o apoio moral, carinho e compreensão nesta importante fase da minha carreira.

Muito obrigado a todos!!!

“Acredite nos seus sonhos, estude muito, trabalhe e sempre faça mais do que esperam de você. Esta é a maneira de transformar em realidade o que a maioria pensa ser impossível”

(Marcos Pontes)

RESUMO

TATTO, Wilson Henrique. **Altura de pasto e adubação nitrogenada afetam os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura – pecuária?**. 194 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

O sucesso da produção agrícola na Integração Lavoura–Pecuária (ILP) está fundamentado no uso adequado de estratégias de manejo adotadas na fase pastagem, como o ajuste da intensidade de pastejo e a adubação nitrogenada. Diversos estudos comprovaram a influência da intensidade de pastejo e da adubação nitrogenada na dinâmica da qualidade física do solo, desempenho de máquinas agrícolas e produtividade de lavouras sucessoras. Entretanto, a maioria dos trabalhos estudam estes fatores de forma isolada e pouco se sabe sobre a interação entre eles no manejo de um sistema ILP. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as possíveis interações, envolvendo altura de pasto e época de adubação nitrogenada no sistema ILP, sobre as características físicas do solo, plantabilidade, os componentes de rendimento e produtividade da soja sucessora a uma pastagem. O experimento foi realizado em uma área de 14 ha, aonde desde 2012 vem sendo conduzido um experimento em longo prazo com ILP sob Plantio Direto, em Abelardo Luz – SC. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições, distribuídos em um esquema fatorial (2x2). O primeiro fator foi a intensidade de pastejo (alta e baixa), caracterizado por duas alturas de manejo do pasto (10 e 25 cm), e o segundo fator foi a época de aplicação de N no sistema: N aplicado na pastagem (NP) e N aplicado na cultura de grãos (NG), na dose de 200 kg de N ha⁻¹. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável de bovinos de corte. A pastagem foi um consórcio de aveia preta ‘BRS 139’ + azevém ‘Barjumbo’. A cultivar de soja ‘Nidera 5909’ foi semeada em 28 de novembro de 2014, 18 dias após a retirada dos animais da área. A densidade do solo após a pastagem na camada 2,5 – 7,5 cm obteve uma média de 1,10 g cm⁻³ e depois do cultivo da soja 0,98 g cm⁻³. A variação espacial dos pontos no terreno alterou os valores de densidade e porosidade total devido à umidade se acumular em pontos de baixada durante o período de pastejo. A porosidade total aumentou após o cultivo da soja cujos os valores passaram de 0,58 para 0,62 m³ m⁻³. Já a resistência mecânica a penetração mostrou que a primeira camada do solo 0-10 cm apresentava mais compactada, porém com redução nos valores após o cultivo da soja. Os diferentes manejos não influenciaram a mobilização de solo, devido à ausência de diferença entre a densidade do solo, a quantidade de palhada não dificultar a operacionalidade da semeadora e a profundidade superficial de atuação da haste sulcadora. Os tratamentos avaliados não afetaram a demanda de força e potência exigida pelo trator para movimentar a semeadora. Não houve diferença significativa de produtividade entre os tratamentos com um valor médio obtido de 3820 kg ha⁻¹. Isso é reflexo de que a área apresentava boas condições físicas e de fertilidade do solo, mostrando que é possível intensificar o sistema.

Palavras-chave: Qualidade física do solo. Sistemas de produção. Sustentabilidade.

ABSTRACT

TATTO, Wilson Henrique. **Can pasture height and nitrogen fertilization affect soil physical elements, planting and soybean production in Crop Livestock Systems?**. 194 f. Dissertation (Masters os Scence – Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2017.

The success of agricultural production in Crop Livestock Systems (CLS) is based on the proper management of the pasture phase, such as grazing intensity and nitrogen fertilization. Several studies confirmed the influence of grazing and nitrogen in the soil physical traits, the performance of machines and the productivity of successive crops. However, most trials study these factors isolated and little is known about the interaction between them in the management of an CLS system. In this context, the aim of this work was to evaluate the soil physical characteristics and the soybean development and plantability, cropped in succession to winter pasture and managed according grazing intensities and nitrogen fertilization strategies. The experiment was carried out at the city of Abelardo Luz – SC – Brazil (26°31'30" S; 52°15'35"W; 850 m asl.), in a 14 ha area, where a long term no-till – CLS experiment has been conducted since 2012. The experimental design was randomized blocks with three replications, arranged in a factorial scheme (2x2). First factor was composed by grazing intensities (high and low), established by two heights of pasture management (10 and 25 cm). The second factor was the N fertilization strategy, being the 200 kg of N ha⁻¹ applied to the pasture (NP) or N applied in the grain crop (NG). The height of the pasture was regulated by grazing with put and take continuous with three animals testers. The pasture was a consortium of black oats 'BRS 139' + ryegrass 'Barjumbo'. The soybean cultivar 'Nidera 5909' was sown on November 28, 2014, 18 days after the animals were removed from the area. Soil density after grazing in de soil layer 2,5 – 7,5 cm averaged 1.10 g cm⁻³ and after cultivation of soybean 0.98 g cm⁻³. The spatial variation of the points in the terrain changed the values of density and the total porosity due to the moisture accumulating at points of discharge during the grazing period. Total porosity increased after soybean cultivation, whose values increased from 0.58 to 0.62 m³ m⁻³. Still, the mechanical resistance to penetration showed that the first layer of soil 0-10 cm was more compacted. The treatments did not influence the soil mobilization, as soon as no difference between soil density was observed. The amount of straw did not hinder the operability of the seed drill and the surface depth of the grooving rod. The treatments did not affected the demand of force and power required by the tractor to move the seeder. There was no significant difference in productivity between treatments with a mean value of 3,820 kg ha⁻¹. This is a reflection of good physical conditions and good soil fertility of the area, showing that it is possible to intensify the use of this system.

Keywords: Physical soil quality. Production system. Sustainability.

RESUMEN

TATTO, Wilson Henrique. **¿La altura del pastoreo y la fertilización de nitrógeno pueden afectar a los atributos físicos del suelo, plantabilidad y rendimiento de la soya en el integración cultivo – ganadería?**. 194 f. Tesis de maestría (Maestría en Agronomía) – Programa de Posgrado en Agronomía (Área de Concentración: Producción Vegetal), Universidad Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco – PR, 2017.

El éxito de la producción agrícola en la Integración Cultivo – Ganadería (ICG) se basa en el uso adecuado de estrategias de gestión utilizadas en la fase de pastoreo, como el ajuste de la intensidad de pastoreo y fertilización nitrogenada. Varios estudios han demostrado la influencia de la intensidad de pastoreo y fertilización nitrogenada sobre la dinámica de la calidad física de los suelos, el rendimiento de maquinaria agrícola y la productividad de los cultivos sucesivos. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos estudian estos factores en forma aislada y poco se sabe acerca de la interacción entre ellos en la gestión de un sistema ICG. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar la interacción y el efecto individual, considerando la altura de pastos y la época de la fertilización nitrogenada sobre las características físicas del suelo, plantabilidad, los componentes del rendimiento y la productividad de la soya sucesoria a la pastura. El experimento se realizó en un área de 14 hectáreas, el cual desde 2012 se ha estado llevando a cabo un experimento a largo plazo con ICG en plantío directo en la ciudad de Abelardo Luz – SC. El diseño experimental fue de bloques aleatorios con tres repeticiones, distribuidos en un esquema factorial (2x2). El primer factor fue caracterizado por dos alturas de pastoreo (10 y 25 cm), y el segundo factor fue el momento de la aplicación de N en el sistema: N aplicada al pasto (NP) y N aplicado en el cultivo de granos (NG), con una dosis de 200 kg de N ha⁻¹. La altura de la pastura fue regulada por el pastoreo continuo y tasa de carga variable del vacunos de engorde. La pastura era un consorcio de avena negra 'BRS 139' + raigrás 'Barjumbo'. El cultivar de soya 'Nidera 5909' se sembró el 28 de noviembre de 2014, 18 días después de la retirada de los animales. La densidad del suelo después del pastoreo en la capa de suelo 2,5 – 7,5 cm fue 1,10 g cm⁻³ y después de cultivo de soya 0,98 g cm⁻³. La variación espacial de los puntos sobre el terreno cambia los valores de densidad y porosidad total debido a la acumulación de humedad en los puntos de mayor humedad durante el período de pastoreo. La porosidad total se incrementó después del cultivo de la soya, cuyos valores aumentaron de 0,58 a 0,62 m³ m⁻³. La resistencia a la penetración mostró que la primera capa de 0 a 10 cm del suelo se había vuelto más compacto, pero con reducción de valores después del cultivo de soya. Los diferentes manejos no influyeron en la movilización del suelo debido a la falta de diferencia entre la densidad del suelo, la cantidad de biomasa residual que no obstaculice el funcionamiento de la sembradora, y la poca profundidad de surcado. Los tratamientos no afectan a la demanda de fuerza y potencia requerida por el tractor para mover la sembradora. No hubo diferencia significativa en la productividad entre los tratamientos con un valor promedio de 3820 kg ha⁻¹. Esto refleja que el área tenía buenas condiciones físicas y de fertilidad del suelo, lo cual demuestra que es posible intensificar el sistema.

Palabras clave: Calidad física del suelo. Sistemas de producción. Sostenibilidad.

ASTRATTO

TATTO, Wilson Henrique. **L'altezza di pascolo e concimazione azotata può influenzare le proprietà fisiche del suolo, la qualità della semina e produttività di soia nella integrazione delle colture – allevamento?**. 194 f. Tesi di Master (Master in Agronomia) – Programma di Post – Laurea in Agronomia (Area di Concentrazione: Produzione vegetale), Università Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco – PR, 2017.

Il successo della produzione agricola nella Integrazione delle Colture – Allevamento (ICA) si basa sull'uso appropriato delle strategie di gestione adottate nella fase pascoli, come la regolazione dell'intensità di pascolo e concimazione azotata. Diversi studi hanno dimostrato l'influenza della intensità di pascolo e della concimazione azotata sulle qualità fisiche dello suolo, le prestazioni de macchine agricole e la produttività delle colture. Tuttavia, la maggior parte del lavoro studiano questi due fattori isolatamente e poco si sa circa l'interazione tra loro nella gestione di un sistema ICA. In questo contesto, lo scopo di questo studio valutare l'interazione e l'effetto individuale, coinvolgendo l'altezza di pascolo e tempo di concimazione azotata ne llo sistema ICA sotto la caratteristiche fisiche del suolo, qualità di semina e la componenti della resa e produttività della soia successori un pascolo. L'esperimento è stato condotto in un'area di 14 ettari, che dal 2012 è stata condotto un esperimento a lungo tempi con ICA nella città di Abelardo Luz – SC. Il disegno sperimentale era di blocchi randomizzato con tre repliche, distribuiti in uno schema fattoriale (2x2). Il primo fattore è l'intensità di pascolo (alto e basso), caratterizzato da due altezza di pascolo (10 e 25 cm), e il secondo fattore è il tempo di applicazione N nel sistema: N applicata sul pascolo (NP) e N, applicata nella cultura di grani (NG), la dose di 200 kg N ha⁻¹. L'altezza del pascoli è stato regolato da pascoli continuo e fattore di densità animale variabile di bovini da carne. Il pascolo era un consorzio di avena nera 'BRS 139' + loglio 'Barjumbo'. La cultivar di soia 'Nidera 5909' è stata seminata il 28 novembre 2014, 18 giorni dopo di ritiro degli animali. La densità del suolo dopo il periodo di pascolare nello strato di suolo 2,5 – 7,5 cm era 1,10 g cm⁻³ e dopo la coltivazione di soia 0,98 g cm⁻³. La variazione spaziale dei punti sul terreno cambia i valori di densità e porosità totale a causa della formazione di umidità in punti di palude durante il periodo di pascoli. La porosità totale è aumentato dopo la coltivazione di soia i cui valori aumentato 0,58 anche 0,62 m³ m⁻³. La resistenza alla penetrazione mostrato che il primo strato 0-10 cm di suolo era diventato più compatto, ma con valori inferiori dopo coltivazione della soia. Le diverse gestioni non hanno influenzato la mobilitazione del suolo a causa della no differenza tra la densità del terreno, la quantità di paglia non ostacolare il funzionamento del seminatore e la profondità di asta "sulcadora". I trattamenti non incidono sulla domanda di forza e potenza richiesta dal trattore per spostare la seminatrice. Non c'era alcuna differenza significativa in termini di produttività tra i trattamenti con un valore medio ottenuto da 3820 kg ha⁻¹. Ciò riflette che l'area aveva buone condizioni fisiche e la fertilità del suolo, dimostrando che è possibile intensificare il sistema.

Parole chiave: Qualità fisiche del suolo. Sistemi di produzione. Sostenibilità.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.....	32
Figura 2 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).....	33
Figura 3 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.....	35
Figura 4 – Coleta de solo com anel volumétrico para avaliação de densidade do solo.....	37
Figura 5 – Coleta de dados para avaliação da resistência mecânica do solo à penetração.....	38
Figura 6 – Resistência mecânica a penetração de solos após a pastagem de aveia preta + azevém, Abelardo Luz – SC 2014 - (Umidade 25,43 %). (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).....	51
Figura 7 – Resistência a penetração após a colheita da soja, Abelardo Luz – SC 2015.(Umidade 39,73%). (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).....	53
Figura 8 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.....	59
Figura 9 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).....	60
Figura 10 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.....	62
Figura 11 – Mapa de elevação da área experimental (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).....	66
Figura 12 – Variabilidade espacial da densidade do solo após pastejo, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).....	67
Figura 13 – Variabilidade espacial da densidade do solo após colheita da soja, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).....	69
Figura 14 – Mapa de umidade do solo em função da altitude do terreno depois da pastagem, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).....	71
Figura 15 – Mapa de Porosidade Total do solo em função da altitude do terreno após a pastagem, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).	72
Figura 16 – Mapa de Porosidade Total do solo em função da altitude do terreno após a soja, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).	73

Figura 17 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.....	80
Figura 18 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).....	81
Figura 19 – Histórico experimental ilustrando os cultivos, épocas de implantação e tratamentos utilizados em cada fase do experimento. AA= Alta Altura do Pasto; BA= Baixa Altura do Pasto; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.....	82
Figura 20 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.....	83
Figura 21 – Semeadora – adubadora utilizada no experimento. Abelardo Luz – SC, 2014.....	85
Figura 22 – Vista geral do perfilômetro de madeira utilizado para avaliação da profundidade, largura de sulco e da área de solo mobilizado.....	86
Figura 23 – Célula de carga utilizada durante o ensaio de demanda de tração na semeadura da cultura da soja.....	88
Figura 24 – Sistema de aquisição de dados, modelo CR800, utilizado durante a semeadura da soja.	89
Figura 25 – Vista geral da célula de carga inserida entre o trator e a semeadora – adubadora.....	89
Figura 26 – Ensaio para calibração da célula de carga utilizada no experimento, realizado pela UTFPR, Pato Branco – PR, 2015.....	91
Figura 27 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.....	114
Figura 28 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).....	115
Figura 29 – Histórico experimental ilustrando os cultivos, épocas de implantação e tratamentos utilizados em cada fase do experimento. AA= Alta Altura do Pasto; BA= Baixa Altura do Pasto; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.....	116
Figura 30 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.....	117
Figura 31 – Croqui das áreas úteis para a colheita da soja.....	119
Figura 32 – Conjunto Bazuca + balança para pesagem da produtividade de soja do experimento..	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.....	36
Tabela 2 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo.....	40
Tabela 3 – Densidade do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm em função de duas intensidades de pastejo e épocas de adubação nitrogenada, após o período de pastejo.....	40
Tabela 4 – Densidade do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada depois do cultivo de soja.	43
Tabela 5 – Porosidade Total do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada depois do período de pastejo.....	45
Tabela 6 – Porosidade Total do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada depois do cultivo da soja.....	46
Tabela 7 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo.....	47
Tabela 8 – Comparação da Densidade e Porosidade Total do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada antes e depois do cultivo da soja.....	47
Tabela 9 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.....	63
Tabela 10 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.....	84
Tabela 11 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo sobre as variáveis: Profundidade de deposição de semente (cm); Profundidade de sulco (cm); Largura de sulco (cm); Volume de solo mobilizado ($m^3 ha^{-1}$); Área de solo mobilizado (cm^2); Estande inicial (n^o de plantas ha^{-1}); Estande final (n^o de plantas ha^{-1}); Uniformidade de distribuição de sementes, espaçamentos duplos, normais e falhos (%); Força de tração média (kN); Força de tração por linha (kN); Força de tração máxima (kN); Potência média (kW); Potência máxima (kW); Massa residual da palhada ($kg MS ha^{-1}$).....	93
Tabela 12 – Valores de Massa residual de palhada da pastagem no momento da semeadura da soja, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.....	94
Tabela 13 – Valores médios de profundidade de deposição de sementes (cm) na semeadura da soja, sucessora a uma pastagem manejada em diferentes alturas e épocas de adubação nitrogenada, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.....	96
Tabela 14 – Valores médios de profundidade de sulco, largura de sulco, volume mobilizado e área mobilizada em função da intensidade de pastejo e adubação nitrogenada, no momento da semeadura da soja, após da saída dos animais da área experimental.....	98
Tabela 15 – Valores médios uniformidade de distribuição de plantas de soja semeada a diferentes manejos da pastagem antecessora, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.....	101
Tabela 16 – Valores de médios de estande de plantas de soja cultivados sob uma pastagem com diferentes intensidades de pastejo e épocas de adubação nitrogenada, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.....	104

Tabela 17 – Valores da demanda de potência do trator e da força de tração exigida pela semeadora no momento da semeadura da soja, após da saída dos animais da área experimental.	106
Tabela 18 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.....	118
Tabela 19 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo.....	122
Tabela 20 – Rendimento da cultura da soja cultivada em sucessão a pastagem de aveia preta + azevém sob diferentes alturas de manejo (AA e BA, sendo 25 e 15 cm respectivamente) e a época de fertilização nitrogenada (NG e NP na dose de 200 kg ha ⁻¹ de N) em sistema de integração lavoura pecuária.....	124
Tabela 21 – Valores médios de componentes de rendimento da cultura da soja cultivada em sucessão a pastagem de aveia preta + azevém sob diferentes alturas de manejo (AA e BA, sendo 25 e 15 cm respectivamente) e a época de fertilização nitrogenada (NG e NP na dose de 200 kg ha ⁻¹ de N) em sistema de integração lavoura pecuária.....	129
Tabela 22 – Valores da análise biométrica da cultura da soja cultivada em sucessão a pastagem de aveia preta + azevém sob diferentes alturas de manejo (AA e BA, sendo 25 e 15 cm respectivamente) e a época de fertilização nitrogenada (NG e NP na dose de 200 kg ha ⁻¹ de N) em sistema de integração lavoura pecuária.....	132

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CQFS	Comissão de Química e Fertilidade do Solo
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná
ILP	Integração Lavoura – Pecuária
PR	Paraná
RTK	Real Time Kinematic
SC	Santa Catarina
USDA	United States Department of Agriculture
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Alta Altura do pasto
Alt.	Altura
Alt. * N	Interação entre os fatores (Intensidade de pastejo e Época de adubação nitrogenada)
AM	Área de solo Mobilizada
BA	Baixa Altura do pasto
C	Colheita
C.V.	Coeficiente de Variação
CaCl ₂	Cloreto de Cálcio
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
cv	Cavalo Vapor
cv.	Cultivar
DS ₀	Densidade de Solo Inicial
DS _f	Densidade de Solo Final
E	Espaçamento entre Linhas
e	Espaçamento entre Réguas Verticais
Est _{plan.}	Estande de Plantas
et al.	Entre outros
Ft média	Força de Tração Média
Ft máx	Força de Tração Máxima
Ft linha	Força de Tração por Linha
GL	Graus de Liberdade
GPS	Global Positioning System
ha	Hectare
Jr.	Júnior
KCl	Cloreto de Potássio
Larg. Sulco	Largura de Sulco
M. Palhada	Massa residual de palhada
M.O.	Matéria Orgânica
MAP	Fosfato Monoamônico
MS	Massa Seca
MSR	Massa Seca Remanescente
NG	Nitrogênio aplicado na fase lavoura (milho antecessor a pastagem)
NGV	Número de Grãos por Vagem

NP	Nitrogênio aplicado na fase pastagem
NTGP	Número Total de Grãos por Planta
NVP	Número de Vagem por Planta
ns	Não Significativo
P. Sem	Profundidade de Sementes
P. Sulco	Produtividade de Sulco
Por_0	Porosidade Total Inicial
Por_f	Porosidade Total Final
Pot. máx	Potência Máxima
Pot. Média	Potência Média
PN	Perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro
PF	Perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro
RMSP	Resistência Mecânica do Solo à Penetração
Rn	Estádio de reprodução da cultura da soja de 1 até o estágio C
RP	Resistência à Penetração
S	South
SB	Soma de Bases
TIN	Triangulated Irregular Network
VE	Emergência
Vn	Estádio de desenvolvimento em que a planta de soja apresenta número de 1 à 6 se trifólios completamente desenvolvidas
V4	Estádio de desenvolvimento em que a planta de milho apresenta quatro folhas completamente desenvolvidas
V5	Estádio de desenvolvimento em que a planta de milho apresenta cinco folhas completamente desenvolvidas
VM	Volume de solo mobilizado
W	West

LISTA DE SÍMBOLOS

'	Minutos
''	Segundos
%	Porcentagem
% de N	Porcentagem de nitrogênio
@	Arroba
<	menor
>	maior
-	à
Al ³⁺	Alumínio
Ca	Cálcio
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
cmol _c dm ⁻³	Centimol de carga por decímetro cúbico
CO ₂	Gás Carbônico
dm ⁻³	Decímetro cúbico
g	Gramma
g dm ⁻³	Gramma por decímetro cúbico
H + Al	Hidrogênio + Alumínio
ha ⁻¹	Por hectare
Hz	Hertz
K	Potássio
kg	Quilograma
kg de MS ha ⁻¹	Quilograma de Massa Seca por hectare
kg de N ha ⁻¹	Quilograma de nitrogênio por hectare
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
kg PV	Quilograma de peso vivo
kg PV ha ⁻¹	Quilograma de peso vivo por hectare
km h ⁻¹	Quilômetros por hora
kN	QuiloNewton
kN mV ⁻¹	QuiloNewton por milivolts
kW	Quilowatt
L ha ⁻¹	Litros por hectare
m	Metro
m ²	Metro quadrado

m ha ⁻¹	Metros por hectare
m ³ m ⁻³	Metro cúbico por metro cúbico
mg	Miligrama
Mg	Magnésio
mg dm ⁻³	Miligramas por decímetro cúbico
mL kg ⁻¹	Mililitros por quilograma
mm	Milímetro
mm ²	Milímetros quadrados
Mn	Manganês
MPa	Mega Pascal
mV V ⁻¹	Milivolts por Volts
n ^o	Número
N	Nitrogênio
NH ₄ ⁺	Amônio
NO ₃ ⁻	Nitrato
°	Graus
°C	Graus Centígrados
P	Fósforo
P>0,05	Menor que 5 % de significância
pH	Potencial hidrogeniônico
V%	Saturação de bases
X	Por/versus
Σ	Somatório

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	23
2 ANÁLISE DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA.....	27
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
2.1 INTRODUÇÃO.....	29
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.2.1 Caracterização da área em estudo.....	31
2.2.2 Delineamento e condução do experimento.....	33
2.2.3 Teor de umidade no solo.....	36
2.2.4 Variáveis estudadas.....	36
2.2.4.1 Densidade do solo.....	37
2.2.4.2 Resistência mecânica do solo a penetração.....	37
2.2.4.3 Porosidade total.....	38
2.2.5 Análises estatísticas.....	39
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
2.3.1 Densidade e porosidade total do solo.....	40
2.3.2 Comparação de densidade e porosidade total do solo em função do período de avaliação (antes e após o cultivo da soja).....	46
2.3.3 Relação entre densidade do solo e produtividade da soja.....	48
2.3.4 Resistência mecânica do solo a penetração.....	50
2.4 CONCLUSÕES.....	54
3 VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA.....	55
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
3.1 INTRODUÇÃO.....	57
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
3.2.1 Caracterização da área de estudo.....	58
3.2.2 Montagem e condução do experimento.....	60
3.2.3 Coleta dos pontos geo-referenciados.....	63
3.2.4 Variáveis estudadas.....	64
3.2.4.1 Teor de umidade no solo.....	64
3.2.4.2 Densidade do solo.....	64
3.2.4.3 Porosidade total.....	65

3.2.4.5 Interpretação dos resultados.....	65
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
3.4 CONCLUSÕES.....	74
4 QUALIDADE DE SEMEADURA DE SOJA EM SUCESSÃO A PASTAGEM MANEJADA EM DIFERENTES ALTURAS DE DOSSEL E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA.....	75
RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	76
4.1 INTRODUÇÃO.....	77
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	79
4.2.1 Caracterização da área em estudo.....	79
4.2.2 Montagem e condução do experimento.....	81
4.2.3 Variáveis estudadas.....	85
4.2.3.1 Profundidade de deposição de sementes.....	85
4.2.3.2 Mobilização do solo.....	86
4.2.3.2.1 Profundidade e largura de Sulco, área de solo mobilizado e volume de solo mobilizado.....	86
4.2.3.3 Uniformidade de distribuição de plantas.....	87
4.2.3.4 Estande de plantas.....	88
4.2.3.5 Avaliação de tração e potência requerida pela semeadora–adubadora.....	88
4.2.3.5.1 Força média de tração requerida pela semeadora–adubadora.....	88
4.2.3.5.2 Força máxima na barra de tração.....	90
4.2.3.5.3 Potência requerida na barra de tração.....	90
4.2.3.5.4 Potência máxima na barra de tração.....	90
4.2.3.5.5 Calibração da célula de carga.....	90
4.2.3.5.6 Massa residual da palhada.....	92
4.2.4 Análises estatísticas.....	92
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	92
4.3.1 Massa residual da palhada.....	93
4.3.2 Profundidade de deposição de sementes.....	95
4.3.3 Mobilização de solo.....	98
4.3.3.1 Profundidade e largura de sulco, área de solo mobilizado e volume de solo mobilizado.....	98
4.3.4 Uniformidade de distribuição de plantas.....	101
4.3.5 Estande de plantas.....	103
4.3.6 Avaliação de tração e potência requerida pela semeadora–adubadora.....	105

4.4 CONCLUSÕES.....	109
5 PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SUCESSÃO A PASTAGEM MANEJADA EM DIFERENTES ALTURAS DE DOSSEL E ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	110
RESUMO.....	110
ABSTRACT.....	111
5.1 INTRODUÇÃO.....	112
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	114
5.2.1 Caracterização da área em estudo.....	114
5.2.2 Montagem e condução do experimento.....	115
5.2.3 Variáveis estudadas.....	119
5.2.3.1 Produtividade da soja.....	119
5.2.3.2 Altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem.....	120
5.2.3.3 Componentes de rendimento.....	120
5.2.3.3.1 Número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número total de grãos por planta.....	120
5.2.3.3.2 Massa de mil grãos.....	121
5.2.4 Análises estatísticas.....	121
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	122
5.3.1 Produtividade final.....	123
5.3.2 Componentes de rendimento.....	128
5.3.3 Altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem.....	132
5.4 CONCLUSÕES.....	133
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	135
REFERÊNCIAS.....	137

1 INTRODUÇÃO GERAL

A necessidade imediata de aumentar e distribuir a produção de alimentos dentro de considerados limites ecológicos e ambientais é um tema muito discutido em todo o mundo. A Conferência Rio+20 (2012/2015), assim como, o Protocolo de Kyoto de 1997 procuram estabelecer acordos e discussões internacionais para melhorar o desenvolvimento das nações de maneira menos impactante ao meio ambiente e criar modelos de agricultura capaz de reduzir a emissão de gás carbônico e outros gases de efeito estufa.

Produzir globalmente mais de 70% da quantidade de alimento dos dias atuais é o que a FAO, (2009) estima, para uma população 20,9% maior, com menos recursos, mais pragas e com pressão ambiental e climática cada vez maiores, é o grande desafio que a agricultura mundial terá de enfrentar para contribuir para a erradicação da fome e garantir a segurança alimentar nos próximos anos. Um planeta que possui 7,2 bilhões de habitantes e que em 2050 passará para 9,3 bilhões (ONU, 2011), deve encontrar caminhos sustentáveis que garantam o aumento da produção agrícola e fazer, de fato, com que os alimentos cheguem até a população, independente de seu nível social.

Um dos grandes problemas é que as áreas agricultáveis no mundo estão se esgotando. Segundo dados da FAO, (2011) as principais potências mundiais como EUA, Rússia, China e União Europeia possuem poucas áreas propícias a cultivos agrícolas restantes. Uma opção seria a África, porém o capital social, humano e financeiro, assim como o natural com condições climáticas adversas não colaboram com o desenvolvimento desse continente (PERES, 2000). Nesse sentido o Brasil, que é dito popularmente como o celeiro do mundo, pelas suas excelentes condições edafoclimáticas livres de grandes catástrofes e vasta extensão territorial, parece ser uma das últimas fronteiras agrícolas para atender a crescente demanda por alimentos.

Outro aspecto importante é que os hábitos alimentares da população mundial estão mudando. Nações que anteriormente não comiam carne estão começando a se alimentar de produtos e derivados de origem animal. E assim como a elevação progressiva da “renda per capita” de países emergentes como Brasil,

China, Índia e Rússia (GOLDMAN SACHS, 2003) aumenta também o consumismo de alimentos diferenciados, isso requer um aumento na produção e na qualidade da pecuária em geral.

Porém, estudos realizados pela USDA (2012), mostram que a produção mundial de grãos está aumentando, de 1,98 em 2000 para 2,5 bilhões de toneladas em 2012, sendo que 44,4% do total produzido é das culturas de verão milho e soja, em compensação o rebanho bovino durante esse mesmo período estabilizou sem aumento com 1,3 bilhão de cabeças. Esse mesmo estudo aponta que os estoques mundiais de carne suína, bovina e de frango durariam menos de cinco dias. Nesse contexto uma nova filosofia de agricultura deve ser implantada, para atender as necessidades da crescente massa humana, com estratégias de desenvolvimento agrícola sustentáveis, que promovam ganhos de eficiência para se produzir mais alimentos com a mesma quantidade de áreas cultivadas, água ou outros insumos (HERRERO et al., 2010) diminuindo assim os impactos ambientais.

Sendo o Brasil o país com maior possibilidades de produzir alimentos, torna-se especialmente relevante estabelecer estratégias de intensificação a fim de se elevar a rentabilidade dos negócios agropecuários. Na região sul do Brasil, na safra 2014/2015, em torno de 16,8 milhões de ha foram ocupados com culturas de grãos no verão (arroz, soja, milho e feijão), enquanto que no inverno, somente 2,93 milhões em 2014 e 2,65 milhões de ha em 2015 com culturas de aveia, canola, centeio, cevada, trigo e triticale (CONAB, 2015), comprovando baixa intensificação e diversidade de produção na maioria das propriedades agrícolas no sul do Brasil. Milhões de hectares são mantidos em pousio no inverno, gerando perdas de nutrientes, problemas com erosão, sendo que estas áreas poderiam gerar renda extra para o produtor nesta época do ano.

Dessa maneira o uso de sistemas integrados de produção com a presença de animais e lavoura de grãos na mesma área e no mesmo ano agrícola pode ser uma estratégia eficiente para aumentar a produção de alimentos de uma forma eficiente e sustentável (FAO, 2010). Esses tipos de sistemas possuem a vantagem de serem eficientes no uso dos recursos naturais (WRIGHT et al., 2011), promovem ciclagem de nutrientes e melhoria do solo (SALTON et al., 2014), reduzem os custos de produção (RYSCHAWY et al., 2012), mantém os níveis de

produtividade elevados (BALBINOT JR et al., 2009) e produzem inúmeros serviços ecossistêmicos (SANDERSON et al., 2013). As vantagens trazidas pelo sistema de integração lavoura – pecuária são produzidas por relações sinérgicas que ocorrem entre os componentes solo, planta e animal que o compõem. Logo, a sustentabilidade deste sistema depende, principalmente, do entendimento correto do manejo dos mesmos, que interagem entre si (CARVALHO et al., 2014).

Entretanto, a adoção desse tipo de sistema vem sendo questionada por técnicos e produtores, uma vez que a presença de animais nas áreas durante a fase pastagem poderia comprometer a qualidade física do solo e/o rendimento das culturas de grãos em sucessão, limitando sua adoção como uma ferramenta de intensificação em nível de propriedade rural. Segundo Santi et al. (2004), a compactação do solo durante o período de pastejo é consequência de três fatores: umidade elevada, alta carga animal e a baixa quantidade de forragem na área.

De fato, a estrutura física do solo é comprometida em áreas onde o manejo do pastejo é realizado com altas intensidades elevando os valores de densidade, diminuindo a porosidade total e a quantidade de macroporos, em função da baixa capacidade do dossel em dissipar a energia exercida pelos cascos e/ou pela alta carga animal (FLORES et al., 2007) e caminhamento na área (BAGGIO et al., 2009).

Outro fator que pode influenciar nas condições físicas do solo é a época de adubação nitrogenada, sendo que a aplicação de nitrogênio no perfilhamento da pastagem modifica a sua estrutura, aumentando a produção de forragem (CASSOL et al., 2011; QUARTRIN et al., 2015) e a quantidade de folhas (LANG, 2004) além de diminuir a translocação de nitrogênio na planta dos órgãos de reserva para folhas em desenvolvimento, o que refletirá na maior capacidade de suporte. A utilização de nitrogênio na pastagem ainda, pode melhorar as propriedades edáficas do solo, pela maior quantidade de biomassa remanescente e produção de raízes, o que aumenta os teores de carbono e melhora significativamente as condições de aeração e capacidade de infiltração de água melhorando as características físicas do solo (LOSS et al., 2012).

Além da qualidade física do solo, outro entrave que se observa quando com manejos intensivos é a baixa quantidade de palhada deixada após o período de

pastejo, uma vez que o sistema plantio direto exige uma quantidade mínima de 2000 kg MS ha⁻¹ de palhada sobre a superfície do solo para manutenção dos seus processos (EMBRAPA, 2012). A baixa quantidade de palhada, oriunda de pastejos intensivos pode afetar a qualidade física do solo, prejudicando o desempenho das semeadoras, exigindo maior força e potência do trator e aumentando a desuniformidade de distribuição de sementes e a profundidade de atuação da máquina. Entretanto, o excesso de palhada, pode comprometer a plantabilidade, por embuchamentos das linhas de semeadura na semeadora e dificuldade de corte da palha.

Sendo assim, manejando adequadamente as taxas de lotação e os nutrientes que ciclam no sistema, os animais não comprometerão as características físicas do solo (CARVALHO et al., 2005), que por sua vez, não prejudicará a qualidade de semeadura das lavouras sucessoras e o seu desenvolvimento, obtendo sucesso na atividade. Entretanto, a maioria dos trabalhos estudam a intensidade de pastejo e a adubação nitrogenada de forma isolada, e pouco se sabe sobre a interação destes fatores no manejo de um sistema de integração lavoura – pecuária, fazendo se necessários à realização de trabalhos que estudem esses fatores em conjunto.

Neste contexto, fundamentado na hipótese que manejos realizados na fase pastagem com altas intensidades de pastejo e sem adubação nitrogenada, afetem de forma negativa a qualidade física do solo e a produção de biomassa remanescente que por consequência prejudica a plantabilidade da cultura da soja sucessora, diminuindo assim seu estabelecimento e produtividade final, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física do solo a plantabilidade e a produção de soja em sucessão a pastagem manejada sobre diferentes alturas de pastejo e épocas de adubação nitrogenada e a interação entre esses fatores no sistema de integração lavoura – pecuária.

2 ANÁLISE DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA

RESUMO

TATTO, Wilson Henrique. **Altura de pasto e adubação nitrogenada podem afetar os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura – pecuária?**. 194 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017

Resumo: Avaliou-se a influência do manejo na altura do pasto com diferentes épocas de adubação nitrogenada sobre a qualidade física do solo após as fases pastagem e lavoura de grãos no sistema de integração lavoura pecuária (ILP). O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC em área de Latossolo bruno distrófico típico. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. Os fatores foram altura de pasto (25 e 10 cm) e época de adubação nitrogenada (NP – N aplicado na fase pastagem e NG – N aplicado na fase lavoura antecedente) na dose de 200 kg N ha⁻¹ aplicados em cobertura sem parcelamento. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável de bovinos de corte e a cultura antecedente à pastagem foi o milho. A pastagem foi um consórcio de aveia preta 'BRS 139' + azevém 'Barjumbo' e a cultura sucessora foi a soja, cv. 'NS 5909'. As variáveis avaliadas foram: densidade do solo, porosidade total e resistência mecânica a penetração antes e após o cultivo da soja. As coletas de dados foram feitas após o período de pastejo e repetidas após o cultivo da soja nos mesmos locais. Para isso, utilizou-se na marcação dos pontos um GPS de precisão RTK. Foram coletadas oito amostras por piquete. A densidade e porosidade total do solo foram feitas na camada de 2,5 – 7,5 cm de profundidade utilizando-se cilindros volumétricos, após, secas a 105 °C até atingir peso constante, calculada a massa de solo e a área de poros presentes no anel. Para resistência a penetração foi utilizado um penetrômetro digital Modelo PNT-2000-M haste do tipo cone 2 (129 mm²) avaliando-se na camada de 0-40 cm de profundidade. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Todas as variáveis avaliadas não tiveram interação entre os fatores e nem diferenças significativas entre os tratamentos. A densidade do solo após a pastagem obteve uma média de 1,10 g cm⁻³ e depois do cultivo da soja teve um decréscimo nos valores (0,98 g cm⁻³). A porosidade total aumentou após o cultivo da soja de 0,58 para 0,62 m³ m⁻³. Já a resistência mecânica a penetração mostrou que a primeira camada do solo 0-10 cm apresentava-se mais compactada, porém com redução nos valores após o cultivo da soja. Os resultados mostram que aparentemente os diferentes manejos adotados na fase pastagem não prejudicam as características físicas do solo para lavouras sucessoras.

Palavras-chave: Manejo de pasto. Pisoteio animal. Sistemas integrados.

ABSTRACT

TATTO, Wilson Henrique. **Can pasture height and nitrogen fertilization affect soil physical elements, planting and soybean production in Crop Livestock Systems?**. 194 f. Dissertation (Masters os Scence – Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2017.

The aim of this work was to evaluate the physical soil traits according the grazing intensities and nitrogen fertilization, in the crop phase, after the winter pasture, in a successional Crop Livestock System. The experiment was carried out at the city of Abelardo Luz – SC – Brazil (26°31'30" S; 52°15'35"W; 850 m asl.), in a 14 ha area, where a long term no-till – CLS experiment has been conducted since 2012. Soil classification of the area is dystrophic Red Latosol (Oxisol). The experimental design was randomized blocks with three replications, arranged in a factorial scheme (2x2). First factor was composed by grazing intensities (high and low), established by two heights of pasture management (10 and 25 cm). The second factor was the N fertilization strategy, being the 200 kg of N ha⁻¹ applied in top dressing to the pasture (NP) or N applied in the grain crop (NG). The height of the pasture was regulated by grazing with put and take continuous stocking with three animals testers. The pasture was a consortium of black oat 'BRS 139' + ryegrass 'Barjumbo' and the successor crop was soybeans 'NS 5909'. The variables evaluated were: bulk density, porosity and mechanical resistance to penetration before and after the crop of the soybeans. The data sampling were made after the grazing period and after the cultivation of soybeans, in the same locations. For that, the geographical points were marked used an RTK precision GPS. Eight samples were collected in each paddock (replication). The total density and pore size distribution were evaluated on the layer 2.5 to 7.5 cm deep using a volumetric cylinder. Then, samples were dried at 105 ° C until constant weight. For penetration resistance assessment it was used a digital penetrometer Model PNT-2000-M-type rod cone 2 (129 mm²), at a 0-40 cm deep. The results were submitted to analysis of variance (P < 0.05) and the means compared by Tukey test (P < 0.05). All variables had no interaction between factors and no significant difference between treatments. The density of the soil after grazing was 1.10 g cm⁻³, and after soybean cultivation had a small decrease in the values (0.98 g cm⁻³). The total porosity increased after the cultivation of soybeans whose values increased from 0.58 to 0.62 m³ m⁻³. Penetration resistance evidenced that the first 0-10 cm layer become more compact, but with lower values after soybean cultivation. The results show that apparently the different management practices adopted in the pasture phase don't affect the physical characteristics of the soil for successive crops.

Keywords: Animal trampling. Integrated systems. Pasture management.

2.1 INTRODUÇÃO

A demanda mundial por alimentos está cada vez mais intensa e dinâmica, onde a busca constante para tornar áreas mais produtivas, lucrativas e sustentáveis é um fator decisivo para o setor e a permanência do agricultor na atividade agrícola. Sob o ponto de vista socioeconômico, a integração lavoura – pecuária (ILP) representa um grande avanço para agricultura brasileira, principalmente pelo fato de que esse tipo de sistema pode ser utilizado tanto em pequenas, assim como, de uma forma mais rentável, em médias e grandes propriedades. Entretanto, muitos produtores têm receio em adotar o sistema pela preocupação de que os animais possam compactar as áreas destinadas à produção de grãos, limitando o desenvolvimento e a produtividade das lavouras em sucessão (CARVALHO et al., 2005), sendo que o possível efeito deletério da física do solo será mais concentrado na camada de solo 0-10 cm (COSTA et al., 2009).

É provável que esse paradigma seja uma herança de épocas em que predominava o uso de agricultura convencional, em que se utilizava o preparo do solo, aliado ao uso incorreto de lotações excessivas na rotação com a pecuária (MORAES; LUSTOSA, 1997). Apesar deste conceito ser muito comum entre produtores rurais, pesquisas recentes demonstram que o problema na qualidade física do solo em sistemas ILP pode ser atenuado ou eliminado (FIDALSKI et al., 2008; LOPES et al., 2009; CONTE et al., 2011; ANDREOLLA et al., 2014) e que o efeito do pisoteio animal é temporário e reversível com a implantação das culturas sucessoras (COSTA et al., 2009).

Em áreas com altas intensidades de pastejo e em épocas do ano em que o solo permanece úmido, os valores de densidade do solo tendem a se elevar (MACEDO, 2009; SPERA et al., 2009), diminuindo a porosidade total e a quantidade de macroporos. Isso vem sendo atribuído à baixa capacidade do dossel em dissipar a energia exercida pelos cascos dos animais, em função de um pisoteio mais intenso, maior tempo de pastejo e carga animal (BERTOL et al., 2000), além da falta de reposição de nutrientes por meio de adubação de manutenção (SALTON et al., 2002). O ajuste correto da carga animal, adequado à disponibilidade de

ferragem, não causa alterações significativas nas propriedades físicas do solo, dessa forma, não causam nenhum dano nas lavouras de grãos sucessoras (COSTA et al., 2009). Em outras palavras, o manejo exato da intensidade de pastejo, aumenta a diferença entre as deformações elásticas e plásticas no solo, fazendo com que a potencialidade do solo em se compactar seja menor do que as plantas em descompactá-lo.

Além da intensidade de pastejo outro fator que influencia as condições físicas do solo no sistema ILP é a época de adubação nitrogenada. A adubação com nitrogênio aplicado na fase pastagem modifica a estrutura do dossel forrageiro devido ao aumento da densidade populacional de perfilhos (PELLEGRINI et al., 2010), da quantidade de folhas (LANG, 2004), da taxa de aparecimento foliar (GARCEZ NETO et al., 2002) e da densidade de ferragem (CASSOL et al., 2011; QUARTRIN et al., 2015), possibilitando que a estrutura amorteça o pisoteio e dissipe a força exercida pelos cascos dos animais sobre o solo (CARASSAI et al., 2011). Adicionalmente, a adubação nitrogenada estimula o desenvolvimento radicular (LUNARDI et al., 2008) auxiliando na descompactação do solo. Isso ocorre por que sistemas radiculares vigorosos são capazes de formar um número de poros e canais preferenciais, aumentam os teores de matéria orgânica e liberar exsudatos orgânicos que atuam na formação de agregados estáveis no solo (MIELNICZUK, 1999), favorecendo o desenvolvimento de culturas subsequentes (SILVA; ROSOLEM, 2001).

Sendo assim, o principal desafio é encontrar um nível de altura de dossel que além de atender à demanda animal permita criar um ambiente propício a altos rendimentos nas culturas de grãos subsequentes (TERRA LOPES et al., 2009). Assim como, recomendar o melhor período para se fazer a adubação nitrogenada no sistema produtivo, que permita aumentar o ganho da área de pastejo e o rendimento das lavouras de grãos, melhorar a fertilidade do solo e maximizar a ciclagem de nutrientes, reduzindo os custos de produção e impactos ambientais.

Atributos como a densidade, porosidade e resistência à penetração têm sido largamente utilizados nas avaliações do estado das condições físicas do solo (FLORES et al., 2007), no entanto, os valores de densidade e resistência a penetração os quais são responsáveis por afetar o desenvolvimento radicular das

culturas (TAYLOR; BRAR, 1991) são muito diversificados na literatura, não estabelecem um valor padrão e são dependentes de muitas variáveis, como textura, teor de matéria orgânica (SMITH et al., 1997) e umidade do solo (CORREA; REICHARDT, 1995). No geral, se adota como um valor limitante ao crescimento radicular $1,33 \text{ g cm}^{-3}$ para densidade (KLEIN, 2006) e 2,5 MPa para resistência a penetração (PETEAN et al., 2010; ANDREOLLA et al., 2015) em solos argilosos.

Fundamentado na hipótese de que existe uma interação entre intensidade de pastejo e época de adubação nitrogenada, os tratamentos com baixas alturas de pastejo e sem adubação nitrogenada apresentarão as piores condições físicas do solo em relação aos tratamentos com altas alturas de pastejo e adubados na fase pastagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do manejo que engloba intensidade de pastejo e a época de adubação nitrogenada sobre a qualidade física do solo.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização da área em estudo

O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC, em área pertencente à Fazenda Pacheco, coordenadas $26^{\circ} 31' \text{ S}$ e $51^{\circ} 35' \text{ W}$ e com altitude média de 850 m. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido), segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014). O solo da área é classificado como Latossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2013) com textura muito argilosa (69,5% de argila) e relevo suave ondulado (Figura 1).

A área experimental possui 14 ha, onde, desde 2012 vem sendo conduzido um experimento com integração lavoura – pecuária sob plantio direto. Os ciclos de cultivo anteriores ao presente estudo foram sorgo forrageiro, aveia preta, milho e consórcio de aveia preta + azevém (RISSI, 2015; BORTOLLI, 2016; MACARRI, 2016; BERNARDON, 2016).

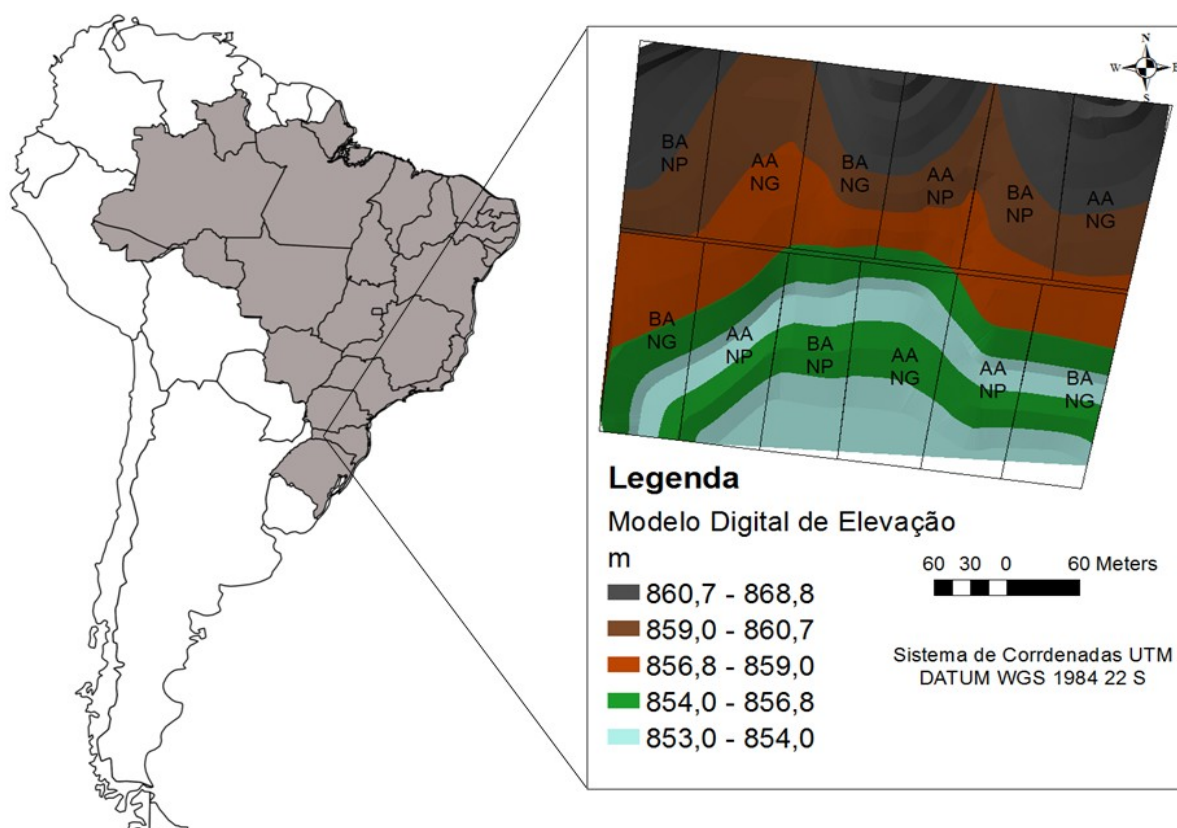


Figura 1 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.

Os meses que registraram menores precipitações pluviométricas durante o período de pastejo foram julho, agosto e outubro com valores de 124,2, 150,2 e 119,2 mm respectivamente, enquanto que o mês de junho apresentou o maior índice pluviométrico, cerca de 590,3 mm. Os meses mais frios ocorreram entre maio e agosto com temperaturas médias de cerca de 12,7 °C, enquanto com meses mais quentes foram março e outubro onde as temperaturas ficaram acima dos 18 °C. Durante a fase lavoura os meses que registraram menores precipitações pluviométricas foram março e abril (70,9 e 15,6 mm) respectivamente, porém este último foi o mês de colheita da cultura, o que possibilitou melhores condições de trabalho, já o mês mais chuvoso foi janeiro, com registro de 273,2 mm, época de pleno desenvolvimento da soja. O mês com menor temperatura foi abril cerca de 12,5 °C, enquanto que o mês com maior foi janeiro, onde a temperatura média alcançou 21,1 °C (Figura 2), em todos os meses as precipitações foram bem distribuídas com poucas incidências de chuvas localizadas no decorrer dos dias.

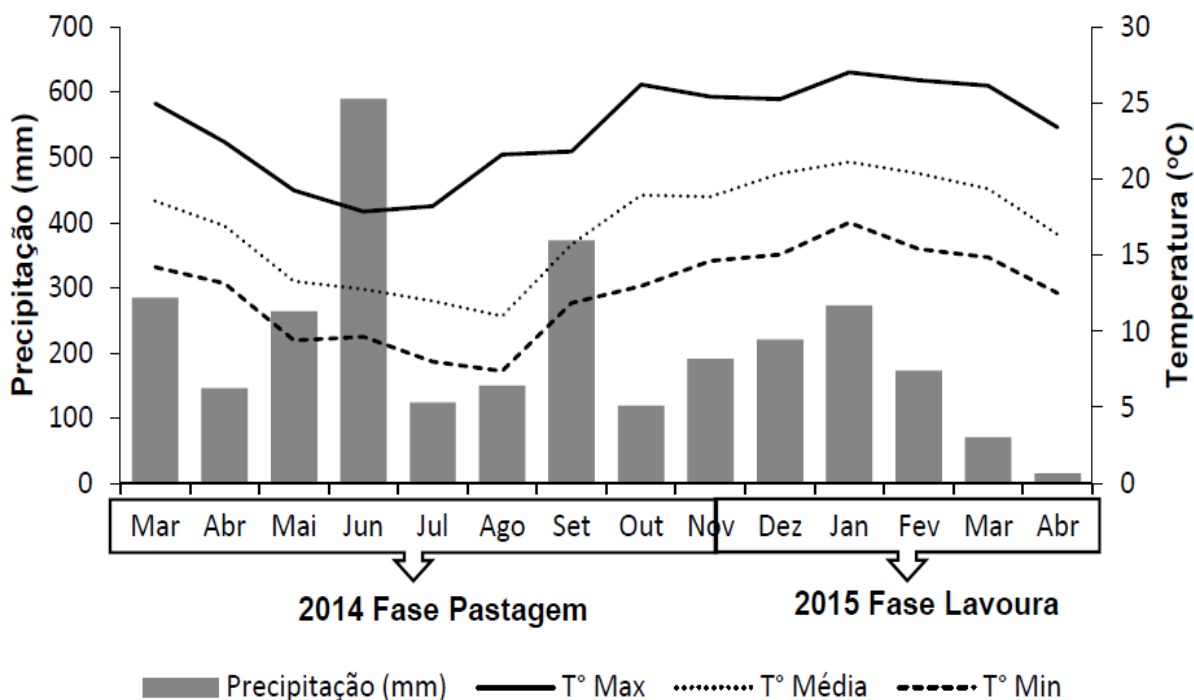


Figura 2 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).

2.2.2 Delineamento e condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso e os tratamentos aplicados em arranjo fatorial (2×2), com três repetições. A área dos piquetes foi determinada de acordo com os tratamentos, variando de 7.427 m² à 16.228 m² totalizando 12 unidades experimentais (Figura 3). Os tratamentos foram feitos na fase que antecedeu a soja, ou seja, na fase da pastagem. Os fatores foram compostos de duas intensidades de pastejo e de duas épocas de aplicação de nitrogênio.

As intensidades de pastejo (alta altura – AA e baixa altura – BA de dossel) pretendidas foram de 25 e 10 cm e as médias das alturas reais, durante todo o período experimental, foram de 23,7 e 10,7 cm, para AA e BA, respectivamente. As alturas dos pastos foram reguladas por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952). Para tanto, foram utilizados bovinos oriundos do cruzamento entre as raças Nelore e Charolês de peso médio inicial de 280 kg PV e uma carga animal média para NG e NP de 693 e 935 kg de PV ha⁻¹ e

869 e 758 kg de PV ha⁻¹ para BA e AA respectivamente.

O segundo fator foi constituído por épocas de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem antecessora à soja (NP) ou N aplicado na cultura de grãos, antecessora à pastagem (NG), na dose de 200 kg de N ha⁻¹. A cultura de grãos antecessora à pastagem foi o híbrido comercial de milho Maximus da empresa Syngenta. Desta forma, a cultura da soja não recebeu aplicação de N em nenhum dos tratamentos, como trata-se de um trabalho de longo prazo e com programa de rotação de culturas previamente definido, e que esta dissertação engloba apenas dois cultivos (pastagem de aveia preta mais azevém) e soja, a quantidade de N aplicado no tratamento NG considerando apenas esses dois cultivos, foi zero, e no tratamento NP foi de 200 kg N ha⁻¹. Se considerarmos o cultivo de milho, anterior à fase pastagem que recebeu zero (milho – NP) ou 200 kg N ha⁻¹ (milho – NG), o total de N aplicado foi de 200 kg N ha⁻¹ para ambos os momentos de aplicação da fertilização nitrogenada, fase pastagem ou fase lavoura, que nesse caso o milho.

A adubação nitrogenada dos piquetes em que o N seria aplicado na fase pastagem (Figura 3) foi realizada em cobertura, na forma de uréia (46% de N), em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ em pleno perfilhamento, em 08/05/2014, 35 dias após a semeadura, sob condições de clima e umidade favoráveis ao aproveitamento do N no sistema. Enquanto, que a adubação nitrogenada dos piquetes em que o N foi aplicado somente na fase de lavoura de grãos, foi realizada quando o milho se encontrava no estágio V5, em 13/11/2013, também em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ na forma de uréia (46% de N).

A pastagem implantada foi um consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) cv. 'BRS 139' e azevém (*Lolium multiflorum*) cv. 'Barjumbo'. A semeadura foi em sistema de plantio direto no dia 03/04/2014, com uma semeadora – adubadora e espaçamento de 0,17 m entre linhas. A densidade de semeadura foi de 100 kg de sementes ha⁻¹ para aveia preta e 25 kg de sementes ha⁻¹ para o azevém. Para adubação de base de toda área experimental foram utilizados 352 kg ha⁻¹ da formulação 2-20-18 de N-P-K.

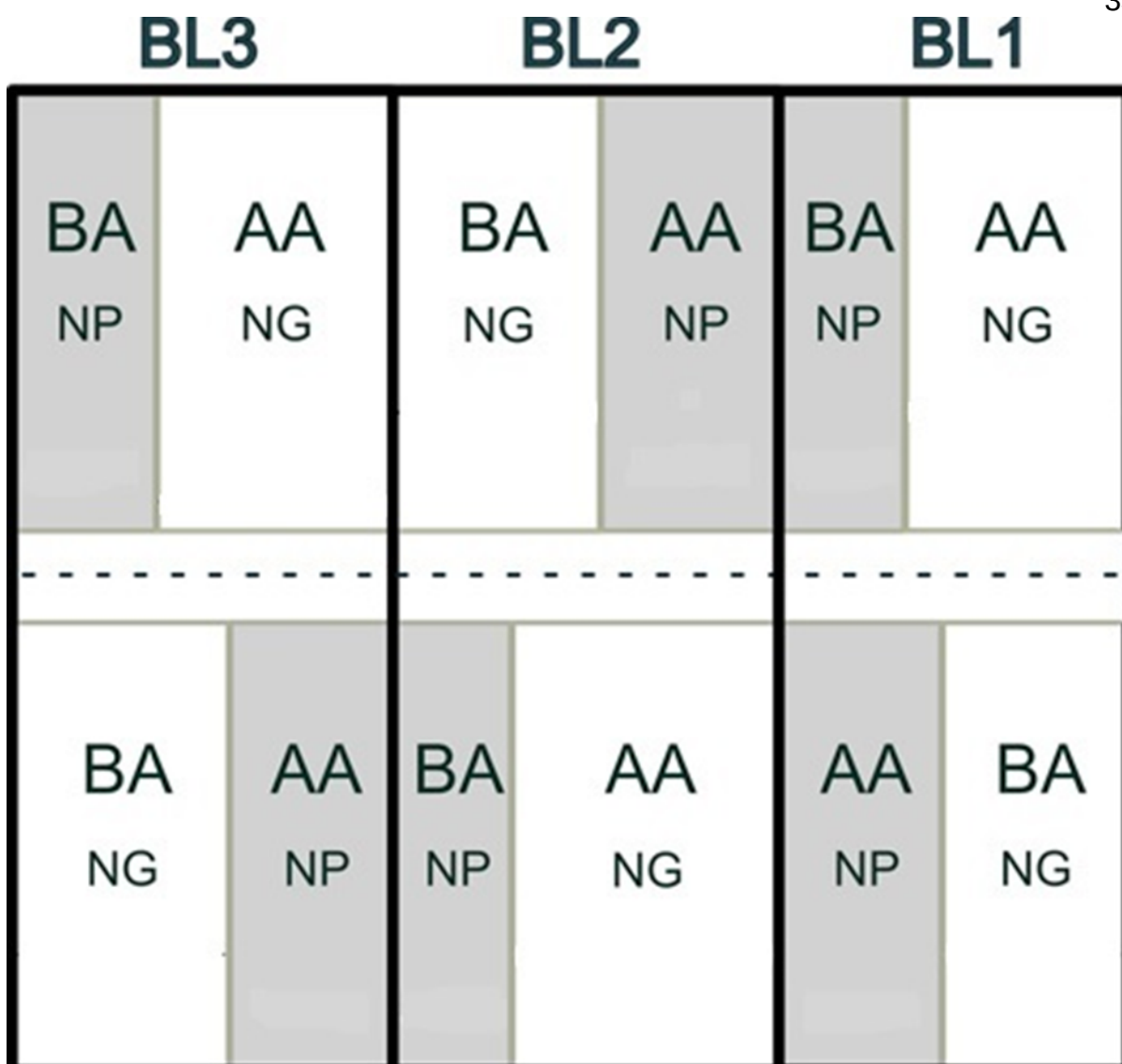


Figura 3 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.

Os animais iniciaram o pastejo em 19/05/2014, quando a altura média do pasto atingiu valor aproximado de 30 cm, sendo que o período de pastejo foi de 175 dias, até 10/11/2014.

A coleta de solo para análise química foi realizada dois dias após a retirada dos animais da área experimental da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo', em 12/11/2014.

Foi realizada uma média dos resultados de amostras de solo coletadas em cinco pontos distintos da área experimental, em profundidade de 0-20 cm. De acordo com análise de solo, os atributos químicos do solo da área experimental

apresentam os seguintes valores (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							
4,96	43,69	13,21	0,43	5,78	4,20	0,10	5,98	10,41	16,40	63,21

Laboratório de análises de solos UTFPR/IAPAR. Metodologias: M.O. por digestão úmida; P e K extraídos com solução de Mehlich⁻¹; pH em CaCl₂ 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis com KCl 1 mol L⁻¹.

A dessecação da pastagem foi realizada em 28/11/2014, 18 dias após a retirada dos animais dos piquetes, com o herbicida Gramocil na dosagem de 2,5 L ha⁻¹. A adubação de base na área foi realizada conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004), sendo utilizado 214 kg ha⁻¹ de Fosfato Monoamônico (MAP) nas linhas de semeadura e 150 kg ha⁻¹ de KCl aplicados a lanço em cobertura no mesmo dia da semeadura. A soja passou por uma inoculação de sementes com o produto comercial Master Fix numa dose de 3 mL kg⁻¹ de semente, realizada no mesmo dia da semeadura do experimento antes de ir para caixa de sementes da máquina.

A cultivar de soja “Nidera 5909” foi semeada em 28 de novembro de 2014, 18 dias após a retirada dos animais, no mesmo dia da dessecação da área na densidade de 13 sementes por metro linear. Utilizou-se um trator modelo MF 680 HD e a semeadora-adubadora, modelo Victória 3150 Stara com sete linhas de semeadura, com sistema de corte de disco simples + sulcador do tipo haste, espaçadas a 0,45 m e velocidade de trabalho de 5,5 km h⁻¹. Para colher a soja utilizou-se uma colhedora axial CASE 2799, com plataforma de 25 pés no dia 07/04/2015.

2.2.3 Teor de umidade no solo

O teor de umidade foi determinado utilizando o método gravimétrico padrão, com base na massa de solo seco em estufa à temperatura de 105 a 110 °C até atingir massa constante (EMBRAPA, 1997).

2.2.4 Variáveis estudadas

2.2.4.1 Densidade de solo

A densidade do solo foi determinada três dias após a retirada dos animais da área experimental, utilizando o método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997). Em cada piquete foram coletados oito pontos com amostras indeformadas de solo na camada de 0 – 10 cm numa profundidade de 2,5 a 7,5 cm (Figura 4). As amostras foram secas em estufa a uma temperatura de 105 a 110 °C até atingir massa constante, depois pesadas e determinado a massa de solo presente no anel. Para calcular a densidade do solo dividiu-se o valor de massa do solo seco da amostra pelo volume do anel e o resultado foi expresso em g cm^{-3} . Estes pontos foram geo referenciados utilizando um GPS RTK (Real Time Kinematic) com precisão de 3 a 5 mm, para depois repetir a avaliação nos mesmos pontos de coleta, qual foi realizada 4 dias após a colheita da soja no dia 11/04/2015.



Figura 4 – Coleta de solo com anel volumétrico para avaliação de densidade do solo.

2.2.4.2 Resistência mecânica do solo a penetração

Para registrar os valores de resistência a penetração (RP) foi utilizado um penetrômetro digital motorizado da marca DLG, Modelo PNT-2000-M,

realizando-se leituras em 16 pontos por unidade experimental, a cada 1 cm de profundidade, utilizando haste do tipo cone 2 (129 mm²). A unidade de medida de resistência à penetração do solo foi expressa em MPa. Foi avaliado o perfil de 0-40 cm, determinando os valores médios de dezesseis pontos por unidade experimental a cada 1 cm de profundidade (Figura 5). Cabe ressaltar que estes dados, não foram submetidos a análise estatística, mas gráficos ilustrativos foram construídos para comparar o comportamento dos diferentes tratamentos no perfil do solo. Também se fez necessário aferir os teores de umidade do solo no dia da coleta, devido ao fato de que o mesmo influencia na penetração da haste do equipamento alterando assim os valores de resistência. A umidade média no momento da coleta na camada 0-40 cm foi de 25,43% após a pastagem e 39,73% após a colheita da soja.



Figura 5 – Coleta de dados para avaliação da resistência mecânica do solo à penetração.

2.2.4.3 Porosidade total

A porosidade total do solo foi medida após a retirada dos animais nos piquetes e após a colheita da soja (na mesma amostragem de densidade)

exatamente nos mesmos pontos para excluir o efeito do local de amostragem dentro de piquete, utilizando uma estação total RTK (Real Time Kinematic) com precisão de 3 a 5 mm. Foi determinado a quantidade total de poros ocupados por água e/ou ar, presentes nas amostras de solo (EMBRAPA, 1997), utilizando a seguinte equação:

$$\text{Porosidade total} = 100 (a - b) / a \quad (1)$$

Sendo:

a = densidade real (2,65 g cm⁻³);

b= densidade aparente.

2.2.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às análises de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk a 5% e de homogeneidade pelo teste Bartlett. Depois de satisfeitas as pressuposições foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico R versão 3.2.2 (© 2016 The R Foundation for Statistical Computing) com o pacote ExpDes.pt. Quando os dados não apresentaram interações entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), foram analisados como efeitos simples. As médias foram comparadas pelo teste Tukey (5% de significância). Por fim também foram comparadas as variáveis densidade do solo e a porosidade total com esquema trifatorial considerando o período de avaliação como o terceiro fator, comparando a diferença existente antes e depois do cultivo da soja.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre altura de dossel e época de adubação nitrogenada, nem dos efeitos dos fatores de forma isolada ($P > 0,05$) para nenhum os parâmetros físicos do solo estudados (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo.

Causas de variação	DS_0	DS_f	Por_0	Por_f
Alt	0,68414	0,78415	0,91423	0,71837
N	0,97028	0,64993	0,68020	0,59036
Alt*N	0,53362	0,15564	0,77755	0,15793
CV %	6,74	3,07	4,56	1,79

Alt = Altura do Pasto; N= Época de adubação nitrogenada; DS_0 = Densidade do solo após pastagem; DS_f = Densidade do solo após lavoura; Por_0 = Porosidade total após pastagem; Por_f = Porosidade total após lavoura.

2.3.1 Densidade e porosidade total do solo

Em relação à densidade do solo, não foi observado interações significativas entre os fatores: intensidade de pastejo e época de adubação, nem diferença estatística significativa ($P > 0,05$), entre os níveis de cada fator, após a fase pastagem nos tratamentos avaliados (Tabela 3). A baixa densidade do solo observada no presente trabalho pode ser atribuída a uma excelente condição das plantas forrageiras que dissipam a energia proporcionada pelo pisoteio animal, bem como, pela atuação de suas raízes como agentes descompactantes (LUNARDI et al., 2008).

Tabela 3 – Densidade do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm em função de duas intensidades de pastejo e épocas de adubação nitrogenada, após o período de pastejo.

Densidade do Solo após pastagem (g cm^{-3})			
Altura de Pastejo	Densidade	Época de Adubação	Densidade
AA	1,09	NG	1,10
BA	1,11	NP	1,10
Média	1,10	Média	1,10

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grão, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem.

Os valores de densidade do solo obtidos nas avaliações não foram limitantes para o estabelecimento, desenvolvimento e rendimento da cultura (Tabela 3) visto que o solo possui 69,5 % de argila. Estudos realizados por Cintra e Mielniczuk (1983), trabalhando em um Latossolo argiloso, encontraram restrições às raízes de soja com valores de densidade de $1,30 \text{ g cm}^{-3}$. Já Arshad et al. (1996), encontraram valores de densidade do solo acima de $1,40 \text{ g cm}^{-3}$, para solos argilosos restritivos ao crescimento radicular. Secco et al. (2004) verificaram em

Latossolo Vermelho distroférico com 42,7% de argila, que para valores de densidade do solo de até $1,51 \text{ g cm}^{-3}$ não houve comprometimento do rendimento de grãos de soja. Bonini et al. (2008) estudando um Latossolo sob diversos níveis de compactação, verificaram que a densidade do solo de até $1,39 \text{ g cm}^{-3}$ não houve influência sobre a população inicial de plantas de soja.

O consórcio da aveia preta 'BRS 139' de ciclo precoce e do azevém 'Barjumbo' de ciclo tardio permitiu maior produção e longevidade da pastagem, fato que pode ser comprovado pelo período de pastejo de 175 dias (entre os dias 19/05/2014 e 10/11/2014). Como a soja foi cultivada após a fase pastagem, foi possível aproveitar a longevidade de produção do azevém 'Barjumbo' até novembro, época considerada por técnicos e produtores como a ideal para o plantio da soja na região de Abelardo Luz – SC.

Ademais, esse longo período pode ter proporcionado um acúmulo de forragem suficiente para amenizar os efeitos do pisoteio animal sobre as características físicas do solo. De fato, Bernardon (2016) em um experimento concomitante reportou alta produtividade de forragem em todas as condições (p. ex. $13.888 \text{ kg MS ha}^{-1}$ para NP e $8.558 \text{ kg MS ha}^{-1}$ para NG). Por fim, a alta produção de forragem acarreta em uma maior produção de raízes (GUEDES et al., 2011), com concomitantemente liberação de exsudatos que favorecem a estabilização de agregados (TORRES-GUERRERO et al., 2013), tornando o solo mais elástico e capaz de suportar maiores pressões sobre si.

Ao se manejar o fator intensidade de pastejo, duas alturas em diferentes tratamentos foram fixadas (BA 10 cm e AA 25 cm) e mantidas através de taxa de lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952). De modo geral, pastos mantidos baixos necessitam de um grande número de animais, fato que ainda pode ser potencializado com a presença de nitrogênio na pastagem, uma vez que o mesmo estimula a produção de forragem (BERNARDON, 2016), ainda embora haja um maior desenvolvimento radicular (LUNARDI et al., 2008).

Nesse sentido, era esperado que ocorressem diferenças entre os tratamentos aqui estudados. Onde os tratamentos com o pasto manejado a 10 cm de altura (BA) apresenta-se maior densidade do solo, uma vez que, se utilizou um maior número de animais para a manutenção do tratamento. Entretanto como as

duas alturas obedeceram critérios de manejo previamente estabelecidos como ideais para a planta forrageira estudada (PONTES et al., 2004) e o número de animais ser variável dependente da altura pretendida, não houve diferença significativa na densidade do solo (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram verificados em pastagens aveia preta + azevém mantidas em quatro alturas de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm de altura) em Latossolo Vermelho distroférico típico (FLORES et al., 2007), onde não se constatou efeito significativo das pressões de pastejo nos diferentes valores de densidade do solo realizado nas camadas 0 – 2,5; 2,5 – 5,0 e 5,0 – 10,0 cm. Esse trabalho também demonstrou que a densidade do solo não influenciou o estabelecimento e o rendimento de grãos da cultura da soja sucessora à pastagem. De forma análoga, Cassol (2003), também observou em latossolo vermelho que as diferentes intensidades de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm) não influenciaram os valores de densidade de solo após 104 dias de pastejo, com valores de 1,29; 1,39 e 1,36 g cm⁻³ nas camadas 0 – 2,5; 2,5 – 5 e 5 – 10 cm respectivamente.

Alturas de manejo muito baixas, consequência de altas pressões de pastejo e/ou de lotações acima da capacidade de suporte, podem ocasionar aumentos na densidade do solo, bem como a redução da macroporosidade até valores próximos daqueles considerados limitantes ao crescimento radicular da cultura que vem na sequência. Isso ocorre porque, quando a pastagem é colhida de forma intensa e/ou a ponto de se estabelecer algum nível de degradação, obriga os animais caminharem mais em busca de locais adequados para o pastejo (BAGGIO et al., 2009), aumentando a área pisoteada. Ademais, tal estratégia pode acarretar no aparecimento de áreas de solo descoberto, aumentando a erosão e locais sem capacidade para dissipar a pressão exercida pelos cascos dos animais (CARASSAI et al., 2011).

Pelo fato da área experimental adotar o sistema de semeadura direta nos cultivos agrícolas é muito comum observar, na literatura, que esse tipo de sistema depois de três a quatro anos aumenta o valor de densidade. Além de, aumentar a microporosidade e reduzir a macroporosidade e a porosidade total do solo, na camada superficial, quando comparada ao cultivo convencional, mesmo que sem pastejo no período de entressafra (VIEIRA; MUZILLI, 1984; CENTURION;

DEMATTE, 1985; KLEIN, 1996; HENKLAIN, 1997; STONE; SILVEIRA, 2001). Isso se justificativa pelo fato do rearranjo natural do solo, quando não é mobilizado e/ou com mobilização mínima, também pela pressão exercida pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas, sobretudo quando realizada em solos argilosos e com teores elevados de umidade.

Porém, o uso do sistema plantio direto depois de consolidado, tende a diminuir os valores de densidade do solo, pelo aumento da matéria orgânica na camada superficial, melhorando a estrutura do solo (FERNANDES et al., 1983; REEVES, 1995).

Após o cultivo da soja, não foi observado interações entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), nem efeito significativo dos fatores, de forma isolada ($P > 0,05$), em relação à densidade do solo após a fase lavoura nos tratamentos avaliados, com uma média $0,98 \text{ g cm}^{-3}$.

Tabela 4 – Densidade do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada depois do cultivo de soja.

Densidade do Solo após lavoura (g cm^{-3})			
Altura de Pastejo	Densidade	Época de Adubação	Densidade
AA	0,98	NG	0,98
BA	0,99	NP	0,99
Média	0,98	Média	0,98

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grão, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem.

Posteriormente ao cultivo da soja os valores de densidade apresentaram um decréscimo, o que pode estar relacionado ao fato de que na semeadura foi utilizado o mecanismo de haste sulcadora, onde o mesmo consegue romper de uma forma mais agressiva a primeira camada de solo, quando comparado aos discos usados na semeadura das forrageiras hibernais (MODOLO et al., 2013; TROGELLO et al., 2013). Percebe-se também que possíveis efeitos negativos do pisoteio animal são rapidamente revertidos pela cultura de grãos em sucessão (COSTA et al., 2009). Outro ponto importante se refere as boas condições em que o solo da área experimental se encontrava: solo muito argiloso com 69,5% de argila, inclinação de 7%, com relevo suave ondulado, erosão não aparente e boa drenagem, o que provavelmente possibilitou o desenvolvimento adequado da cultura da soja.

Os índices de densidade do solo em níveis aceitáveis (não limitantes para o cultivo de lavouras de verão) na camada superficial, podem ser explicados também pelo fato de o solo possuir um alto teor de matéria orgânica $43,7 \text{ g dm}^{-3}$ (FERNANDES et al., 1983; REEVES, 1995 – Tabela 1).

A matéria orgânica melhora às condições físicas através da estabilização da temperatura do solo, aumenta a capacidade de retenção de água no solo favorecendo o desenvolvimento das raízes, melhoria na estabilidade dos agregados e redução do escoamento de água superficial, diminuindo os riscos de erosão (CONCEIÇÃO et al., 2005). E também pelo fato da matéria orgânica possuir menor densidade ($< 1,00 \text{ g cm}^{-3}$) em relação aos sólidos do solo ($2,65 \text{ g cm}^{-3}$) (KLEIN, 2014).

Adicionalmente, o protocolo experimental possibilitou o cultivo de espécies que fazem grande aporte de biomassa nas duas fases do sistema (RISSI, 2015; BORTOLLI, 2016; MACARRI, 2016; BERNARDON, 2016), o que possibilita a produção de serviços ecossistêmicos essenciais, como o sequestro de CO_2 , a fertilidade do solo, qualidade da água, a biodiversidade (FRANZLUEBBERS et al., 2014), aumentando os teores de matéria orgânica e melhorando as condições físicas do solo (BLANCO-CANQUI; LAL, 2009).

Paralelo esse trabalho, Flores et al. (2007) não encontraram diferenças estatísticas significativas nos valores de densidade do solo na camada de 0-10 cm de profundidade em diferentes alturas de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm) de aveia + azevém, sendo que, após o cultivo da soja os valores também tiveram um leve decréscimo e a densidade encontrada após o período de pastejo $1,36 \text{ g cm}^{-3}$ não foi limitante para a produção de soja.

A queda dos valores de densidade após o cultivo da soja, também pode ser explicada pelo fato que o período de pastejo é a época do ciclo em que se exerce maiores pressões sobre o solo pelo pisoteio animal ($190,3 \text{ KPa}$), sendo esse $106,5\%$ maior do que a pressão exercida por um trator ($92,1 \text{ KPa}$), mesmo que haja uma grande diferença de massa entre eles (SOUSA et al., 1998), pela menor área de contato existente entre o casco e o solo, que por consequência aumenta a pressão exercida sobre ele (SOUSA et al., 1998), justificando a diferença entre os valores das Tabelas 3 e 4.

Em relação à porosidade total do solo, não foram observadas interações significativas entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), nem efeito significativo ($P>0,05$) dos fatores, após a fase pastagem nos tratamentos avaliados (Tabela 5).

Tabela 5 – Porosidade Total do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada depois do período de pastejo.

Porosidade Total do solo após pastagem ($m^3 m^{-3}$)			
Altura de Pastejo	Porosidade	Época de Adubação	Porosidade
AA	0,581	NG	0,576
BA	0,579	NP	0,583
Média	0,580	Média	0,580

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grão, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem.

Esses valores reforçam que a presença dos animais pastejando mesmo que em altas intensidades não influenciam na quantidade de poros totais presentes na camada de 0-10 cm na profundidade de 2,5-7,5 cm, justificando a não compactação do solo. Efeito semelhante em latossolo vermelho foi observado por Cassol (2003), onde as diferentes intensidades de pastejo não influenciaram na porosidade total do solo com valores de 0,52; 0,51; 0,51 $m^3 m^{-3}$ nas camadas 0-2,5; 2,5-5 e 5-10 cm respectivamente, assim como as demais propriedades físicas de solo.

Uhde et al. (1996), ao avaliarem a porosidade total do solo após dois pastejos sobre trevo subterrâneo com alta carga animal (15.000 kg de PV ha^{-1} e 16.200 kg de PV ha^{-1}) num curto intervalo de tempo (20 e 22 horas no primeiro e segundo pastejo, respectivamente), também não encontraram diferenças estatísticas significativas, porém encontraram diferenças ao avaliar a taxa de infiltração de água em áreas com e sem pastejo atribuídos ao pisoteio animal.

Após o cultivo da soja, não foi observado interações entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), nem diferença estatística significativa ($P>0,05$), em relação à porosidade total do solo analisando os efeitos simples nos tratamentos avaliados, com uma média 0,63 $m^3 m^{-3}$ (Tabela 6).

Tabela 6 – Porosidade Total do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada depois do cultivo da soja.

Porosidade Total do solo após lavoura ($m^3 m^{-3}$)			
Altura de Pastejo	Porosidade	Época de Adubação	Porosidade
AA	0,629	NG	0,630
BA	0,627	NP	0,626
Média	0,628	Média	0,628

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grão, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem.

Cassol (2003) também observou um pequeno aumento da porosidade total em uma avaliação temporal da fase pastagem para fase lavoura, mostrando que a soja pode reverter possíveis efeitos do pisoteio animal, bastante pronunciado na camada 0 – 5 cm.

Apesar do aumento da porosidade após o cultivo da soja em ambos os casos (antes e após o cultivo) os valores encontrados estão em padrões aceitáveis aos cultivos agrícolas, uma vez que o valor limite inferior de macroporosidade ou porosidade de areação é $0,10 m^3 m^{-3}$ limitante ao crescimento radicular (VOMOCIL; FLOCKER, 1966; BELTRAME et al., 1981; KLEIN, 2008; DREWRY et al., 2008). Sendo assim, como a porosidade total é a soma da macro e microporosidade (EMBRAPA, 1997; SARTORI et al., 2016) e que segundo Albuquerque et al. (2001), em plantio direto a macroporosidade representa 23,2% e a microporosidade representa um 76,8% em solo argiloso, então, estima-se que a quantidade de macroporos após a pastagem foi de $0,134 m^3 m^{-3}$ e após a fase lavoura $0,145 m^3 m^{-3}$ ambos dentro dos limites aceitáveis ao desenvolvimento das culturas de grãos.

2.3.2 Comparação de densidade e porosidade total do solo em função do período de avaliação (antes e após o cultivo da soja)

A interação tripla entre altura de dossel x época de adubação nitrogenada x período de avaliação (antes e após o cultivo da soja) não foi significativa para nenhum parâmetro físico do solo estudado ($P > 0,05$) somente houve efeito significativo do fator período de avaliação (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo.

Causas de variação	Densidade	Porosidade Total
Alt	0,5962	0,7928
N	0,8791	0,8532
Per	0,0004	0,0000
Alt*N	0,2091	0,3526
Alt*Per	0,7613	0,9631
N*Per	0,8196	0,5189
Alt*N*Per	1,0000	0,7088

Alt = Altura do Pasto; N= Época de adubação nitrogenada; Per= Período (antes e após o cultivo da cultura da soja).

O período de avaliação mostrou-se significativo e comparando as duas épocas concluiu-se que após o cultivo da soja a densidade do solo diminuiu e a porosidade total aumentou, confirmando o que já descrito anteriormente, que a fase lavoura tende a reverter o efeito de adensamento de solo ocorrido na fase pastagem (CASSOL, 2003; COSTA et al., 2009).

Cabe ressaltar que, em ambas as fases, os valores encontrados estiveram abaixo do limite que restringe o desenvolvimento e a produtividade das culturas (KLEIN; CAMARA 2007; REICHERT et al., 2009).

Tabela 8 – Comparação da Densidade e Porosidade Total do Solo na profundidade 2,5 – 7,5 cm no perfil do solo em duas intensidades de pastejo e com diferentes épocas de adubação nitrogenada antes e depois do cultivo da soja.

Densidade (g cm ⁻³) e Porosidade total (m ³ m ⁻³) antes e após o cultivo da soja			
Período de avaliação	Densidade (g cm ⁻³)	Período de avaliação	Porosidade total (m ³ m ⁻³)
Antes da soja	1,10 a	Antes da soja	58,02 b
Depois da soja	0,98 b	Depois da soja	62,86 a
Média Geral	1,04	Média Geral	60,44

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses resultados demonstram que o problema relacionado a qualidade física do solo no sistema de ILP pode ser eliminado, similar encontrado por vários autores (FIDALSKI et al., 2008; LOPES et al., 2009; CONTE et al., 2011; ANDREOLLA et al., 2014) e que o efeito do pisoteio animal pode ser reversível com a implantação das culturas de grãos sucessoras (COSTA et al., 2009). Alguns autores afirmam que a presença dos animais no sistema de produção não causam benefícios (MARCHÃO et al., 2007) nem malefícios (ARATANI et al., 2009) nas propriedades físicas do solo e que a utilização das áreas de lavoura de grãos no

verão que possuem a presença de animais pastejando no inverno não limita a produtividade das culturas (BALBINOT JUNIOR et al. 2009; KUNZ et al., 2013).

Então a grande questão é: Porque existem contrates entre os produtores e a pesquisa? Será que o manejo atualmente feito nas propriedades rurais é de uma forma eficiente? Ou será que a pesquisa não gera ferramentas fáceis de serem aplicadas no campo? Bem, isso seria um bom tema para uma outra dissertação.

2.3.3 Relação entre densidade do solo e produtividade da soja

Não se constatou efeito significativo dos tratamentos e nem interação entre os fatores analisados (intensidade de pastejo e época de adubação nitrogenada) sobre a produtividade da soja, cujo valor médio obtido foi 3820 kg ha⁻¹.

Na fase de pastagem no sistema de ILP surge uma alegação dita por produtores e técnicos, de que o pisoteio animal diminui a produtividade das culturas agrícolas em sucessão (CARVALHO et al., 2005) especialmente pelo fato do pastejo ser realizado em épocas mais chuvosas do ano. Sendo que o efeito mais pronunciado é verificado na camada mais superficial do solo 0-10 cm (COSTA et al., 2009). Diferentemente do que escrito acima, esse trabalho mostra que mesmo com pastejos mais intensos (com altura de pastejo 10,7 cm e carga animal de 935 kg de PV ha⁻¹) a densidade do solo ocasionada pelo pisoteio animal, não se mostra limitante para produção de grãos subsequentes.

De acordo com Flores et al. (2007), em pastagem de aveia consorciada com azevém, a presença de bovinos ocasionou pequeno aumento na densidade do solo, na camada superficial, comparativamente à área não pastejada, porém isso não resultou em redução do rendimento da cultura de soja semeada em sucessão, comprovando que o pisoteio bovino não causou compactação em níveis prejudiciais. Trentin (2015), avaliando a produtividade de soja em duas safras em solo submetido a diferentes níveis de compactação ocasionados pelo tráfego de máquinas em Latossolo vermelho distrófico, não observou influência da densidade sobre o rendimento da cultura, cujos valores foram 1,16 g cm⁻³ sem tráfego, 1,20 g cm⁻³ duas passadas com o trator, 1,22 g cm⁻³ quatro e 1,26 g cm⁻³ seis passadas. Silva et al.

(2006), concluíram que não há redução no crescimento da parte aérea da cultura da soja em densidade não superior a $1,40 \text{ g cm}^{-3}$.

O bom regime hídrico ocorrido durante a safra (Figura 2), contribuiu para a falta de resposta dos tratamentos sobre a produtividade. Todavia, se fosse em anos com baixas precipitações e o solo permanece com menor teor de água, reduzindo a disponibilidade para as plantas, aumentaria a resistência do solo ao crescimento de raízes, diminuindo o rendimento final. A presença de estruturas compactadas diminui a exploração do sistema radicular da soja (CARDOSO et al., 2006) e considerando que o secamento do solo ocorre desde a superfície, seria esperada diminuição do rendimento das culturas em anos de veranico, sobre solos adensados.

Diversos autores indicam que a compactação do solo diminui o crescimento radicular das plantas de soja, no entanto, é possível que a redução de volume de solo explorado pelas raízes, não seja suficiente para restringir o suprimento de água e nutrientes da parte aérea das plantas, mantendo boa produtividade da cultura (CENTURION et al., 2006; GIAROLA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; TRENTIN 2015).

Fato que deve ser considerado é que em solos de alto histórico de plantio direto, onde não há nenhum tipo de revolvimento, pode ocorrer um gradiente de fertilidade muito acentuado no perfil do solo (BAYER; BERTOL, 1999; BAYER et al., 2000; AMADO et al., 2001), em que a maior concentração de matéria orgânica e nutrientes e aumento de pH estão na camada de 0-5 cm (CIOTTA et al., 2002) e abaixo de 20 cm de profundidade os teores de nutrientes, especialmente Ca e Mg estão muito baixos, assim como, a presença de Al e Mn. Como os nutrientes são transportados nas plantas pelo fluxo de massa que está associado ao gradiente de potencial hídrico provocado pela absorção de água (SILVA et al., 1998), interceptação radicular e difusão (OLIVEIRA et al., 2004), poderia ocorrer deficiência mineral das plantas em situações de veranico, pois a água absorvida não contém nutrientes para nutrir as plantas e as raízes encontrariam se em menores quantidades e mais superficiais.

Ao avaliarem a produção de raízes da soja na camada de 0-25 cm não se observou interação entre os fatores (intensidade de pastejo x época de adubação

nitrogenada) e nem diferenças significativas entre os tratamentos avaliados com média de massa de 1,77 g e volume de 7,65 cm³ de raiz por planta (SCHMALZ et al., 2016).

Rosolem et al. (1994), encontraram maior concentração de raízes em plantas de soja na camada de 0-15 cm em um Latossolo Vermelho arenoso na densidade de 1,72 g cm⁻³. Já Moraes et al. (1995) verificaram que o desenvolvimento vertical das raízes das plantas de soja ficou impedido quando a densidade era de 1,23 g cm⁻³, num Latossolo Roxo de textura argilosa. Para Alvarenga et al. (1996), a densidade entre 1,27 e 1,57 g cm⁻³ é restritiva ao desenvolvimento das raízes das plantas, sendo dependente da classe textural e do teor de matéria orgânica do solo.

Resultados semelhantes ao presente trabalho foram encontrados por Secco et al. (2009), trabalhando em Latossolo Vermelho, pois não constataram efeito na produtividade de soja sobre os diferentes níveis de compactação avaliados, com densidades do solo variando entre 1,38 e 1,55 g cm⁻³, utilizando haste sulcadora na profundidade de 10 cm. Porém encontraram redução no rendimento de trigo e milho. Isso mostra que a cultura da soja é menos susceptível a perdas de produção oriundas da compactação do solo em relação a essas duas gramíneas e que o uso da haste sulcadora se mostrou eficiente no desenvolvimento da soja.

2.3.4 Resistência mecânica do solo a penetração

Os maiores valores de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) após a fase pastagem foram observados na camada de 5 – 7 cm de profundidade com valores variando de 4,68 MPa para AA NP; 4,55 MPa para BA NP; 4,13 MPa para AA NG e 5,04 MPa para BA NG (Figura 6), com umidade média (camada 0-40 cm) de 25,4%. Nas demais camadas de profundidades de solo avaliadas, todos os tratamentos apresentaram uma diminuição de valores, apontando a camada de 0 – 10 cm como a mais afetada pelos animais. Essa avaliação, mostra que aparentemente as camadas mais profundas são menos densas ou mais úmidas o que pode facilitar a penetração da haste.

Entretanto, esta magnitude da RMSP não chega a refletir na produtividade na cultura da soja subsequente ao período de pastejo, além disso,

este aumento da RMSP na camada superficial do solo, em função da maior carga animal e intensidade de pastejo, pode ser reversível com uso de operações na semeadura em linha ou agentes naturais.

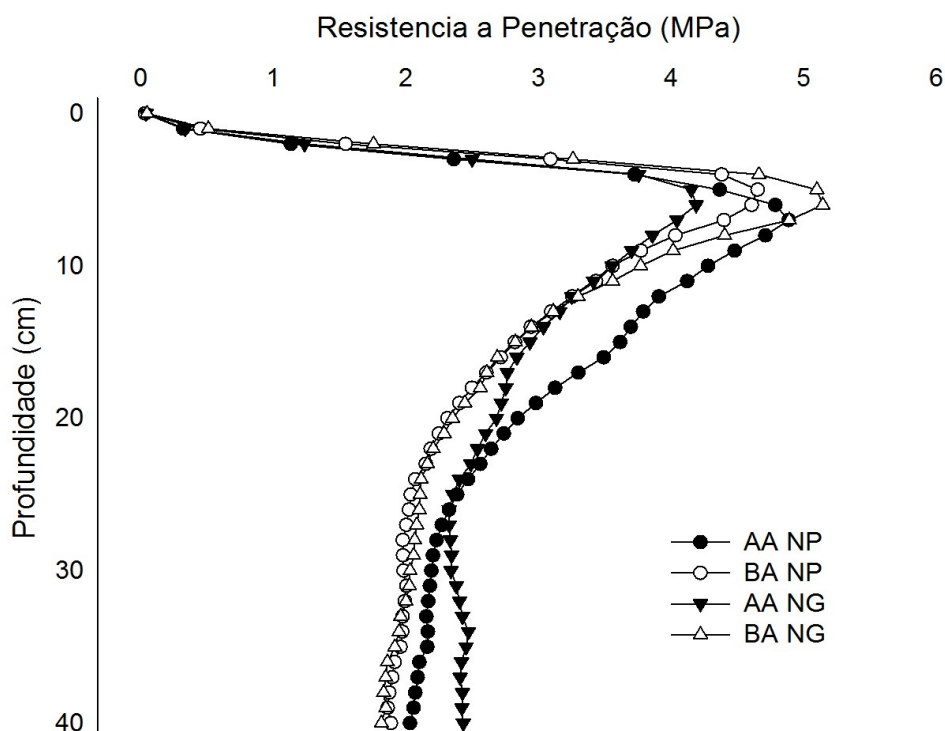


Figura 6 – Resistência mecânica a penetração de solos após a pastagem de aveia preta + azevém, Abelardo Luz – SC 2014 - (Umidade 25,43 %). (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

Os valores de resistência a penetração encontrados estão acima dos ditos como limitantes na literatura. Lima et al. (2010) estudando a produtividade das culturas soja e feijão em Argissolo Vermelho, indicam que o valor de resistência à penetração de aproximadamente 1,9 MPa é considerado crítico ao crescimento e produtividade de grãos. Já Petean et al. (2010) e Andreolla et al. (2015), consideram 2,5 MPa como o valor limitante ao crescimento radicular em solos argilosos. Carvalho et al. (2012), dizem que em sistema plantio direto onde os solos não revolvidos anualmente são toleráveis valores de resistência até 4 MPa, devido à permanência e continuidade de poros, atividade biológica mais ativa e maior estabilidade de agregados.

Ao avaliarem o efeito da compactação do solo na produtividade de quatro cultivares de soja em Latossolo Vermelho, Beutler et al. (2006) observaram que a partir dos valores de resistência do solo à penetração de 2,24 a 2,97 MPa

apresentaram decréscimo.

Os valores de referência são muito variáveis, e na maioria dos casos os autores não citam a condição de umidade em que o mesmo se encontrava. A manutenção da umidade do solo reduz a resistência à penetração, mas ao mesmo tempo pode aumentar a suscetibilidade à compactação, pela redução na capacidade de suporte de carga (SILVA et al., 2002). Assim, para uma mesma densidade, o solo pode ter diferentes resistências à penetração devido as diferenças na umidade do solo (SILVA et al., 2014), mostrando que esse método apresenta algumas limitações de uso. Isso significa que nas camadas mais profundas onde apresenta-se menores valores de resistência, não necessariamente o solo é menos denso, e sim pode ser mais úmido, o que facilita a penetração da haste e diminui o valor de leitura.

A principal característica da avaliação de resistência a penetração é que essa metodologia simula como a raiz se desenvolve, então, o sistema radicular de uma planta pode apresentar deformações no seu crescimento não necessariamente pelo solo estar adensado, e sim por que durante o desenvolvimento da lavoura as plantas passaram por períodos de estiagem, o que dá a má formação das raízes pela falta de umidade suficiente para a penetração, deixando-as mais superficiais e com problemas anatômicos.

Após o cultivo da soja os valores apresentaram um decréscimo geral. A camada que apresentou maiores valores também foi a de 5 – 7 cm sendo 2,38 MPa para AA NP; 2,80 MPa para BA NP; 2,32 MPa para AA NG e 2,92 MPa para BA NG (Figura 7) com umidade média em todas as camadas de 39,7 %. Nas demais camadas os valores apresentaram decréscimo, porém com poucas variações.

Esses valores mostram a eficiência na redução dos valores de resistência à penetração, oriundas da fase pastagem pela fase lavoura. O uso da haste sulcadora realizada na implantação da soja, assim como o seu cultivo, são agentes que reduzem esses valores. Vale lembrar que o teor de umidade no solo foi maior depois do cultivo da soja em relação à coleta realizada após a pastagem, sendo assim, como o solo está mais úmido os valores diminuiriam pois a umidade atua como um “lubrificante” da haste do equipamento facilitando sua penetração, fazendo-se necessário criar um fator de correção que padronize a umidade, que seja possível a comparação entre períodos.

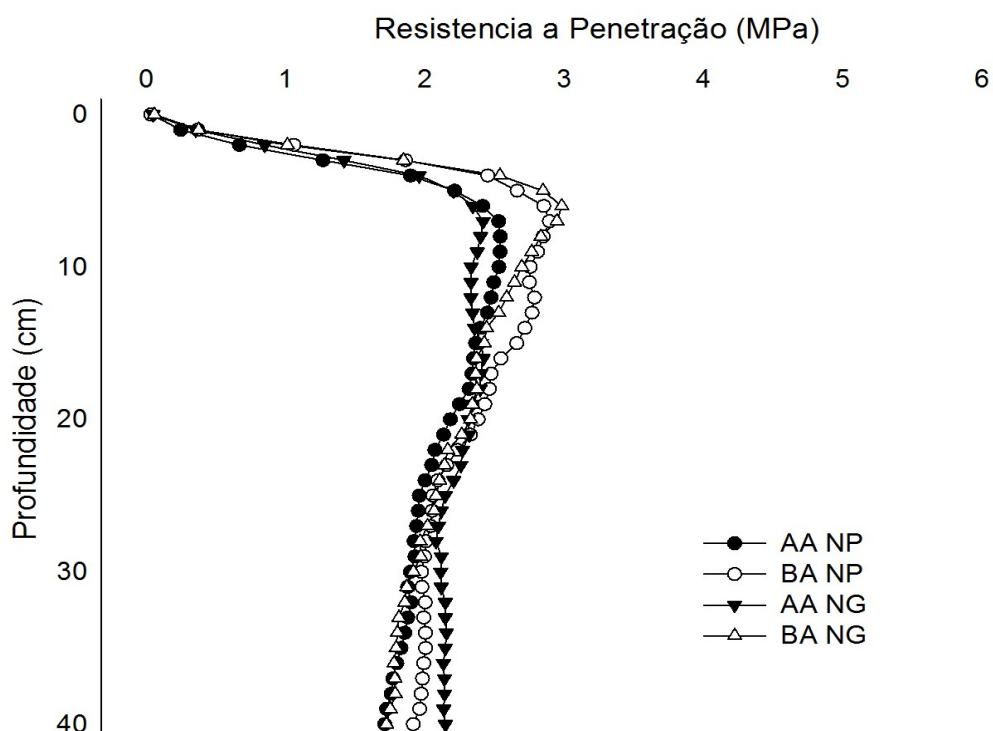


Figura 7 – Resistência a penetração após a colheita da soja, Abelardo Luz – SC 2015. (Umidade 39,73%). (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

A diferença de valores existentes entre os tratamentos AANP e AANG em relação aos tratamentos BANP e BANG na camada de 5 – 7 cm, pode ser explicada pelo fato de que na AA, ocorra uma maior conservação e concentração de umidade, o que pode facilitar a penetração da haste (SILVA et al., 2014), e assim como, uma maior produção de raízes que atuam como agente descompactante do solo (GUEDES et al., 2011) quando comparado a BA.

Apesar do uso de mecanismos como a haste sulcadora, uma vez que os mesmos apresentam maior capacidade de aprofundamento e de mobilização do solo, melhorando o desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas, quando comparados ao sulcador do tipo disco (GERMINO; BENEZ, 2006) os maiores valores de resistência à penetração apresentaram-se nas camadas superficiais, isso se mostra pela característica de solos manejados plantio direto, onde o efeito das tensões geradas pelo tráfego de máquinas e implementos é dissipado nas camadas superficiais (SECCO et al., 2004, BEUTLER et al., 2006; BONINI et al., 2008).

Os resultados encontrados, de que o pisoteio animal promove aumento da densidade, ainda que não significativo, e a diminuição da macroporosidade e da

porosidade total, na primeira camada de solo, concordam com a literatura (TREIN et al. 1991; MORAES; LUSTOSA, 1997; GAGGERO, 1998; SALTON et al., 2002; FLORES, 2004), no ponto em que essas alterações se concentram até a profundidade de 7 cm.

Em trabalho feito por Flores, (2004) evidencia-se que áreas sem pastejo apresentaram menores valores de densidade do solo e resistência à penetração e maiores valores de porosidade total em relação a áreas com pastejo, porém esses valores se concentram até a profundidade de 5 cm, sendo que ao aprofundar nas próximas camadas os valores se igualam, mostrando assim que a primeira camada de solo é a mais afetada pela presença dos animais.

A definição de quais atributos considerar quando se quer caracterizar um solo compactado não é precisa, o que permite muitas discussões, especialmente em relação às metodologias de análises (CASSOL, 2003). De forma igual é visto no presente trabalho, pois não existem valores padronizados na literatura para todas as variáveis analisadas, no entanto, sabe-se claramente que a compactação do solo promove um aumento da densidade e da resistência mecânica a penetração e reduz a porosidade total, assim como a posição geográfica e os teores de umidade alteram os valores.

2.4 CONCLUSÕES

Estratégias de altura de manejo e época de adubação nitrogenada durante a fase pastagem aparentemente não influenciam as propriedades físicas do solo e a produtividade de grãos durante a fase lavoura em sistemas de integração lavoura – pecuária.

Após o cultivo da soja os valores de densidade apresentaram um pequeno decréscimo com uma média de $0,98 \text{ g cm}^{-3}$, percebe-se que possíveis efeitos negativos do pisoteio animal são revertidos pela cultura de grãos em sucessão.

Os maiores valores de resistência mecânica do solo a penetração são observados na camada 5 – 7 cm.

3 VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA

RESUMO

TATTO, Wilson Henrique. **Altura de pasto e adubação nitrogenada podem afetar os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura – pecuária?**. 194 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017

Resumo: Avaliou-se a variabilidade dos atributos físicos do solo em função da sua posição do relevo em experimento conduzido sob a influência de manejo na altura do pasto com diferentes épocas de adubação nitrogenada no sistema de integração lavoura pecuária (ILP). O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC em área de Latossolo bruno distrófico típico. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. Os fatores foram altura de pasto (25 e 10 cm) e época de adubação nitrogenada (NP – N aplicado na fase pastagem e NG – N aplicado na fase lavoura antecessora a pastagem) na dose de 200 kg N ha⁻¹ aplicados em cobertura sem parcelamento. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável de bovinos de corte e a cultura antecessora à pastagem foi o milho. A pastagem foi um consórcio de aveia preta 'BRS 139' + azevém 'Barjumbo' e a cultura sucessora foi a soja, cv. 'NS 5909'. As variáveis avaliadas foram: umidade, densidade e porosidade total do solo. As coletas de dados foram feitas após o período de pastejo e repetidas após o cultivo da soja nos mesmos locais. Para isso, utilizou-se na marcação dos pontos um GPS RTK de precisão 3 a 5 mm. Foram coletadas oito amostras por piquete. A densidade e porosidade total do solo foram feitas na camada de 2,5 – 7,5 cm de profundidade utilizando-se cilindros volumétricos, após, secas a 105 °C até atingir peso constante, calculada a massa de solo e a área de poros presentes no anel. Não foram analisadas as interações entre os fatores e a significância dos efeitos simples, foi somente comparado o comportamento dos atributos físicos dos pontos georreferenciados dependendo de sua posição geográfica no relevo. Os pontos de maiores cotas 860,7 – 868,8 m apresentam valores de densidade, após a fase pastagem, de 1,02 – 1,07 g cm⁻³ e os de menores cotas 853,0 – 856,8 m variaram de 1,11 – 1,20 g cm⁻³. Já a porosidade total apresentou valores de 54,56 – 56 % ou 0,54 – 0,56 m³ m⁻³ nas menores cotas e 60,32 – 61,7 % ou 0,60 – 0,61 m³ m⁻³ nas maiores cotas, após o período de pastejo. Após o cultivo da soja, a densidade e a porosidade total do solo apresentou comportamento semelhante ao observado após o período de pastejo quanto sua variabilidade espacial. Observa-se que nos pontos mais elevados do relevo há maior umidade, pelo fato de apresentar menor densidade e maior porosidade em relação a áreas de baixada. Solos bem drenados foram mais resistentes ao pisoteio, ao mesmo tempo que solos moderadamente drenados foram mais susceptíveis.

Palavras-chave: Heterogeneidade. Posição geográfica. Qualidade física do solo.

ABSTRACT

TATTO, Wilson Henrique. **Can pasture height and nitrogen fertilization affect soil physical elements, planting and soybean production in Crop Livestock Systems?**. 194 f. Dissertation (Masters os Scence – Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2017.

The variability of soil physical attributes was evaluated according to its position on the relief in an experiment conducted to evaluate the influence of grazing heights and different nitrogen fertilization periods, in an integrated crop-livestock system (ICLS). The experiment was carried out in Abelardo Luz/SC, Brazil, in a Latosol. Treatments were applied following a complete randomized block design, in a factorial scheme (2x2), with three replications. The factors were pasture heights (25 and 10 cm, in a continuous stocking) and nitrogen fertilization periods (200 kg N ha⁻¹ applied at the beginning of the pasture-stage (NP) or at the beginning of the crop-stage, prior pasture-stage (NG). The grazing heights were regulated by variable stocking with beef cattle and the antecessor crop was maize (*Zea mays* L.). The pastures consisted of an intercropping between black oat (*Avena strigosa* Schum.) cv. 'BRS 139' and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. 'Barjumbo' and the successor crop was soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. 'NS 5909'. Therefore, during the experimental period, three different cultivations were applied in succession (maize – pasture – soybean). The following variables were analyzed: soil moisture, density and total porosity. Data were collected after pasture-stage and after crop-stage in succession (soybean) at the same sites, using a GPS (RTK; 3 – 5 mm precision), in eight point per paddock. The porosity and soil density were evaluated in the 2.5 – 7.5 cm layer, using volumetric cylinders. Data were analyzed from georeferenced points, depending on their geographical position in the relief. The highest points (range 860.7-868.8 m a.s.l.) showed density values after the pasture of 1.02 – 1.07 g cm⁻³ and the lowest ones (range 853.0 – 856.8 m a.s.l.) 1.11 – 1.20 g cm⁻³. On the other hand, the porosity presented values ranging from 54.5 – 56% (0.54 – 0.56 m³ m⁻³) in lower altitudes to 60.3 – 61.7% (0.60 – 0.61 m³ m⁻³), after the grazing period. After the soybean cultivation, the soil density and total porosity had a similar behavior to that observed after the grazing period, as well as its spatial variability. It was observed that higher points in the relief had greater humidity, relative to lowland areas. Well-drained soils were more resistant to trampling, while moderately drained soils were more susceptible.

Keywords: Geographic position. Heterogeneity. Physical soil quality.

3.1 INTRODUÇÃO

A utilização de sistemas integrados de produção agropecuária rotacionando lavouras para produção de grãos e pastagens para a produção animal é uma estratégia para o aumento da produção de alimentos tecnicamente e economicamente viável, pois melhora a eficiência energética e conservação ambiental (MACEDO, 2009).

Porém, a grande maioria dos produtores ainda têm um pensamento conservador trazido como herança de épocas em que predominava o uso de agricultura convencional, em que se utilizava o preparo do solo, aliado ao uso incorreto de lotações excessivas na rotação com a pecuária (MORAES; LUSTOSA, 1997). Pois, a justificativa dita por eles é que nesse tipo de sistema os animais ali presentes compactam as áreas destinadas à produção de grãos, limitando o desenvolvimento e a produtividade das lavouras em sucessão (CARVALHO et al., 2005), principalmente na camada de solo 0-10 cm (COSTA et al., 2009). Porém pesquisas recentes sobre a qualidade física do solo em sistemas ILP demonstram que essa justificativa não se confirma (FIDALSKI et al., 2008; LOPES et al., 2009; CONTE et al., 2011; ANDREOLLA et al., 2014) e que o efeito do pisoteio animal é temporário e reversível com a implantação das culturas sucessoras (COSTA et al., 2009).

Atualmente extensas áreas agrícolas vêm sendo tratadas de maneira uniforme independentemente do sistema de produção agrícola utilizado, utilizando como banco de dados e recomendações baseadas em poucas amostras de solos (MCBRATNEY; PRINGLE, 1998).

Nesse sentido, devesse tratar a variabilidade dos recursos sob a superfície do solo de uma maneira diferente, pois suas propriedades físicas e químicas são extremamente heterogêneas (FORSYTHE, 1970), devendo ser procedida à quantificação do padrão de distribuição e escala de variação dos atributos (SALTON; CARVALHO, 2007).

A heterogeneidade do pastejo pode ser afetada pela taxa de lotação, bem como, a movimentação espacial e temporal dos animais na área pastoril, que

por sua vez, são influenciados pela disposição de cercas, água e sombra (SALTON; CARVALHO, 2007), qualidade e oferta de forragem e topografia.

Dependendo da posição geográfica do relevo, existem diferenças na distribuição de água e nutrientes no solo, que por consequência, afeta os atributos físicos do mesmo, e influencia o desenvolvimento e produtividade das plantas dos sistemas agropecuários.

Dessa maneira, faz-se necessário estudar a heterogeneidade e a variabilidade espacial dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas integrados de produção. Para tanto, é possível avaliar estas, com a utilização de ferramentas de geoprocessamento e geoestatística, como novas propostas tecnológicas de aplicação na agricultura (TSCHIEDEL; FERREIRA, 2002), pois possibilitam identificar as variações no relevo.

A experimentação agrícola tem como princípio básico a casualização, repetição e controle local, baseados na aleatoriedade da variabilidade do solo (PEARCE, 1983). No entanto, nos dias de hoje se sabe que esta não é aleatória, porém que obedece à correlação ou dependência espacial. Isto é muito relevante em pesquisas de sistemas integrados de produção, pois cada vez mais são testados tratamentos com menores contrastes e cujo desenvolvimento incorre em aumentar a variabilidade de atributos do solo (SALTON; CARVALHO, 2007).

Fundamentado na hipótese que existem diferentes comportamentos da qualidade física do solo dependendo do manejo adotado na fase pastagem, que por consequência, predita a heterogeneidade de pastejo o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos atributos físicos do solo dependo da posição geográfica no relevo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC, em área pertencente à Fazenda Pacheco, coordenadas 26° 31' S e 51° 35' W e com

altitude média de 850 m. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido), segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014). O solo da área é classificado como Latossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2013) com textura muito argilosa e relevo suave ondulado (Figura 8).

A área experimental possui 14 ha, onde, desde 2012 vem sendo conduzido um experimento com integração lavoura – pecuária sob plantio direto. Os ciclos de cultivo anteriores ao presente estudo foram sorgo forrageiro, aveia preta, milho e consórcio de aveia preta + azevém (RISSI, 2015; BORTOLLI, 2016; MACARRI, 2016; BERNARDON, 2016).

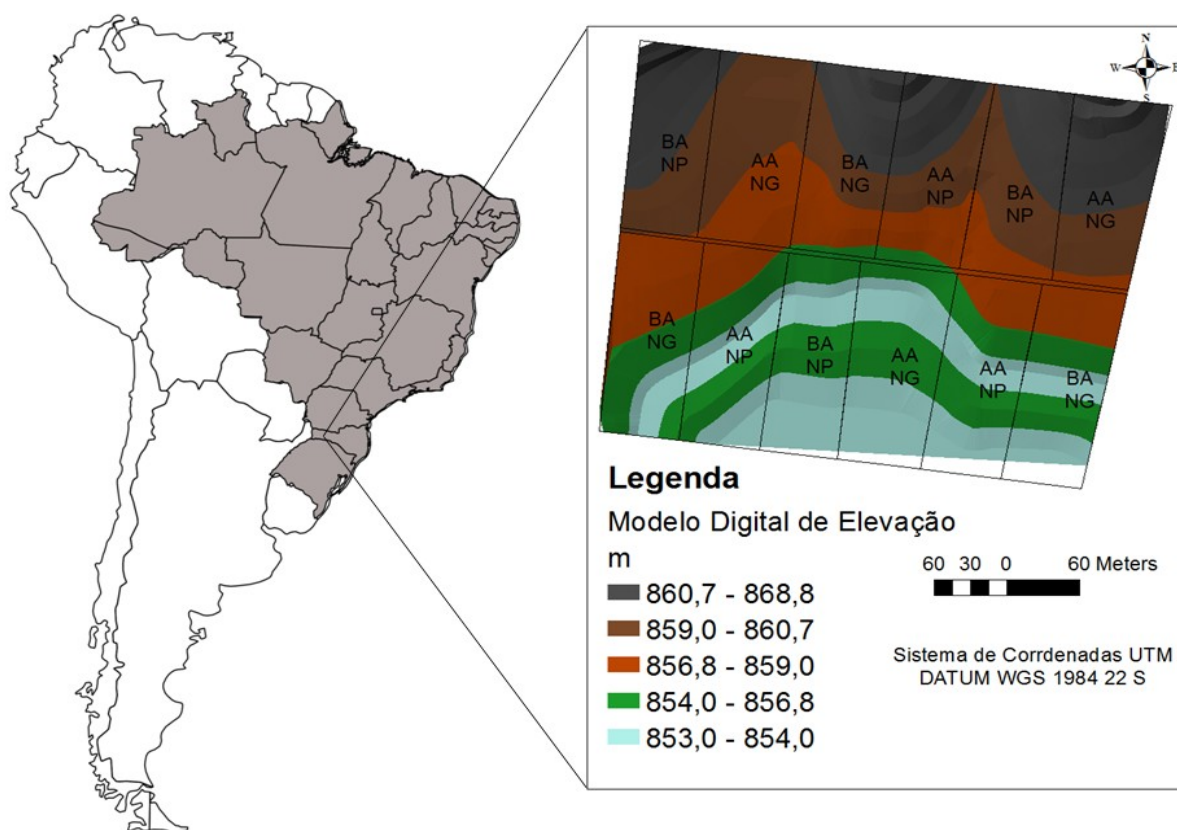


Figura 8 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.

Os meses que registraram menores precipitações pluviométricas durante o período de pastejo foram julho, agosto e outubro com valores de 124,2, 150,2 e 119,2 mm respectivamente, enquanto que o mês de junho apresentou o maior índice pluviométrico, cerca de 590,3 mm. Os meses mais frios ocorreram entre maio e agosto com temperaturas médias de cerca de 12,7 °C, enquanto com meses mais quentes foram março e outubro onde as temperaturas ficaram acima dos 18 °C. Durante a fase lavoura os meses que registraram menores precipitações

pluviométricas foram março e abril (70,9 e 15,6 mm) respectivamente, porém este último foi o mês de colheita da cultura, o que possibilitou melhores condições de trabalho, já o mês mais chuvoso foi janeiro, com registro de 273,2 mm, época de pleno desenvolvimento da soja. O mês com menor temperatura foi abril cerca de 12,5 °C, enquanto que o mês com maior foi janeiro, onde a temperatura média alcançou 21,1 °C (Figura 9), em todos os meses as precipitações foram bem distribuídas com poucas incidências de chuvas localizadas no decorrer dos dias.

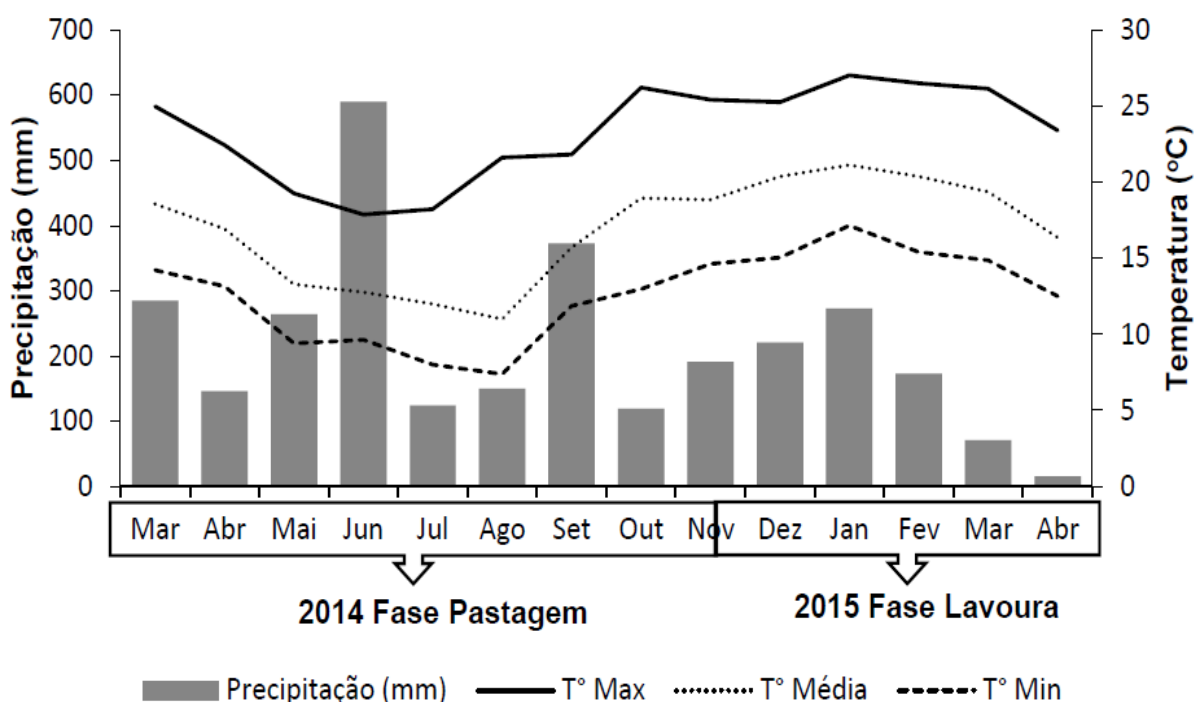


Figura 9 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).

3.2.2 Montagem e condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso e os tratamentos aplicados em arranjo fatorial (2 x 2), com três repetições. A área dos piquetes foi determinada de acordo com os tratamentos, variando de 7.427 m² à 16.228 m² totalizando 12 unidades experimentais (Figura 10). Os tratamentos foram aplicados na fase que antecedeu a soja, ou seja, na fase da pastagem. Os fatores foram compostos de duas intensidades de pastejo e de duas épocas de aplicação de nitrogênio.

As intensidades de pastejo (alta altura e baixa altura de dossel) pretendidas foram de 25 e 10 cm e as médias das alturas reais, durante todo o período experimental, foram de 23,7 e 10,7 cm, para alta e baixa altura, respectivamente. As alturas dos pastos foram reguladas por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952). Para tanto, foram utilizados bovinos oriundos do cruzamento entre as raças Nelore e Charolês de peso médio inicial de 280 kg PV e uma carga animal média para NG e NP de 693 e 935 kg de PV ha⁻¹ e 869 e 758 kg de PV ha⁻¹ para BA e AA respectivamente.

O segundo fator foi constituído por épocas de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem antecessora à soja (NP) ou N aplicado na cultura de grãos, antecessora à pastagem (NG), na dose de 200 kg de N ha⁻¹. A cultura de grãos antecessora à pastagem foi o híbrido comercial de milho Maximus da empresa Syngenta. Desta forma a cultura da soja não recebeu aplicação de N em nenhum dos tratamentos, como trata-se de um trabalho de longo prazo e com programa de rotação de culturas previamente definido, e que esta dissertação engloba apenas dois cultivos (pastagem de aveia preta mais azevém) e soja, a quantidade de N aplicado no tratamento NG considerando apenas esses dois cultivos, foi zero, e no tratamento NP foi de 200 kg N ha⁻¹. Se considerarmos o cultivo de milho, anterior à fase pastagem que recebeu zero (milho – NP) ou 200 kg N ha⁻¹ (milho – NG), o total de N aplicado foi de 200 kg N ha⁻¹ para ambos momentos de aplicação da fertilização nitrogenada, fase pastagem ou fase lavoura que nesse caso o milho.

A adubação nitrogenada dos piquetes em que o N seria aplicado na fase pastagem (Figura 10) foi realizada em cobertura, na forma de uréia (46% de N), em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ em pleno perfilhamento, em 08/05/2014, 35 dias após a semeadura, sob condições de clima e umidade favoráveis ao aproveitamento do N no sistema. Enquanto que a adubação nitrogenada dos piquetes em que o N foi aplicado somente na fase de lavoura de grãos, foi realizada quando o milho se encontrava no estágio V5, em 13/11/2013, também em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ na forma de uréia (46% de N).

A pastagem implantada foi um consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) cv. 'BRS 139' e azevém (*Lolium multiflorum*) cv. 'Barjumbo'. A semeadura

foi em sistema de plantio direto no dia 03/04/2014, com uma semeadora – adubadora e espaçamento de 0,17 m entre linhas. A densidade de semeadura foi de 100 kg de sementes ha⁻¹ para aveia preta e 25 kg de sementes ha⁻¹ para o azevém. Para adubação de base de toda área experimental foram utilizados 352 kg ha⁻¹ da formulação 2-20-18 de N-P-K.

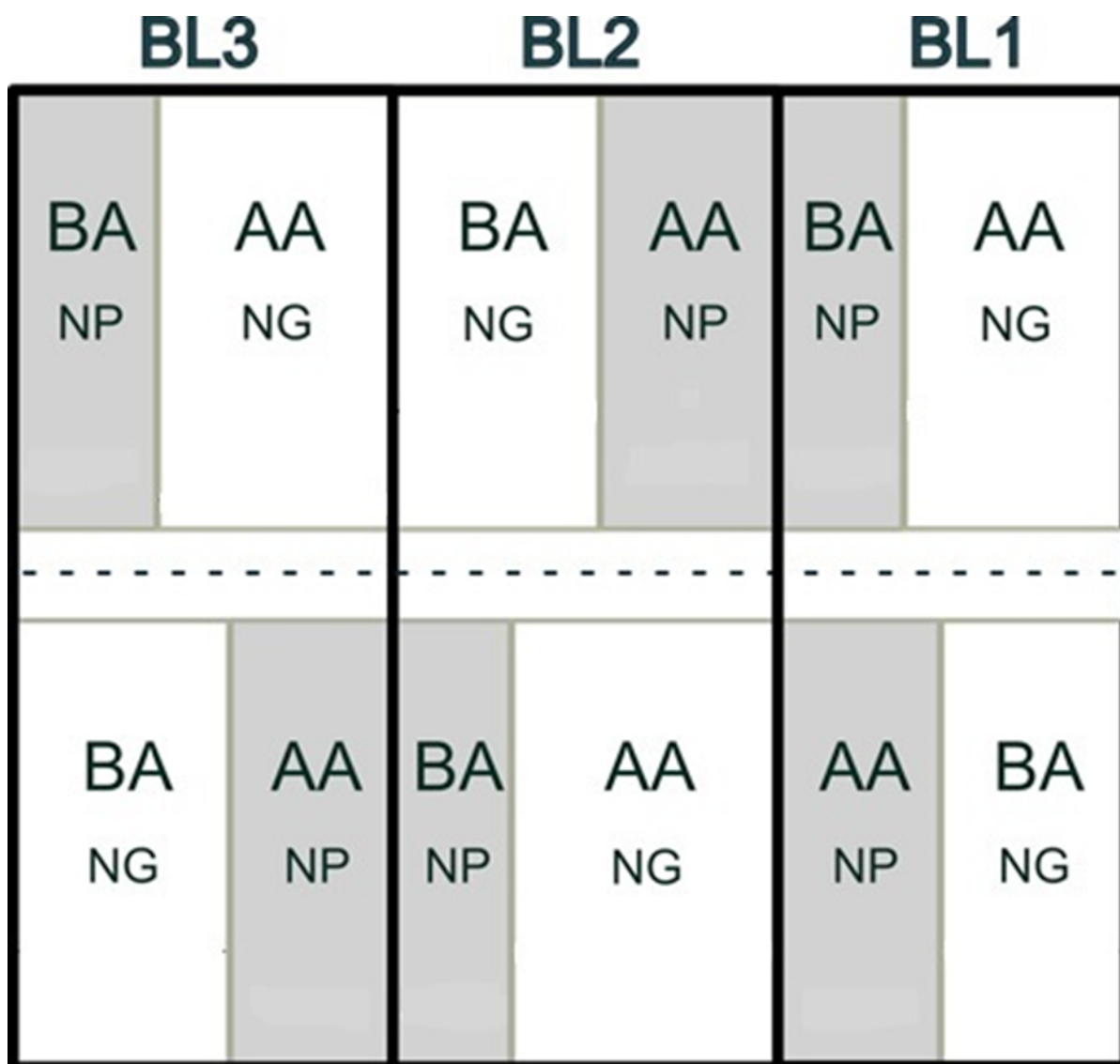


Figura 10 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.

Os animais iniciaram o pastejo em 19/05/2014, quando a altura média do pasto atingiu valor aproximado de 30 cm, sendo que o período de pastejo foi de 175 dias, até 10/11/2014.

A coleta de solo para análise química foi realizada dois dias depois da retirada dos animais da área experimental da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' antes da semeadura da soja NS 5909, em 12/11/2014.

Foi realizada uma média dos resultados de amostras de solo coletadas em cinco pontos distintos da área experimental, em profundidade de 0-20 cm. De acordo com análise de solo, os atributos químicos do solo da área experimental apresentam os seguintes valores (Tabela 9).

Tabela 9 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							
										%
4,96	43,69	13,21	0,43	5,78	4,20	0,10	5,98	10,41	16,40	63,21

Laboratório de análises de solos UTFPR/IAPAR. Metodologias: M.O. por digestão úmida; P e K extraídos com solução de Mehlich⁻¹; pH em CaCl₂ 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis com KCl 1 mol L⁻¹.

A dessecação da pastagem foi realizada em 28/11/2014, ou seja, 18 dias após a retirada dos animais dos piquetes, com o herbicida Gramocil na dosagem de 2,5 L ha⁻¹. A adubação de base na área foi realizada conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004), sendo utilizado 214 kg ha⁻¹ de Fosfato Monoamônico (MAP) nas linhas de semeadura e 150 kg ha⁻¹ de KCl aplicados a lanço em cobertura no mesmo dia da semeadura. A soja passou por uma inoculação de sementes com o produto comercial Master Fix numa dose de 3 mL kg⁻¹ de semente, realizada no mesmo dia da semeadura do experimento antes de ir para caixa de sementes da máquina.

A cultivar de soja "Nidera 5909" foi semeada em 28 de novembro de 2014, 18 dias após a remoção dos animais, no mesmo dia da dessecação da área na densidade de 13 sementes por metro linear. Utilizou-se um trator modelo MF 680 HD e a semeadora – adubadora, modelo Victória 3150 Stara com sete linhas de semeadura, com sistema de corte de disco simples + sulcador do tipo facão, espaçadas a 0,45 m e velocidade de trabalho de 5,5 km h⁻¹. Para colher a soja utilizou-se uma colhedora axial CASE 2799 com plataforma de 25 pés no dia 07/04/2015.

3.2.3 Coleta dos pontos geo-referenciados

Os pontos amostrados tiveram suas coordenadas geográficas e sua cota coletada utilizando GPS do tipo RTK com precisão de 3 a 5 mm. Foi utilizado o sistema de coordenadas UTM e o DATUM WGS 1984 22S.

Os dados de cota foram utilizados para geração das curvas de nível e para caracterização do relevo utilizando o método de interpolação TIN (Triangulated Irregular Network).

Os pontos coletados em campo, cujas coordenadas eram conhecidas foram submetidas a interpolação pelo método de krigagem, utilizando para tal o software Arc Gis 10.1. Todas as variáveis estudadas tiveram os pontos georeferenciados após o período de pastejo, para depois repetir a avaliação nos mesmos pontos de coleta (região periférica ao ponto, para não influenciar nos resultados), qual foi realizada 4 dias após a colheita da soja no dia 11/04/2015.

3.2.4 Variáveis estudadas

3.2.4.1 Teor de umidade no solo

O teor de umidade foi determinado utilizando o método gravimétrico padrão, com base na massa de solo seco em estufa à temperatura de 105 a 110 °C até atingir massa constante (EMBRAPA, 1997).

3.2.4.2 Densidade do solo

A densidade do solo foi determinada três dias após a retirada dos animais da área experimental, utilizando o método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997). Em cada piquete foram coletados oito pontos com amostras indeformadas de solo na camada de 0 – 10 cm numa profundidade de 2,5 a 7,5 cm a fim de se caracterizar o nível de compactação do solo. As amostras foram secas a uma temperatura de 105 a 110 °C até atingir massa constante, depois pesadas e determinado a massa de solo presente no anel. Para calcular a densidade do solo dividiu-se o valor de massa do solo seco da amostra pelo volume do anel e o

resultado foi expresso em g cm^{-3} .

3.2.4.3 Porosidade total

A porosidade total do solo foi medida após a retirada dos animais nos piquetes e após a colheita da soja (na mesma amostragem de densidade) exatamente nos mesmos pontos para excluir o efeito do local de amostragem dentro de piquete. É utilizada para determinar a quantidade total de poros ocupados por água e/ou ar, presentes nas amostras de solo (EMBRAPA, 1997), utilizando a seguinte equação:

$$\text{Porosidade total} = 100 (a - b) / a \quad (2)$$

Sendo:

a = densidade real ($2,65 \text{ g cm}^{-3}$);

b= densidade aparente.

3.2.5 Interpretação dos resultados

Esse capítulo tratou-se de estudar a variação dos parâmetros que influenciam a qualidade física do solo dependo da posição geográfica em que se situa. Os tratamentos impostos na área experimental que são sequencialmente conduzidos desde 2012, foram discutidos como a caracterização da área em questão. Dessa maneira, não foram analisadas as interações entre os fatores e a significância dos efeitos simples, e sim, a comparação do comportamento dos atributos físicos nos pontos georreferenciados em diferentes posições geográficas no relevo e a influência dos tratamentos sobre eles.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da área em questão apresentar considerável variabilidade em relação à densidade do solo, esta variação não se mostrou suficiente a ponto de proporcionar redução da produtividade, pois a densidade não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

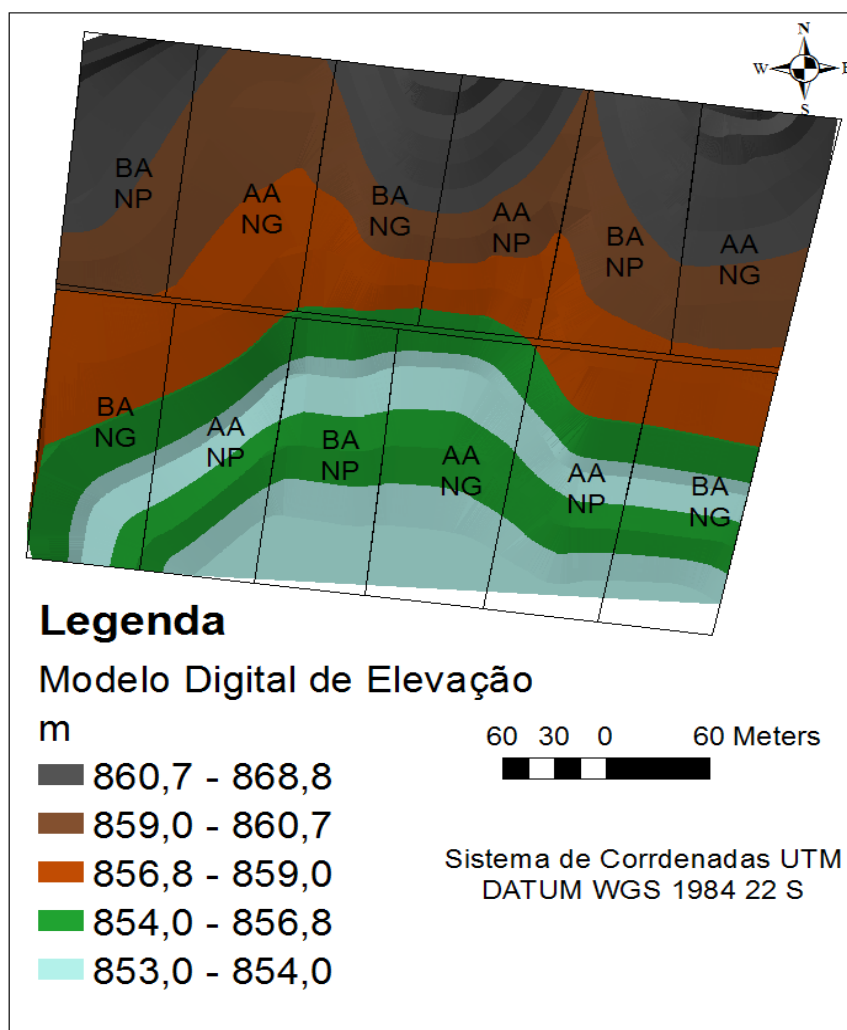


Figura 11 – Mapa de elevação da área experimental (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

Apesar da grande homogeneidade da área de estudo em relação a parâmetros como teores de argila e fertilidade do solo, proporcionado pela forte influência do material de origem do solo (Basalto) sobre tais características, pode-se observar que a área apresenta uma significativa variabilidade em relação à topografia. As cotas variam de 854 m a 869 m (Figura 11). Esta variação é importante porque, nestas condições, a configuração do relevo é a principal

condicionadora da dinâmica da água no sistema e esta, por sua vez, possui forte influência sobre as propriedades mecânicas do solo.

Como já descrito no capítulo anterior, a densidade do solo não foi influenciada pelas intensidades de pastejo e épocas de aplicação de nitrogênio adotados. Porém, ao analisarmos a variabilidade espacial da densidade do solo no relevo, podemos observar que os mesmos se apresentam mais elevados em pontos mais baixos na paisagem (Figura 12). As duas faixas que apresentaram maiores valores de densidade do solo (entre 1,11 e 1,15 e entre 1,15 e 1,2 g cm^{-3} – Figura 12) ocorrem associados às duas faixas de menor cota (Figura 11). De maneira contrária, os pontos de menor densidade do solo (valores entre 1,02 e 1,07) ocorre associada à faixa mais elevada na paisagem (Figuras 11 e 12). Esta variação da densidade do solo em relação à posição na paisagem pode estar relacionada ao efeito lubrificante da água sobre as partículas do solo (VEPRASKAS, 1984).

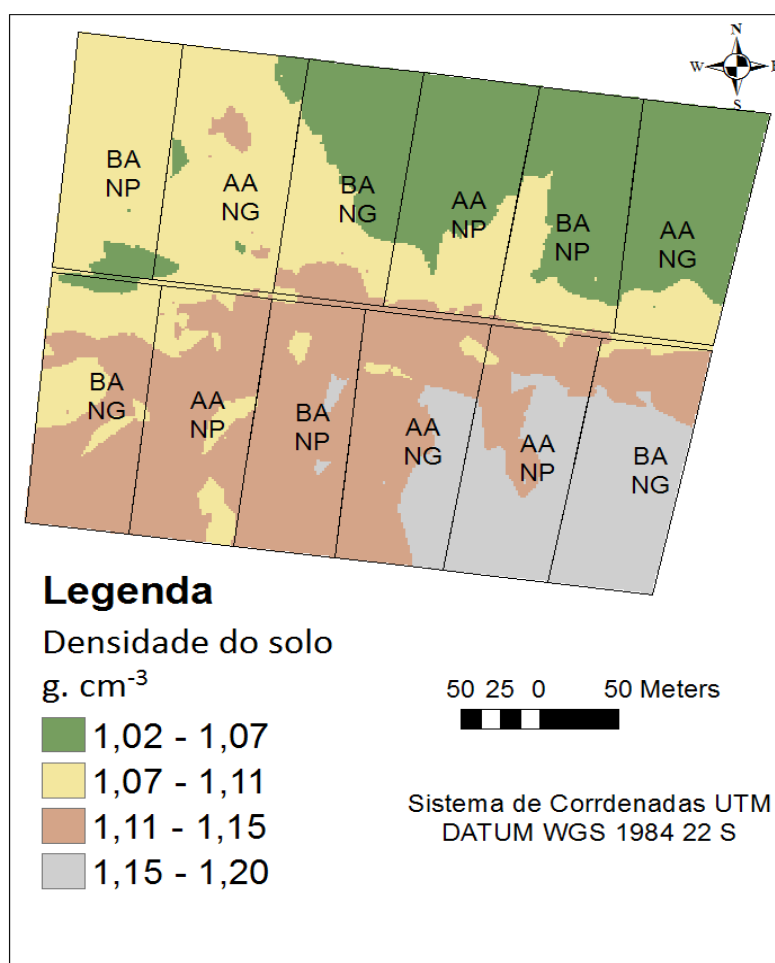


Figura 12 – Variabilidade espacial da densidade do solo após pastejo, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

A medida que se aumenta o conteúdo de água no solo a força de adesão entre as partículas se aproxima de zero, o que favorece o colapso do solo e a compactação (SILVA; CABEDA, 2006). Considerando a dinâmica natural da água que tende a se acumular nas partes baixas, somado ao fato de que os meses de maiores índices pluviométricos são coincidentes com os meses de pastejo (Figura 9), pode se observar que o pisoteio animal causa aumento nos valores de densidade do solo nesses locais, tendo em vista a influência da umidade sobre a estrutura do solo (COSTA et al., 2009) (Figura 12).

Observa-se que os locais de maior cota 860,7 – 868,8 m (Figura 11) apresentam valores de densidade, após a fase pastagem, de 1,02 – 1,07 g cm⁻³. Em áreas mais baixas do terreno de 853,0 – 856,8 m de altitude os valores variam de 1,11 – 1,20 g cm⁻³, sendo esses valores não limitantes ao crescimento radicular da cultura da soja em sucessão, uma vez que adota se como um valor limitante 1,33 g cm⁻³ para solos argilosos (KLEIN, 2006). Segundo Zebarth et al. (2002) existe uma estreita relação entre os atributos físicos de solo e sua posição na paisagem proporcionada, predominantemente pela dinâmica da água no sistema. Mesmo que tais variações na morfologia do terreno sejam sutis, as variações podem ser consideráveis, como observado por Sobieraj et al. (2002) e por Souza et al. (2004). Kravchenko; Bullock (2000), estudando a correlação da produção de milho e feijão com variações da topografia, verificaram que 40% da variabilidade da produção destas culturas e dos atributos do solo foram explicadas pelas curvaturas do terreno.

Os resultados desse trabalho demonstram que o terreno não é homogêneo, e possui diferentes locais onde a água é drenada, podendo potencializar o efeito do pisoteio animal (SILVA et al., 2002). Então cabe também aos técnicos a recomendação da espacialização de cochos para suplementação vitamínica e mineral e os bebedouros de água, visto que são os locais mais afetados das áreas da pastagem, por possuírem um intenso tráfego animal. Se a escolha for em locais mais úmidos, além de formação de barro que pode ser um transmissor de doenças (JORGE et al., 2012; LEHMANN et al., 2014), o local ficará propício a níveis de compactação que comprometam a qualidade de semeadura das culturas na fase lavoura do sistema, conseqüentemente seu estabelecimento e rendimento final.

No âmbito da experimentação, essas variações espaciais de densidade de solo causados pelo fluxo diferenciado de água de acordo com sua posição no relevo, deve ser fator a ser considerado para diminuir o erro experimental e balizar o método de bloqueamento, para que essas diferenças sejam atribuídas realmente à posição no relevo e não ao erro experimental em si.

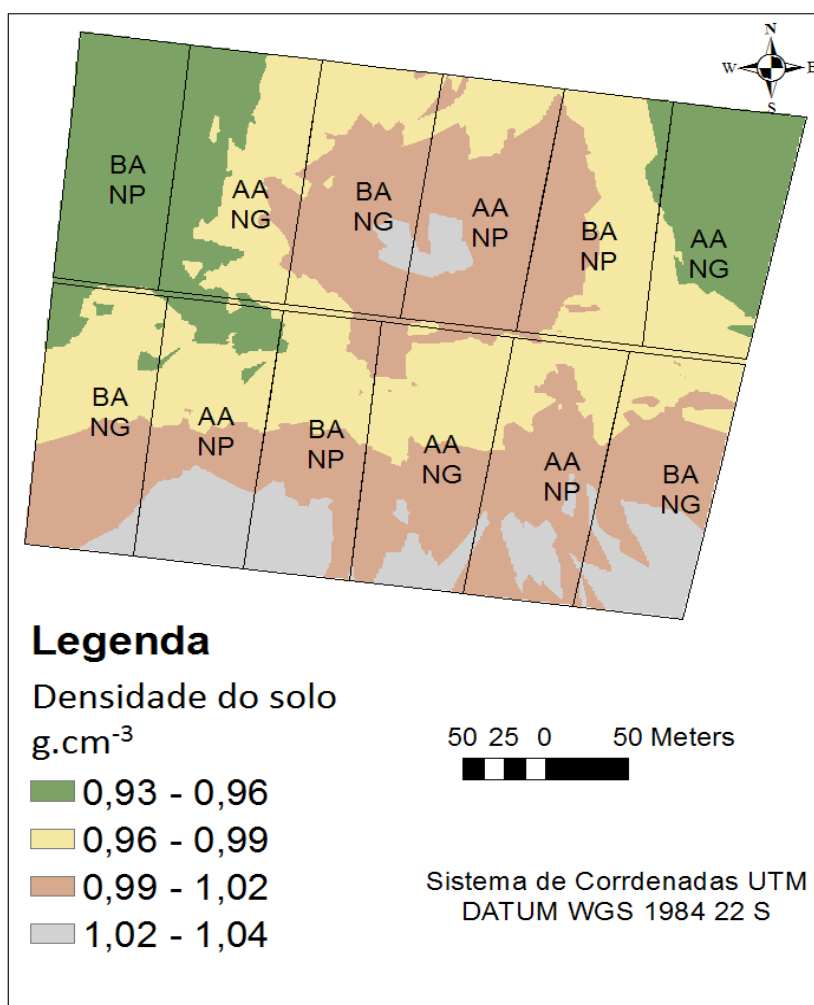


Figura 13 – Variabilidade espacial da densidade do solo após colheita da soja, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

Após o cultivo da soja, a densidade do solo apresentou comportamento semelhante ao observado após o período de pastejo (Figura 13) no que se refere a sua variabilidade espacial. Locais de cotas mais baixas apresentaram valores mais altos de densidade, enquanto o contrário foi observado em locais mais elevados na paisagem.

Enfatizando o anterior, tanto na fase pastagem quanto na fase lavoura

os comportamentos dos valores de densidade não foram influenciados pela intensidade de pastejo e época de adubação nitrogenada, e sim pela espacialização dos pontos no relevo. Ou seja, a variação só ocorreu devido à heterogeneidade topográfica, interferido pelo fluxo da água de cotas de maiores para menores altitudes. Vale ressaltar que a área experimental não possui terraços o que favorece o escoamento da água. Assim sendo, além de todos os benefícios das barreiras físicas ao escoamento da água, destaca-se a suposta maior uniformidade de qualidade física do solo em áreas terraceadas.

Nos pontos de cota mais elevada do experimento, áreas de solos menos densos, apresentaram teores de umidade mais elevados (Figura 14). Isso se dá pela maior preservação da estrutura e, conseqüentemente, dos micro poros dos solos nestes pontos. É importante destacar que nos pontos de cota mais elevada, o solo tende a ser mais profundo o que mantém o lençol freático mais distante da superfície, reduzindo o risco de encharcamento e, conseqüentemente, preservando a estrutura do solo.

Durante o período de pastejo, época em que as precipitações são mais frequentes (Figura 9), o solo permanece com alta umidade em grande parte do ciclo (BASSANI, 1996), principalmente nos pontos de baixadas, devido ao fluxo natural da água e o lençol freático estar mais próximo a superfície. Isso faz com que o pisoteio animal aumente a densidade do solo (COLLARES et al., 2011) pela redução de sua capacidade de suporte de carga (SILVA et al., 2002) especialmente quando coincidem momentos de alta carga animal, por questões de manejo, e altas precipitações, pois a umidade reduz a fricção entre as partículas e age como um lubrificante, promovendo um rearranjo dos agregados que compõem o solo (SILVA; CABEDA, 2006).

Sendo assim os pontos que apresentam maiores teores de umidade são menos densos em relação aos de menores, devido ao fato de a água apresentar menor densidade ($1,00 \text{ g cm}^{-3}$) em relação aos sólidos do solo ($2,65 \text{ g cm}^{-3}$) (KLEIN, 2014). Como a densidade está embasada no princípio de Arquimedes, onde dois corpos não ocupam o mesmo lugar ao mesmo tempo, ou seja, a área ocupada pelo solo não pode ser ocupada pela água (KLEIN, 2014), então a densidade conseqüentemente será maior nos pontos de menor umidade.

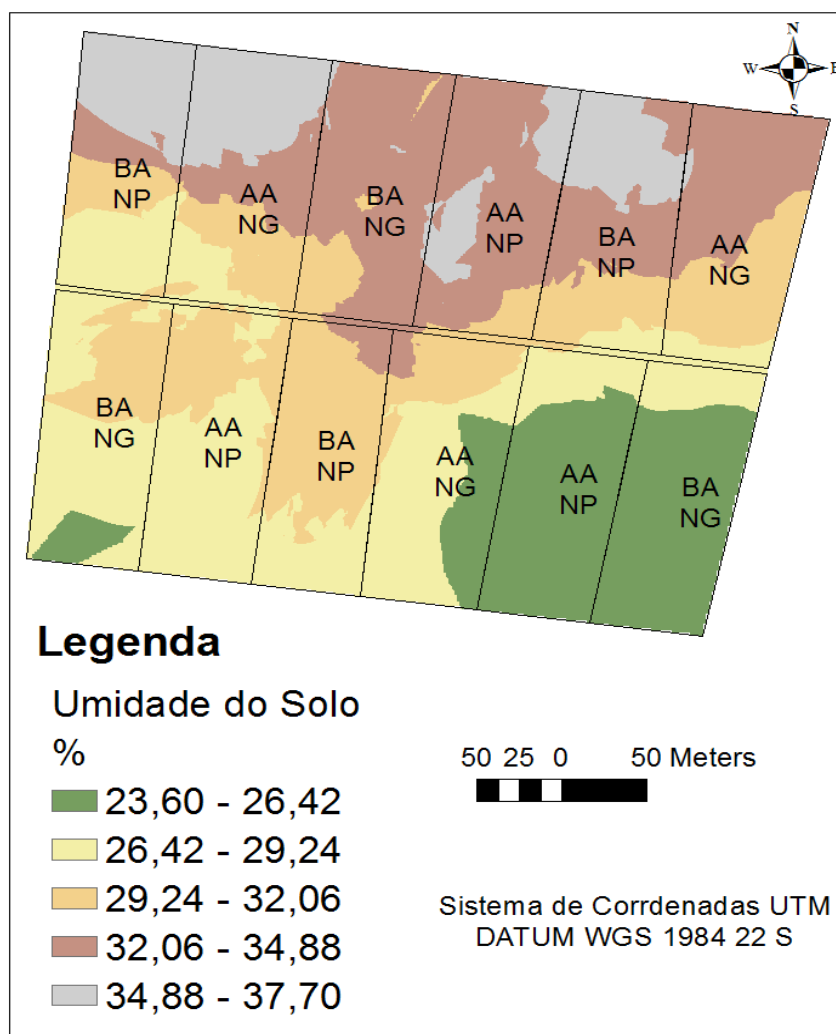


Figura 14 – Mapa de umidade do solo em função da altitude do terreno depois da pastagem, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

A magnitude dos níveis de densidade do solo, não é somente dependente da retenção de água, mas também do tipo e textura do solo (BRAIDA et al., 2010), assim como porosidade (KLEIN, 2014) e teores de matéria orgânica (CONCEIÇÃO et al., 2005). O aumento da matéria orgânica e a presença de resíduos culturais proporcionam “elasticidade” ao solo (BRAIDA et al., 2008), o que reduz a suscetibilidade à compactação.

Observa-se que os locais de menor cota 853,0 – 856,8 m (Figura 11) apresentam valores de porosidade total, após a fase pastagem, de 54,56 – 56 % ou 0,54 – 0,56 m³ m⁻³. Em áreas mais altas do terreno de 860,7 – 868,8 m de altitude os valores variam de 60,32 – 61,7 % ou 0,60 – 0,61 m³ m⁻³, sendo esses valores não limitam o crescimento radicular da cultura da soja em sucessão.

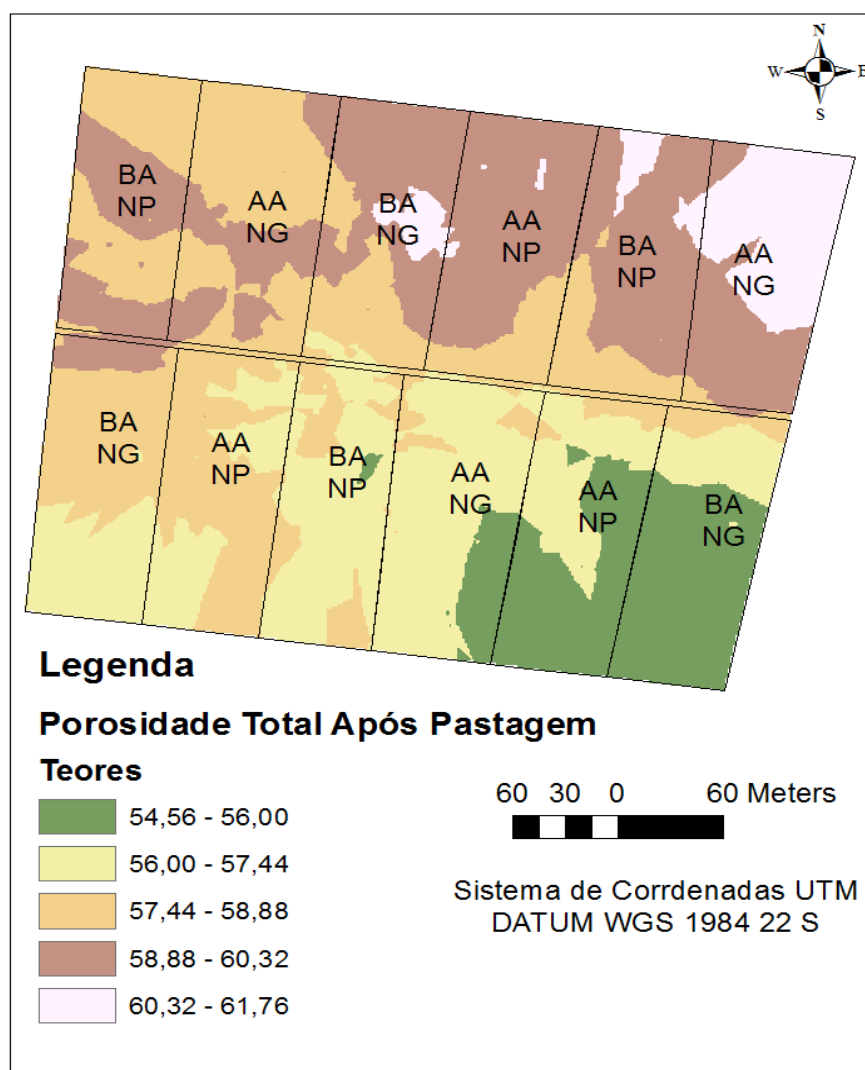


Figura 15 – Mapa de Porosidade Total do solo em função da altitude do terreno após a pastagem, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

A diferença entre a porcentagem de poros totais apresenta-se na mesma proporção da densidade do solo (Figuras 15 e 13), sendo menor em áreas mais baixas da paisagem, e assim como o nível de umidade justifica as diferenças nos valores de compactação presentes nas diferentes posições do relevo.

Paralelo a esse trabalho Reichert et al. (2009) também observaram que quanto maior for a porosidade total, menor será a densidade do solo (Figuras 15 e 13). Os macroporos são a classe de poros mais influenciadas pela compactação do solo, refletindo na condutividade hidráulica do mesmo, infiltração e redistribuição da água (ABREU et al., 2004), ou seja, nos pontos onde se encontram as maiores densidades a quantidade de poros será menor, fazendo com que a água não infiltre de forma eficiente, apresentando menor teor de umidade na amostra coletada.

Depois do cultivo da soja os valores porosidade total apresentaram um leve aumento (Figura 16), justificando o leve decréscimo nos valores de densidade.

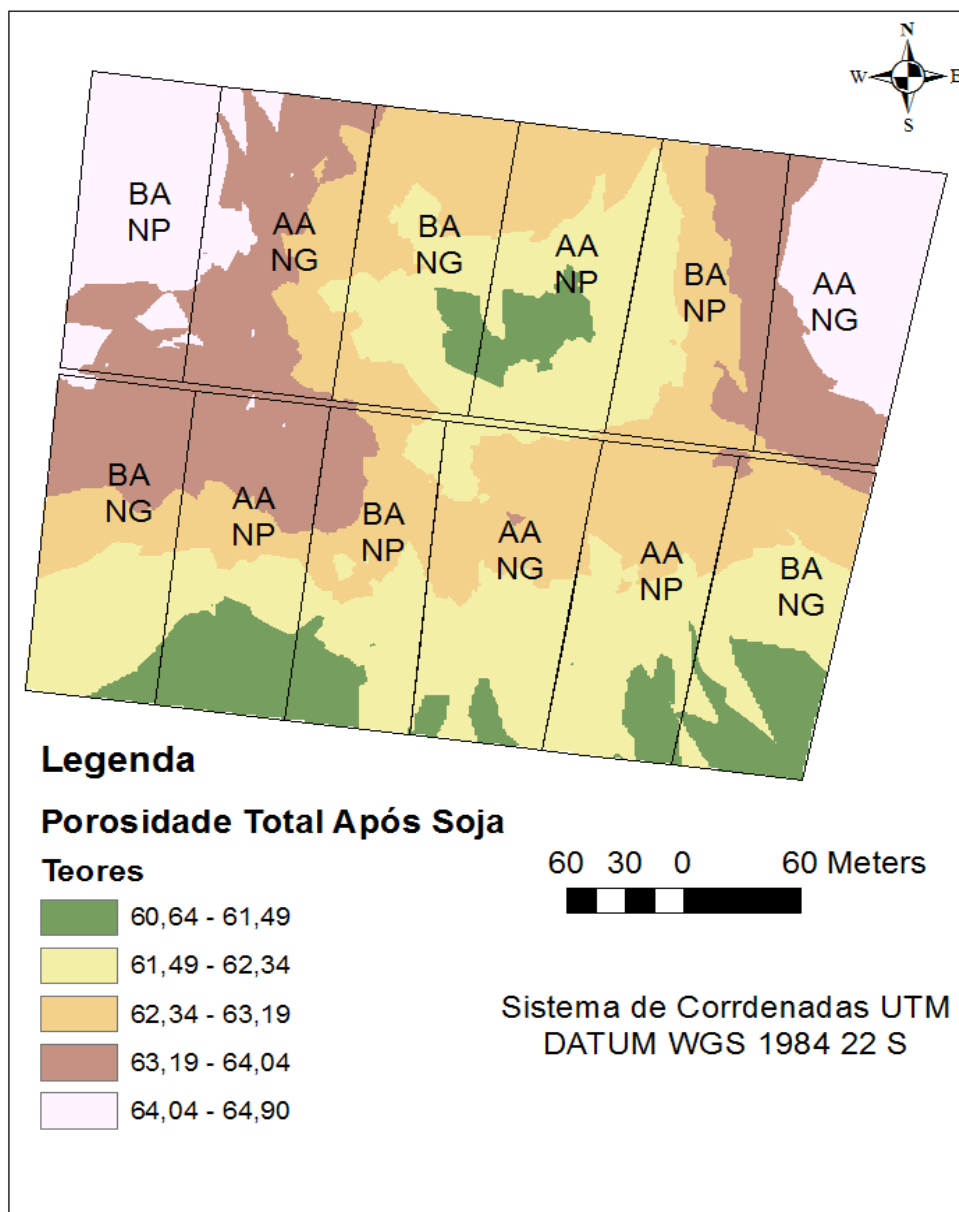


Figura 16 – Mapa de Porosidade Total do solo em função da altitude do terreno após a soja, Abelardo Luz – SC, 2016. (AANP – Alta altura com N na pastagem; AANG – Alta altura com N Grãos; BANP – Baixa altura com N pastagem; BANG – Baixa altura com N grãos).

Em resumo, existe uma proporção dos componentes que compõem o solo (água, ar, sólidos e matéria orgânica). Cada qual tem um valor de densidade específico sendo: Sólidos = $2,65 \text{ g cm}^{-3}$; Ar = $1,22 \text{ g cm}^{-3}$; Água = $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ e M.O = $<1,00 \text{ g cm}^{-3}$ (KLEIN, 2014). Então para alterar a densidade do solo, basta alterar a proporcionalidade entre eles, utilizando se de praticas agrônômicas capazes de aumentar a porosidade total, fazendo com que o solo armazene mais água e ar que

por consequência diminui a densidade total.

3.4 CONCLUSÕES

As alterações na densidade do solo observadas no presente trabalho foram condicionadas pela variação no teor de umidade em virtude da diferença de cota da paisagem.

Solos bem drenados foram mais resistentes ao pisoteio, ao mesmo tempo que solos moderadamente drenados foram mais susceptíveis.

4 QUALIDADE DE SEMEADURA DE SOJA EM SUCESSÃO A PASTAGEM MANEJADA EM DIFERENTES ALTURAS DE DOSEL E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA

RESUMO

TATTO, Wilson Henrique. **Altura de pasto e adubação nitrogenada podem afetar os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura – pecuária?**. 194 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017

Resumo: Avaliou-se a influência da época de adubação nitrogenada com o manejo da altura da pastagem sobre a quantidade de palhada, mobilização de solo, demanda de força e tração exigidas pelo trator e parâmetros de plantabilidade da lavoura de soja em sistema de integração lavoura – pecuária (ILP). O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC em área de Latossolo bruno distrófico típico. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. Os fatores foram duas alturas do pasto (25 e 10 cm) e duas épocas de adubação nitrogenada (NP – N aplicado na fase pastagem e NG – N aplicado na fase cultura de milho antecessora à pastagem) na dose de 200 kg N ha⁻¹ em cobertura. A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação intermitente de bovinos de corte e a cultura antecessora à pastagem foi o milho. A pastagem foi um consórcio de aveia preta ‘BRS 139’ + azevém ‘Barjumbo’ e a lavoura sucessora foi a soja ‘NS 5909’. As variáveis estudadas foram: profundidade de sulco e deposição de sementes, largura de sulco, área e volume de solo mobilizado, estande inicial e final, uniformidade de distribuição de sementes e demanda de força e potência exigidas pelo trator para semear a lavoura. Todas as variáveis avaliadas não tiveram interação entre os fatores e somente a uniformidade de distribuição de sementes houve diferença significativa entre os tratamentos para o fator época de adubação nitrogenada, devido a excelente qualidade estrutural do dossel forrageiro proporcionado pelo N. Os diferentes manejos não influenciaram a mobilização de solo, devido à não diferença entre a densidade de solo, a quantidade de palhada não dificultar a operacionalidade da semeadora e a profundidade superficial de atuação da haste sulcadora. A diferença encontrada entre os estandes inicial e final se deu pelo fato da qualidade da semeadura ter sido regular. As diferentes alturas de manejo do pasto e a época de adubação nitrogenada não afetaram a demanda de força e potência exigida pelo trator para puxar a semeadora.

Palavras-chave: Força e potência. Mobilização de solo. Plantabilidade.

ABSTRACT

TATTO, Wilson Henrique. **Can pasture height and nitrogen fertilization affect soil physical elements, planting and soybean production in Crop Livestock Systems?**. 194 f. Dissertation (Masters os Scence – Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2017.

The aim of this work was to evaluate the straw, soil mobilization, tractor force and traction demand and the parameters of plantability in the soybean sowing, according the nitrogen fertilization strategy and the grazing intensity, in a Crop Livestock System. The experiment was carried out at the city of Abelardo Luz – SC – Brazil (26°31'30" S; 52°15'35"W; 850 m asl.), in a 14 ha area , where a long term no-till – CLS experiment has been conducted since 2012. Soil classification of the area is dystrophic Red Latosol (Oxisol). The experimental design was randomized blocks with three replications, arranged in a factorial scheme (2x2). First factor was composed by grazing intensities (high and low), established by two heights of pasture management (10 and 25 cm). The second factor was the N fertilization strategy, being the 200 kg of N ha⁻¹ applied in top dressing to the pasture (NP) or N applied in the grain crop (NG). The height of the pasture was regulated by grazing with put and take continuous stocking with three animals testers. The variables studied were: depth of furrow and seed deposition, furrow width, area and volume of mobilized soil, initial and final stand, uniformity of seed distribution, and force and traction required by the tractor to train the seeder. All evaluated variables had no interaction between the factors, besides the uniformity of seed distribution. There was significant differences between the treatments for the nitrogen fertilization period, as a product of structural quality of the canopy forage influenced by the N. The grazing management did not influence the Soil mobilization, once no difference between soil density was observed, the amount of straw did not hinder the operability of the seeder and the shallow depth of operation of the grooving rod. The difference found between the initial and final stands was result of the quality of the sowing. The different heights of pasture management and the nitrogen fertilization season did not affected the demand of force and power required by the tractor to pull the seeder.

Keywords: Mobilization of soil. Plantability. Strength and power.

4.1 INTRODUÇÃO

A complexidade de entendimento dos sistemas integrados de produção que envolve a interação solo, planta e animal, as taxas de lotação e o manejo das pastagens podem ser as questões mais importantes para compreender e melhorar a eficiência global do sistema. Estes sistemas têm o potencial de intensificar a produção, são mais eficientes no uso dos recursos naturais, promovem a ciclagem de nutrientes, melhoram a fertilidade do solo, mantêm elevados níveis de produtividade, aumentam o sequestro de CO₂, diversificam a renda do produtor e produzem inúmeros serviços ambientais (FRANZLUEBBERS et al., 2014).

Em sistemas integrados de produção, o pastejo pode atuar de forma positiva ou negativa sobre o sistema produtivo, dependendo da pressão de pastejo utilizada (TERRA LOPES et al., 2009). Sendo assim, o alvo das pesquisas é encontrar um nível de oferta de forragem que atenda à demanda animal e que permita criar um ambiente propício à alta produtividade de grãos na cultura subsequente (TERRA LOPES et al., 2009).

Manejos incorretos com altas lotações sobre a pastagem que resulta no maior pisoteio animal, associados a não adubação da mesma, podem afetar de forma negativa as características físicas do solo, principalmente nas camadas superficiais, a ponto de comprometer o desempenho das semeadoras aumentando a força e potência de tratores para movimentá-las e a plantabilidade das lavouras subsequentes. Esses efeitos são mais pronunciados em solos argilosos, somado a maior retenção de água e ao curto período de tempo com teores de umidade nas condições ideais às operações mecanizadas (ARAÚJO et al., 2001), tendo como consequência a queda de rendimento das culturas devido principalmente ao impedimento mecânico ao crescimento das raízes e falta de qualidade na disposição de plantas na área (p. ex. plantas duplas, triplas, falhas, diferentes alturas).

Como solução para resolver o problema da compactação na camada superficial do solo, grande parte dos agricultores da região sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina tem adotado o uso do mecanismo tipo haste sulcadora no momento da semeadura (MODOLO et al., 2013; TROGELLO et al., 2013), uma vez

que o mesmo apresenta maior capacidade de aprofundamento e de mobilização do solo, melhorando o desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas, quando comparados ao sulcador do tipo disco (GERMINO; BENEZ, 2006). Porém, o uso da haste promove aumento à área de solo descoberto, a incidência de plantas daninhas, a possibilidade de falhas no aterramento do sulco e a ocorrência de erosão (MELLO et al., 2003), aumento no consumo de combustível e elevando custos de produção (REIS et al., 2006).

Um dos preceitos do sistema de integração lavoura – pecuária em rotação com grãos e cereais é a utilização do sistema de plantio direto (LUSTOSA et al., 2011). O sistema de plantio direto na palha exige uma quantidade mínima 2000 kg MS ha⁻¹ de palhada sobre a superfície do solo para manutenção dos seus processos (EMBRAPA, 2012). Porém, o elevado acúmulo de biomassa, pode trazer efeitos indesejáveis na operacionalidade de semeadura (RICCE; ALVES; PRETE, 2011) dificultando o corte da palha, depositando muitas vezes, as sementes muito superficiais ou próximas ao adubo e oferecendo um mal contato com o solo (BREDA JR.; FACTOR, 2009).

Muitos agricultores para minimizar esse efeito utilizam técnicas agrônômicas como dessecação antecipada ou uso de implementos que fragmentem a biomassa remanescente, aumentando assim o seu custo de produção. Então, é alvo de estudos a quantidade máxima de palhada que dispensaria essas técnicas e como o manejo de pastejo pode interferir na qualidade e quantidade de palhada.

Outro ponto importante é que no sistema ILP utiliza-se a prática de “pousio zero”, onde não há espaço para deixar o solo sem algum cultivo sobre ele, visto que assim que uma cultura sai do campo, imediatamente outra estará ou já deveria ter sido implantada (SOARES et al., 2016). Sendo assim ao se manejar a fase pastagem com altas intensidades de pastejo e adubação nitrogenada, a quantidade de biomassa remanescente não comprometerá a qualidade de semeadura, pelo adequado nível de palhada e por proporcionar melhores condições de corte da palha.

Existem diversos trabalhos científicos que estudam a qualidade física do solo como agente limitante aos cultivos agrícolas sucessores ao período pastoril no ILP (FIDALSKI et al., 2008; BALBINOT JUNIOR et al. 2009; LOPES et al., 2009;

CONTE et al., 2011; KUNZ et al., 2013; ANDREOLLA et al., 2014). Porém pouco se sabe sobre a influência das intensidades de pastejo e estratégias de adubação nitrogenada, além de suas interações, nas variáveis de plantabilidade, bem como, o efeito do pisoteio animal sobre qualidade de semeadura após a fase pastagem no sistema de integração lavoura – pecuária.

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar parâmetros de qualidade de semeadura, a demanda de força e potência exigida pelo trator e a quantidade palhada deixada pela fase pastagem na semeadura da soja realizada em sucessão a uma pastagem manejada sobre diferentes intensidades de pastejo e épocas de adubação nitrogenada no sistema de integração lavoura – pecuária.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Caracterização da área em estudo

O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC, em área pertencente à Fazenda Pacheco, coordenadas 26° 31' S e 51° 35' W e com altitude média de 850 m. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido), segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014). O solo da área é classificado como Latossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2013) com textura muito argilosa e relevo suave ondulado (Figura 17).

A área experimental possui 14 ha, aonde desde 2012 vem sendo conduzido um experimento em longo prazo com integração lavoura – pecuária sob plantio direto. Os ciclos de cultivo anteriores ao presente estudo foram sorgo forrageiro, aveia preta, milho e consórcio de aveia preta + azevém (RISSI, 2015; BORTOLLI, 2016; MACARRI, 2016; BERNARDON, 2016).

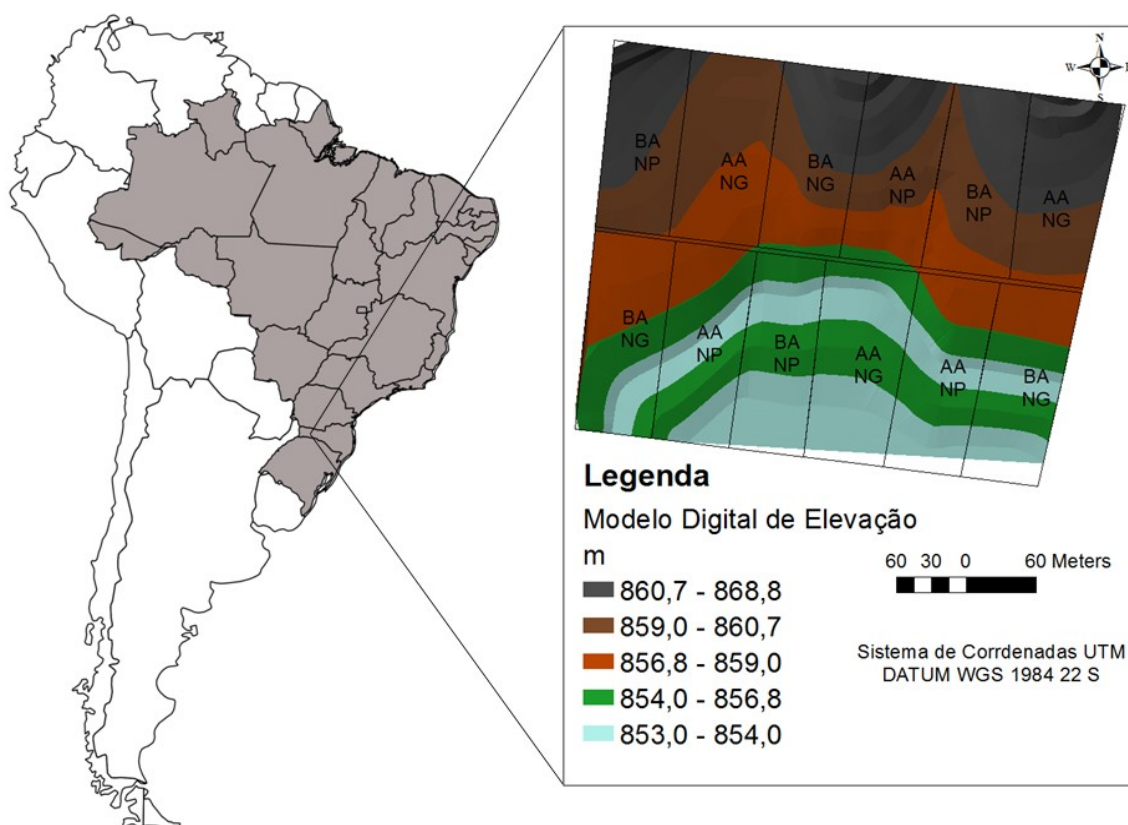


Figura 17 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.

Os meses que registraram menores precipitações pluviométricas durante o período de pastejo foram julho, agosto e outubro com valores de 124,2, 150,2 e 119,2 mm respectivamente, enquanto que o mês de junho apresentou o maior índice pluviométrico, cerca de 590,3 mm. Os meses mais frios ocorreram entre maio e agosto com temperaturas médias de cerca de 12,7 °C, enquanto com meses mais quentes foram março e outubro onde as temperaturas ficaram acima dos 18 °C (Figura 18).

Durante a fase lavoura os meses que registraram menores precipitações pluviométricas foram março e abril (70,9 e 15,6 mm) respectivamente, porém esse último foi o mês de colheita da cultura, o que possibilitou melhores condições de trabalho, já o mês mais chuvoso foi janeiro, com registro de 273,2 mm, época de pleno desenvolvimento da soja. O mês com menor temperatura foi abril cerca de 12,52 °C, enquanto que o mês com maior foi janeiro, onde a temperatura média alcançou 21,13 °C (Figura 18).

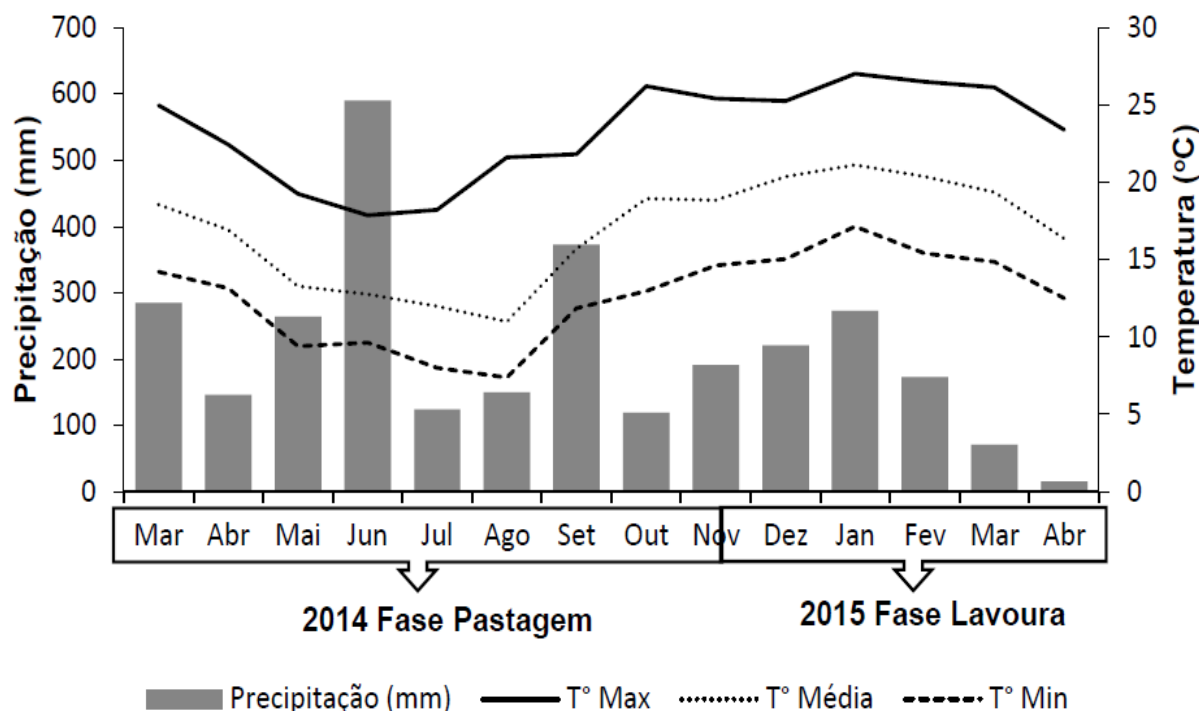


Figura 18 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).

4.2.2 Montagem e condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial (2 x 2), com três repetições. Os tratamentos foram realizados na fase que antecedeu a soja, ou seja, na fase da pastagem. Os fatores foram compostos de duas intensidades de pastejo e de duas épocas de aplicação de nitrogênio.

As intensidades de pastejo (alta altura e baixa altura de dossel) pretendidas foram de 25 e 10 cm e as médias das alturas reais, durante todo o período experimental, foram de 23,7 e 10,7 cm, para alta e baixa altura, respectivamente.

As alturas dos pastos foram reguladas por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952). Foram utilizados bovinos produto do cruzamento entre as raças Nelore e Charolês de peso médio inicial de 280 kg PV e uma carga animal média para NG e NP de 693 e 935,57 kg de PV ha⁻¹ dia⁻¹ respectivamente. Cada unidade experimental contou com três animais testes e

um número variável de animais reguladores, conforme a necessidade de ajuste da carga animal.

O segundo fator foi constituído por épocas de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem antecessora à soja (NP) ou N aplicado na cultura de grãos, antecessora à pastagem (NG), na dose de 200 kg de N ha⁻¹.

A adubação nitrogenada dos piquetes em que o N seria aplicado na fase pastagem foi realizada em cobertura, na forma de uréia (46% de N), em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ no início do perfilhamento, em 08/05/2014, 35 dias após a semeadura, sob condições de clima e umidade favoráveis ao aproveitamento do N no sistema. Enquanto, que a adubação nitrogenada dos piquetes em que o N foi aplicado somente na fase de lavoura de grãos, foi realizada quando o milho se encontrava no estágio V5, em 13/11/2013, também em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia (46% de N).

A cultura de grãos antecessora à pastagem foi o híbrido comercial de milho Maximus da empresa Syngenta. Como trata-se de um trabalho de longo prazo e com programa de rotação de culturas previamente definido, e que esta dissertação engloba apenas dois cultivos (pastagem de aveia preta mais azevém) e soja, então a cultura da soja não teve aplicação de N em nenhum dos tratamentos, caracterizando assim a formação dos mesmos antes do seu cultivo (Figura 19).



Figura 19 – Histórico experimental ilustrando os cultivos, épocas de implantação e tratamentos utilizados em cada fase do experimento. AA= Alta Altura do Pasto; BA= Baixa Altura do Pasto; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.

Foram utilizados 12 piquetes com área pré determinada de acordo com os tratamentos, variando de 7.427 m² à 16.228 m² os quais constituíram as unidades experimentais (Figura 20).

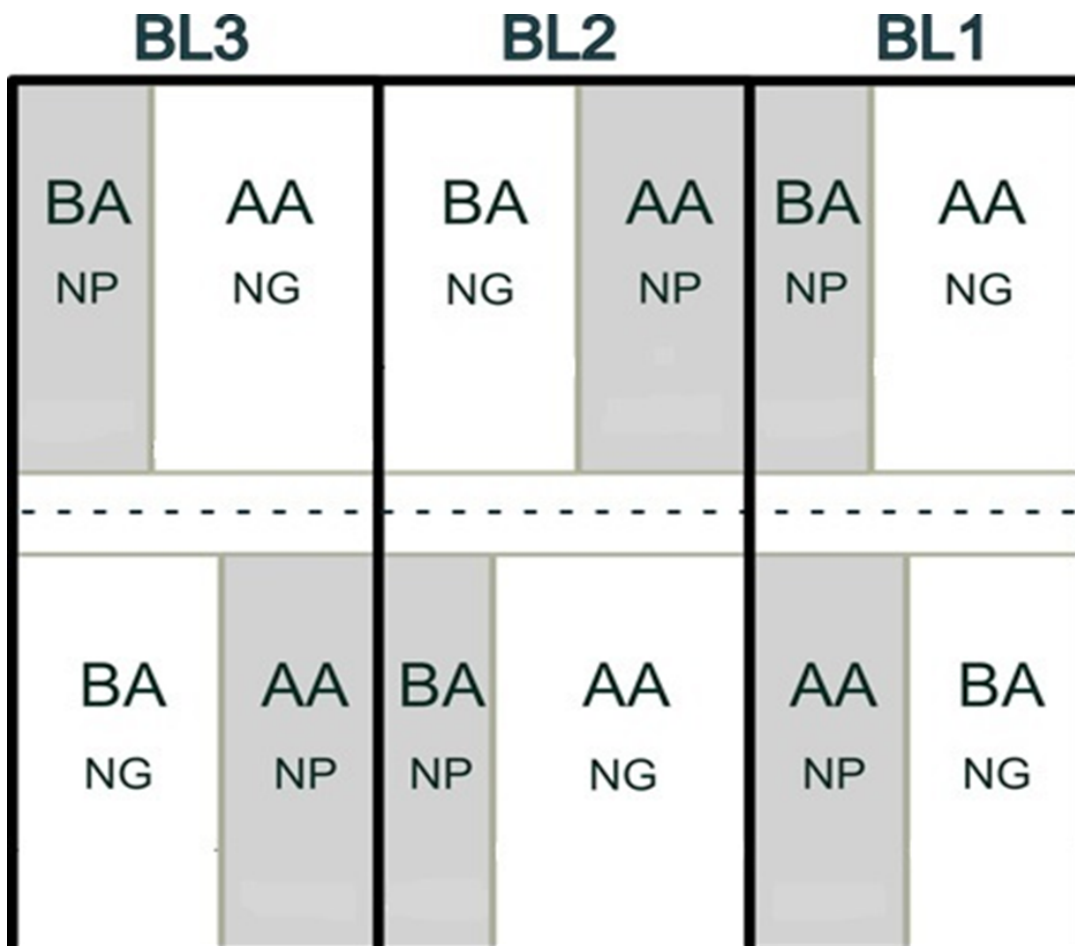


Figura 20 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.

A pastagem implantada foi um consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) cv. 'BRS 139' e azevém (*Lolium multiflorum*) cv. 'Barjumbo'. A semeadura foi em sistema de plantio direto no dia 03/04/2014, com uma semeadora – adubadora e espaçamento de 0,17 m entre linhas. A densidade de semeadura foi de 100 kg de sementes ha⁻¹ para aveia preta e 25 kg de sementes ha⁻¹ para o azevém. Para adubação de base de toda área experimental foram utilizados 352 kg ha⁻¹ da formulação 2-20-18 de N-P-K.

Os animais iniciaram o pastejo em 19/05/2014, quando a altura média do pasto atingiu valor aproximado de 30 cm, sendo que o período de pastejo foi de 175 dias, até 10/11/2014.

Foi realizada uma média dos resultados de amostras de solo coletadas em cinco pontos distintos da área experimental, em profundidade de 0-20 cm. De acordo com análise de solo, os atributos químicos do solo da área experimental apresentam os seguintes valores (Tabela 10).

Tabela 10 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							
4,96	43,69	13,21	0,43	5,78	4,20	0,10	5,98	10,41	16,40	63,21

Laboratório de análises de solos UTFPR/IAPAR. Metodologias: M.O. por digestão úmida; P e K extraídos com solução de Mehlich⁻¹; pH em CaCl₂ 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis com KCl 1 mol L⁻¹.

A dessecação da pastagem foi realizada em 28/11/2014 (18 dias após a retirada dos animais dos piquetes), com o uso do herbicida Gramocil na dosagem de 2,5 L ha⁻¹. A adubação de base na área foi realizada conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004), sendo utilizado 214 kg ha⁻¹ de Fosfato Monoamônico (MAP) (10% de N e 46 a 50% de P₂O₅) nas linhas de semeadura e 150 kg ha⁻¹ de KCl aplicados a lanço em cobertura no mesmo dia da semeadura. A soja passou uma inoculação de sementes com o produto comercial Master Fix numa dose de 3 mL kg⁻¹ de semente, realizada no mesmo dia da semeadura do experimento antes de ir para caixa de sementes da máquina. A densidade e a porosidade total do solo após o período de pastejo era 1,10 g cm⁻³ e 0,58 m³ m⁻³, respectivamente.

A cultivar de soja 'Nidera 5909' foi semeada em 28 de novembro de 2014, 18 dias após a remoção dos animais, no mesmo dia da dessecação da área na densidade de 13 sementes por metro linear.

Utilizou-se uma semeadora – adubadora de sete linhas, marca Stara modelo Victória 3150 (Figura 21), com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Cada linha de semeadura constituiu-se de um disco de corte de palha, de uma haste sulcadora para a deposição do fertilizante e discos duplos desencontrados para a deposição de sementes. A haste era de formato reto e apresenta as seguintes dimensões: 0,27 m de comprimento; 0,18 m de largura; 0,028 m de espessura, e 0,02 m de largura da ponteira, com ângulo de ataque de 15° trabalhando a 5 cm de profundidade. O trator utilizado foi da marca Massey Ferguson, modelo MF 680 HD, com tração dianteira auxiliar (TDA), e potência máxima no motor de 127 kW (173

cv). O conjunto trator/semeadora – adubadora operou à velocidade média de 5,5 km h⁻¹. Para melhorar a distribuição de sementes utilizou-se grafite no momento da semeadura.



Figura 21 – Semeadora – adubadora utilizada no experimento. Abelardo Luz – SC, 2014.

4.2.3 Variáveis estudadas

4.2.3.1 Profundidade de deposição de sementes

Para a determinação da profundidade de deposição de sementes foram utilizadas nove linhas de semeadura, de forma aleatória em cada unidade experimental, avaliando-se 60 sementes por linha. Com o auxílio de uma espátula foi removido o solo sobre as sementes de forma a não as retirar do seu local de deposição. Com as sementes descobertas, com auxílio de uma régua graduada, foi determinada sua distância da borda do sulco até a posição que a mesma ocupava no solo.

4.2.3.2 Mobilização de solo

4.2.3.2.1 Profundidade e largura de sulco, área de solo mobilizado e volume de solo mobilizado

A área de solo mobilizada nas linhas de semeadura foi determinada com o auxílio de um perfilômetro construído em madeira, com régua vertical graduada em centímetros e 25 varetas de aço espaçadas a cada 2 cm no sentido transversal a linha de semeadura.

Em cada unidade experimental foram determinados os perfis da superfície final do solo (Figura 22), sendo a coleta realizada em nove linhas de semeadura de forma aleatória.



Figura 22 – Vista geral do perfilômetro de madeira utilizado para avaliação da profundidade, largura de sulco e da área de solo mobilizado.

A área mobilizada obtida através da seguinte equação (FRANCHIN, 2011; MODOLO et al., 2013; TRENTIN, 2015):

$$A_m = \sum (P_N - P_F) \cdot e \quad (3)$$

Em que:

A_m – Área mobilizada, cm^2 ;

P_N – Perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro, cm;

P_F – Perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro, cm;

e - espaçamento entre réguas verticais, cm.

O volume de solo mobilizado foi calculado utilizando a seguinte equação (MÜLLER, 2011):

$$V_m = (A_m \times 10000) / E \quad (4)$$

Onde:

V_m – Volume de Solo Mobilizado ($m^3 \text{ ha}^{-1}$);

A_m – Área mobilizada (m^2);

E – Espaçamento entre linhas da cultura (m).

A largura de sulco foi medida entre as duas bordas laterais de cada sulco, e a profundidade máxima de atuação do sulcador de adubo foi obtida considerando-se a maior diferença entre os perfis da superfície original e interno do solo no sulco de semeadura (ARAÚJO et al., 1999).

4.2.3.3 Uniformidade de distribuição de plantas

Para avaliar a uniformidade de distribuição de plantas, foram realizadas as medições dos espaçamentos entre plantas já emergidas, pela facilidade da realização do trabalho em relação ao desenterrio de sementes, em linhas de 2 metros lineares, com 10 repetições por piquete, e através do método proposto por KURACHI (1989) foi determinada a quantidade de espaçamentos normais, duplos e falhos. A classificação do desempenho da semeadura foi realizada considerando a metodologia proposta por Tourino e Klingensteiner (1983).

4.2.3.4 Estande de plantas

Para a determinação do estande de plantas, foram contadas o total de plantas em dois metros lineares nas linhas de semeadura, sendo 10 linhas por piquete, selecionadas aleatoriamente em cada unidade experimental. Este resultado extrapolado para a população de plantas por hectare. A avaliação do estande de plantas foi feita na maturação fisiológica da cultura da soja.

4.2.3.5 Avaliação de tração e potência requerida pela semeadora–adubadora

4.2.3.5.1 Força média de tração requerida pela semeadora–adubadora

Foi utilizada uma célula de carga da marca Líder Balanças (Figura 23) com capacidade de 50 kN e sensibilidade de 2 mV V^{-1} , e um sistema de aquisição de dados da Campbell Scientific modelo CR800 (Figura 24) para monitorar continuamente a força na barra de tração requerida pela semeadora – adubadora a uma frequência de 10 Hz (dez leituras por segundo).

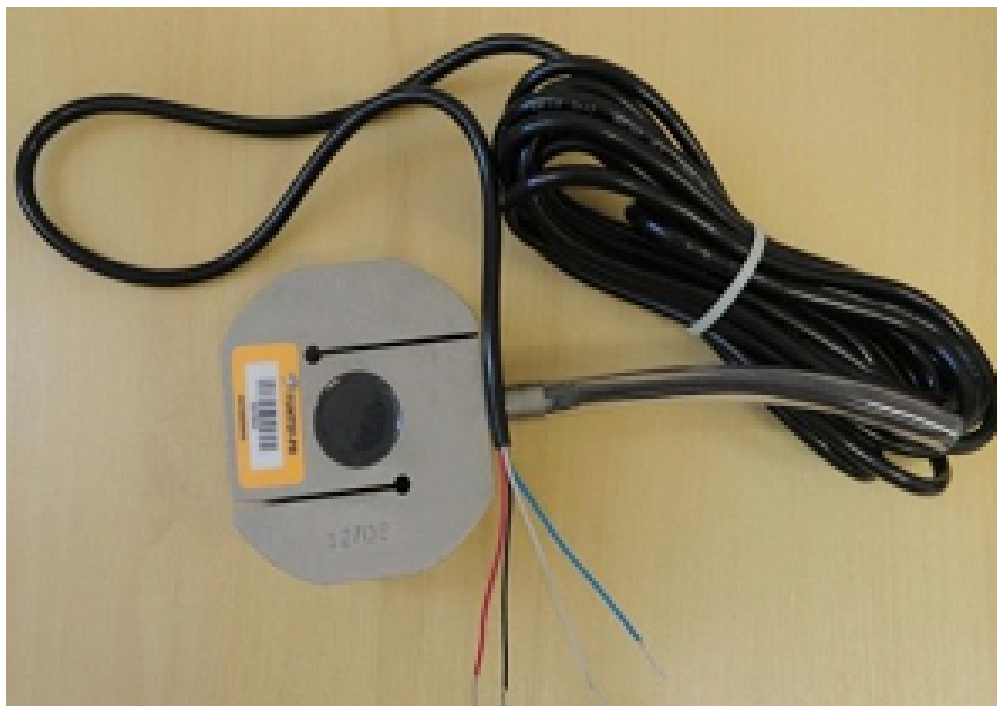


Figura 23 – Célula de carga utilizada durante o ensaio de demanda de tração na semeadura da cultura da soja.



Figura 24 – Sistema de aquisição de dados, modelo CR800, utilizado durante a semeadura da soja.

A célula de carga foi acoplada entre o trator e a semeadora (Figura 25), sendo retirado o pino que prende a barra de tração ao chassi do trator, de forma que a barra ficasse solta e toda força de tração fosse aplicada sob a célula de carga.



Figura 25 – Vista geral da célula de carga inserida entre o trator e a semeadora – adubadora.

A força média de tração na barra foi determinada pela seguinte equação (ANDREOLLA; GABRIEL FILHO, 2006):

$$F_m = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n} \quad (5)$$

Em que:

F_m = força de tração média, kN;

F_i = força de tração instantânea, kN;

n = número de dados registrados.

4.2.3.5.2 Força máxima na barra de tração

A força de máxima de tração correspondeu ao maior valor de força de tração armazenado pelo sistema de aquisição de dados durante o deslocamento do conjunto motomecanizado em cada parcela experimental, sendo expresso em kN.

4.2.3.5.3 Potência requerida na barra de tração

Para a determinação da potência média requerida na barra de tração foi utilizado a equação (ANDREOLLA; GABRIEL FILHO, 2006):

$$P_m = F_m \cdot V_m \quad (6)$$

Onde:

P_m = potência média na barra de tração, kW;

F_m = força de tração média, na barra de tração, kN;

V_m = velocidade média de deslocamento, $m \cdot s^{-1}$.

4.2.3.5.4 Potência máxima na barra de tração

A potência máxima requerida na barra de tração foi determinada pelo produto entre a força máxima na barra de tração e a velocidade média de deslocamento, expressa em kW.

4.2.3.5.5 Calibração da célula de carga

Para correlacionar a leitura dos dados fornecidos pela célula de carga em mV com o correspondente valor de força, foi realizada a calibração de célula de carga antes de realizar as leituras a campo, utilizando uma célula de carga de referência com certificado de calibração. As células foram montadas numa máquina de ensaio de tração (Figura 26) até a carga aproximada de 45 kN. Com este procedimento obteve-se a constante de calibração, para esta célula de carga, de $24,6 \text{ kN mV}^{-1}$. As leituras a campo foram coletadas com auxílio de um computador ligado a célula de carga. Como a sementeira foi transversal a pendente principal do relevo, a distância percorrida pelo trator foi feita de forma paralela ao corredor do experimento, sendo que, ao passar por cada unidade experimental o computador registrava as informações pertencentes as mesmas, e através de comandos o operador registrava as leituras em cada parcela, esse procedimento se repetiu seis vezes.



Figura 26 – Ensaio para calibração da célula de carga utilizada no experimento, realizado pela UTFPR, Pato Branco – PR, 2015.

4.2.3.5.6 Massa residual da palhada

A avaliação da massa residual da palhada (kg de MS ha⁻¹) foi realizada no final do período de pastejo (dia 13/11/2014). Para tanto, quatro pontos aleatórios por unidade experimental foram avaliados quanto a massa presente no interior de quadros de 0,25 m², cortando o dossel rente ao solo. As amostras foram embaladas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação de ar forçada a 55 °C até peso constante e, então, pesadas em balança de precisão de um grama para expressão de seus valores em kg de MS ha⁻¹. Posteriormente fez-se uma média dos quatro pontos para cada unidade experimental.

4.2.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às análises de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk a 5% e homogeneidade pelo teste Bartlett sendo aplicado a transformação de dados em raiz quadrada das variáveis que não atenderam os pressupostos de homogeneidade e normalidade. Depois de satisfeitas as pressuposições foram submetidos à análise de variância pelo teste F utilizando o software estatístico R versão 3.2.2 (© 2016 The R Foundation for Statistical Computing) com o pacote ExpDes.pt. Quando os dados não apresentaram interações entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), foram analisados como efeitos simples. As médias que apresentaram significância foram comparadas pelo teste Tukey (P<0,05).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre altura de dossel e época de adubação nitrogenada foi significativa somente para a variável massa residual de palhada (P<0,05). Avaliando o efeito simples, a época de adubação nitrogenada interferiu nos valores de distribuição de sementes normais (Tabela 11).

Tabela 11 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo sobre as variáveis: Profundidade de deposição de semente (cm); Profundidade de sulco (cm); Largura de sulco (cm); Volume de solo mobilizado ($m^3 ha^{-1}$); Área de solo mobilizado (cm^2); Estande inicial (n^o de plantas ha^{-1}); Estande final (n^o de plantas ha^{-1}); Uniformidade de distribuição de sementes, espaçamentos duplos, normais e falhos (%); Força de tração média (kN); Força de tração por linha (kN); Força de tração máxima (kN); Potência média (kW); Potência máxima (kW); Massa residual da palhada ($kg MS ha^{-1}$).

Variáveis	Alt	N	Alt*N
P. sem	0,28007	0,14260	0,59429
P. sulco	0,14320	0,96056	0,67075
Larg. sulco	0,36042	0,72880	0,90865
VM	0,09092	0,21747	0,20988
AM	0,08722	0,52975	0,51537
Est_0	0,60024	0,26944	0,60024
Est_f	0,82114	0,23624	0,63082
Duplo	0,95470	0,10193	0,92143
Normal	0,87341	0,01760	0,22456
Falho	0,96030	0,94709	0,31068
Ft média	0,40538	0,91207	0,69162
Ft linha	0,38931	0,87816	0,69194
Ft máx	0,17222	0,26622	0,78298
Pot média	0,40698	0,91248	0,69323
Pot máx	0,17241	0,26593	0,78376
M. Palhada	0,00235	0,01595	0,03351

Teste Tukey P (<0,05) de probabilidade; Alt = Altura do Pasto; N = Época de adubação nitrogenada; P. sem = Profundidade de deposição de semente; P. sulco = Profundidade de sulco; Larg. sulco = Largura de sulco; VM = Volume de solo mobilizado; AM = Área de solo mobilizado; Est_0 = Estande inicial; Est_f = Estande final; Ft média = Força de tração média; Ft linha = Força de tração por linha; Ft máx = Força de tração máxima; Pot média = Potência média; Pot máx = Potência máxima; M. Palhada = Massa residual da palhada.

4.3.1 Massa residual da palhada

A massa residual da palhada da aveia preta + azevém, após a retirada dos animais, apresentava valores médios de 4.397 AA NP; 2.109 AA NG; 1.461 BA

NP e 1.243 BA NG kg de MS ha⁻¹ (Figura 24).

Para a massa residual da palhada da pastagem de aveia + azevém foi verificada interação entre os fatores intensidade de pastejo, época de adubação nitrogenada (P = 0,03351) (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores de Massa residual de palhada da pastagem no momento da semeadura da soja, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.

Massa residual da palhada de aveia preta + azevém (kg MS ha ⁻¹)			
Altura de Pastejo	Época de Adubação		
	NP	NG	Média
AA	4397,91 Aa	2109,64 Bb	3253,77
BA	1461,33 Ba	1243,47 Ba	1352,40
Média	2929,62	1676,55	2303,08

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grãos, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados mostram que a quantidade de palhada deixada pelo sistema varia nas diferentes alturas de manejo do pasto, porém com interação do N, ou seja, quando se faz a utilização de nitrogênio, ocorre um incremento de produção de forragem.

Isso acontece pois a disponibilidade de N na pastagem modifica à estrutura do dossel, que por consequência aumenta a densidade populacional de perfilhos (PELLEGRINI et al., 2010), a quantidade de folhas (LANG, 2004), a taxa de aparecimento foliar (GARCEZ NETO et al., 2002) e a densidade de forragem (CASSOL et al., 2011; QUARTRIN et al., 2015), que refletirá numa maior produção de palha, ou seja, em uma mesma altura de manejo a quantidade de palhada pode ser diferente. Logo, o fato da adubação nitrogenada ter sido realizada na pastagem deixou para o sistema 2288,27 kg ha⁻¹ de fitomassa remanescente a mais nos tratamentos AA NP em relação AA NG na altura de 25 cm de manejo e 217,86 kg ha⁻¹ a mais nos tratamentos BA NP em relação ao BANG, na altura de 10 cm.

Porém se tratando de termos sustentáveis não deve-se apenas mensurar quanto de palhada o sistema produziu e sim quanto foi a produção total de forragem. Durante o período de pastejo em dissertação simultânea ao presente trabalho Bernardon (2016) obteve uma produção total de forragem de 13.888 kg MS ha⁻¹ nos tratamentos NP e 8.558 kg MS ha⁻¹ nos tratamentos NG.

O sistema de plantio direto na palha exige uma quantidade mínima

2000 kg MS ha⁻¹ de palhada sobre a superfície do solo para manutenção dos seus processos (EMBRAPA, 2012) ou de 8000 kg MS ano⁻¹ (LOVATO et al., 2004; NICOLOSO et al., 2006). Porém, o elevado acúmulo de biomassa, pode trazer efeitos indesejáveis na operacionalidade de semeadura, (RICCE; ALVES; PRETE, 2011) dificultando o corte da palha, depositando as sementes de forma superficiais e/ou muito próximas do adubo, reduzindo o contato com o solo (BREDA JR.; FACTOR, 2009). Todavia, os valores encontrados no trabalho estão abaixo do comprometimento operacional dito na literatura 6000 kg MS ha⁻¹ (ARAÚJO et al., 2001; ALVARENGA et al., 2001). De acordo com a Embrapa (2008) o contato direto com o adubo, prejudica a absorção da água pela semente, podendo ocasionar a morte da plântula. Aratani et al. (2006) citam que a palhada, quando enterrada, pode formar espaços de ar nos sulcos de plantio, impedindo o contato solo – semente prejudicando, dessa forma, a germinação.

Quando se há elevadas quantidades de fitomassa, geralmente com a utilização de plantas de cobertura de inverno, faz-se necessário adotar técnicas de manejo, como dessecação antecipada ou uso de implementos agrícolas (roçadoras ou rolo faca), para não comprometer a plantabilidade da cultura de grãos sucessora. No sistema ILP essas técnicas podem ser dispensadas, pois a quantidade de palhada não limita a plantabilidade das culturas, fazendo com que haja uma redução nas operações agrícolas reduzindo os custos. Adicionalmente, a quantidade de palhada pode ser controlada pelo produtor, com a utilização de taxa de lotação variável, onde, para obtenção de maiores ou menores valores de biomassa basta alterar a carga animal.

As diferentes quantidades de palhada presentes não limitaram a produtividade da soja (3819,75 kg ha⁻¹), porém o sistema deve ser visto de uma forma holística, sendo que as alturas de pasto mais baixas na maioria das vezes pode diminuir o desempenho animal individual, contudo, proporcionam um melhor aproveitamento da pastagem aumentando o rendimento animal por área (MARASCHIN, 1998).

4.3.2 Profundidade de deposição de sementes

Em relação à profundidade de deposição de sementes, não foi observado interação significativa entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação) e nem diferença estatística significativa ($P > 0,05$), entre os níveis dos fatores (Tabela 13).

Tabela 13 – Valores médios de profundidade de deposição de sementes (cm) na semeadura da soja, sucessora a uma pastagem manejada em diferentes alturas e épocas de adubação nitrogenada, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.

Profundidade de deposição de sementes (cm)			
Altura de Pastejo	Profundidades	Época de Adubação	Profundidades
AA	3,84	NG	3,88
BA	3,62	NP	3,57
Média	3,73	Média	3,73

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grãos, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem.

Os resultados deste trabalho mostram que mesmo em áreas com maiores intensidades de pastejo, os mecanismos sulcadores de penetração da semeadora–adubadora desempenharam uma deposição de sementes adequadas, ou seja, favoráveis à germinação, sendo que as recomendações para sementes de soja ideais estão na faixa entre 3,0 e 5,0 cm de profundidade (EMBRAPA, 1998). Isso pode ser atribuído pelo uso do mecanismo tipo haste sulcadora no momento da semeadura minimizando o efeito do pisoteio animal (MODOLO et al., 2013; TROGELLO et al., 2013), melhorando a qualidade na profundidade de deposição de sementes durante a semeadura.

Em área submetida a dois períodos de pastejo de 20 e 22 horas, com cargas animais de aproximadamente 15.000 e 16.200 kg PV ha⁻¹ Uhde et al. (1996) obtiveram maiores rendimentos de grãos de milho utilizando mecanismos de haste sulcadora, quando comparado com outros sistemas de preparo do solo em ambas as cargas animal.

Sabe-se que a adubação nitrogenada modifica as estruturas da pastagem (GARCEZ NETO et al., 2002; LANG, 2004; PELLEGRINI et al., 2010; CASSOL et al., 2011; QUARTRIN et al., 2015) e que a intensidade de pastejo regula a produção de palhada para cultura sucessora (NICOLOSO; LANZANOVA; LOVATO, 2006; CONTE et al., 2007), então esperaria se que o tratamento AANP tivesse influência negativa na plantabilidade, depositando sementes mais

superficiais, pelo fato dos mecanismos sulcadores terem dificuldades em cortar altas quantidades de palhada. Isso não se confirmou, pois apesar da quantidade de matéria seca remanescente ser maior que os demais tratamentos (Tabela 12), a mesma não é limitante ao desempenho da semeadora, pois está abaixo de 6000 kg MS ha⁻¹ (ARAÚJO et al., 2001; ALVARENGA et al., 2001).

A estrutura do dossel forrageiro também é responsável por dissipar as forças exercidas pelo pisoteio animal (CARASSAI et al., 2011). Altas intensidades de pastejo, resultam em um pisoteio mais intenso, maior tempo de pastejo e maior carga animal (BERTOL et al., 2000), que poderão comprometer a qualidade física do solo (FLORES et al., 2007) desde que as alturas fiquem abaixo da faixa de recomendação das espécies forrageiras (PONTES et al., 2004). Com a qualidade física do solo comprometida, (alta densidade e baixa porosidade: MENTGES et al., 2013; KLEIN, 2014) a semeadora encontrará dificuldades em penetrar no solo ocasionando uma deposição de sementes superficial (TRENTIN, 2015). Como a densidade do solo 1,10 g cm⁻³ do presente trabalho não foi limitante para o bom desenvolvimento da cultura da soja em todos os tratamentos, sendo valor limite de 1,33 g cm⁻³ (KLEIN, 2006), apesar das diferentes cargas animal, os diferentes manejos adotados na fase pastagem não limitaram a profundidade de deposição de sementes.

Em analogia a este trabalho, Modolo et al. (2013) não encontraram diferenças estatísticas significativas para profundidade de deposição de sementes de milho semeado após pastagem com diferentes intensidades de pastejo, utilizando haste sulcadora, com valores de 0,05 – 0,06 m. No entanto, os autores observaram diferenças significativas ao comparar os mecanismos sulcadores de haste e disco duplo em função das diferentes intensidades de pastejo sendo que o sulcador do tipo haste proporcionou maior profundidade de semeadura em relação ao disco duplo.

Franchin (2011) também não encontrou diferenças significativas para a profundidade de deposição de sementes utilizando haste sulcadora na semeadura de milho sob diferentes alturas de pastejo 30 – 15, 30 – 10, 25 – 5 cm de altura de entrada x altura de saída e sem pastejo, mostrando se que a haste sulcadora pode ser uma ferramenta à ser utilizada em sistema ILP.

4.3.3 Mobilização de solo

4.3.3.1 Profundidade e largura de sulco, área de solo mobilizado e volume de solo mobilizado

Em relação à profundidade e largura de sulco, área e volume de solo mobilizado não foram observadas interações significativas entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), nem diferença estatística significativa ($P > 0,05$) nos tratamentos avaliados (Tabela 14).

Quando se faz uso da haste sulcadora na semeadora-adubadora durante a abertura de sulco de semeadura na soja, o seu modo de ação é mais agressivo comparado a outros mecanismos tradicionais (disco simples, ou duplos de corte) (MELLO et al., 2003), dessa maneira, a mesma consegue romper as camadas de solo que por ventura pudessem estar compactadas, por um manejo mais intenso na pastagem como uma maior taxa de lotação animal (BORDIGNON, 2005).

Dessa forma, independentemente da intensidade de pastejo utilizada (baixa ou alta altura de pasto) e da época da adubação nitrogenada (pastagem ou lavoura), não há diferença na mobilização de solo quando se faz a utilização da haste sulcadora. Porém a não diferença encontrada entre a mobilização de solo pode ser caracterizada pela inexistência estatística significativa entre a profundidade e largura de sulco, que pode ser consequência da regulagem de profundidade do implemento ter sido igual para todos os tratamentos e/ou também da baixa densidade de solo $1,10 \text{ g cm}^{-3}$ no momento da semeadura.

Tabela 14 – Valores médios de profundidade de sulco, largura de sulco, volume mobilizado e área mobilizada em função da intensidade de pastejo e adubação nitrogenada, no momento da semeadura da soja, após da saída dos animais da área experimental.

Altura de Pastejo	Prof. Sulco (cm)	Larg. Sulco (cm)	VM ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	AM (cm^2)
AA	4,78	6,99	75,81	34,95
BA	4,44	6,24	68,95	31,03
Época de Adubação	Prof. Sulco (cm)	Larg. Sulco (cm)	VM ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	AM (cm^2)
NG	4,61	6,48	74,73	33,63
NP	4,60	6,75	70,03	32,35
Média Geral	4,61	6,61	72,38	33,00

Prof. Sulco = Profundidade de sulco; Larg. Sulco= Largura de Sulco; VM= Volume de solo mobilizado; AM= Área de solo mobilizado; AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio Grãos, NP = Nitrogênio Pastagem.

Paralelo a esse trabalho, Modolo et al. (2013) estudando a atuação de mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo, obtiveram maior área de solo mobilizada utilizando a haste sulcadora, quando comparado com o disco duplo, porém não observaram influência das intensidades de pastejo sobre a área de solo mobilizado.

A haste sulcadora, é eficiente em aumentar a macroporosidade e diminuir a microporosidade e a densidade do solo (KLEIN et al., 2008). Dessa forma, o seu uso nas semeadoras de grãos no sistema de integração lavoura – pecuária é uma boa opção para melhorar a plantabilidade e desempenho produtivo, devido sua maior capacidade de aprofundamento e mobilização do solo (BORDIGNON, 2005), pois conseguem romper camadas mais adensadas (MODOLO et al., 2013) ocasionadas pelo pisoteio animal na fase pastagem (LANZANOVA et al., 2007) e/ou pelo tráfego indiscriminado de máquinas na fase lavoura (RAPER, 2005), além de mobilizar o solo apenas na linha de semeadura, minimizando possíveis zonas de compactação (UNGER; KASPAR; 1994; TORMENA et al., 1998; ABREU et al., 2004; GENRO JÚNIOR et al., 2004). Desta forma, há melhorias no desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas, quando comparados ao sulcador do tipo disco (GERMINO; BENEZ, 2006), entretanto, a profundidade ideal de atuação das hastes sulcadoras ainda é questionada, tanto por produtores como por pesquisadores (CEPIK; TREIN; LEVIEN, 2010).

Altas intensidades de pastejo, resultam em um pisoteio mais intenso, (BERTOL et al., 2000) que por consequência podem aumentar a densidade do solo (FLORES et al., 2007). Então, era esperado que os tratamentos BANP e BANG pudessem apresentar dois comportamentos distintos. As hipóteses seriam que esses tratamentos teriam maiores densidades do solo em relação aos tratamentos AANP e AANG. Dessa maneira, fixando a profundidade de atuação da haste (5 cm) para todos os tratamentos, uma maior quantidade de solo seria mobilizado nas altas intensidades de pastejo (BANP e BANG). De forma contrária, as maiores densidades do solo implicam também em maiores resistências à penetração (MONTANARI et al., 2012; SPERA et al., 2012; ORTIGARA et al., 2014) dos mecanismos de corte da semeadora, ocasionando assim menores mobilizações de solo. Porém, ambas as hipóteses não foram comprovadas pela inexistência de

diferenças significativas de densidade do solo entre os tratamentos $1,10 \text{ g cm}^{-3}$.

Efeito similar foi encontrado por Franchin (2011) ao avaliar a qualidade de semeadura de milho sob diferentes intensidades de pastejo, não encontrou diferenças significativas para área de solo mobilizado pela não diferença entre a densidade do solo nos tratamentos 30×15 , 30×10 , 25×5 cm de altura de entrada x altura de saída com valores de $74,25$; $90,85$ e $85,63 \text{ cm}^2$ e $1,35$; $1,38$ e $1,39 \text{ g cm}^{-3}$, respectivamente.

Em área de integração lavoura – pecuária submetida há tratamentos com e sem pastejo de aveia preta num Latossolo Vermelho Eutroférico sob diferentes estados de umidade (úmido e seco) e compactação $1,21$ e $1,31 \text{ g cm}^{-3}$, Andreolla e Gabriel Filho (2006) não encontraram diferença significativa de profundidade de sulco com o uso de hastes sulcadoras a 12 cm de profundidade, assim como disco duplo 5 cm, mostrando que os mecanismos de corte da semeadora quando regulados em uma determinada profundidade conseguem trabalhar com diferentes densidades, o que poderia mobilizar mais solo na maior densidade na mesma profundidade de sulco.

Fixando a profundidade de atuação da haste sulcadora em $4,6$ cm (Tabela 14) a quantidade de palhada independente do tratamento (Tabela 12) deixada pela pastagem, não impediu o desempenho da semeadora, que por consequência não diferiu estatisticamente a mobilização de solo. Quando se trabalha com a profundidade fixada Herzog et al. (2004), dizem que o volume de solo mobilizado não se relaciona com a quantidade de palhada depositada sobre o solo. Porém, Cepik (2006), trabalhando com uma semeadora de cinco linhas verificou que maiores quantidades de resíduo resultaram em maiores quantidades de solo mobilizado, somente em profundidades de atuação da haste sulcadora acima 7 cm. Há uma relação entre a quantidade de palhada e a profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores, onde o aumento dos níveis de palhada pode proporcionar uma maior umidade do solo permitindo maior penetração dos mesmos (SANTOS et al., 2010). Dessa forma, em maiores profundidades os mecanismos sulcadores mobilizam mais solo (TROGELLO et al., 2013).

A escolha dos mecanismos sulcadores do tipo disco ou haste pode ser definida pelo manejo da intensidade de pastejo se a pastagem for bem manejada,

pode-se optar pela utilização do mecanismo sulcador tipo disco (MODOLO et al., 2013) caso contrário, deve-se optar pelo uso de haste (SARTORI et al., 2016), pois foi projetada para romper camadas mais adensadas (SILVA et al., 2006).

4.3.4 Uniformidade de distribuição de plantas

Em relação à uniformidade de distribuição de plantas não foi observada interação significativa entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação) nem diferença estatística significativa ($P > 0,05$) para espaçamentos duplos e falhos. Avaliando os efeitos simples para os tratamentos analisados, somente foi observado diferença significativa nos espaçamentos normais quanto à época de adubação nitrogenada (Tabela 15).

Tabela 15 – Valores médios uniformidade de distribuição de plantas de soja semeada a diferentes manejos da pastagem antecessora, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.

Uniformidade de distribuição de plantas			
Altura de Pastejo	Duplos (%)	Normais (%)	Falhos (%)
AA	21,12	56,55	22,33
BA	21,02	56,72	22,26
Época de Adubação	Duplos (%)	Normais (%)	Falhos (%)
NG	19,52	58,23 a	22,25
NP	22,61	55,04 b	22,34
Média Geral	21,07	56,64	22,29

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grãos, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As diferenças encontradas nos espaçamentos normais de distribuição podem ser atribuídas a mudanças estruturais na pastagem proporcionadas pela adubação nitrogenada (GARCEZ NETO et al., 2002; LANG, 2004; PELLEGRINI et al., 2010; CASSOL et al., 2011; QUARTRIN et al., 2015) que por sua vez pode dificultar o corte da palhada e, conseqüentemente, dificultando a distribuição de sementes (Tabela 15). Outro ponto importante é que a alta produção da pastagem paralelamente proporciona uma maior produção de raízes (GUEDES et al., 2011), que também pode dificultar o tráfego da semeadora.

A semeadora – adubadora estava regulada para distribuir 13 sementes

por metro linear, sendo assim, as distâncias ideais de distribuições seriam 7,69 cm entre plantas, logo, utilizando a metodologia descrita por Kurachi, (1989) os espaçamentos normais encontrariam se na faixa entre 3,86 – 11,54 cm, sendo abaixo desse parâmetro se caracterizariam espaçamentos duplos e acima falhos.

Avaliando os parâmetros de desempenho da semeadura propostos por Tourino e Klingensteiner (1983), cuja escala é obtida avaliando a % de espaçamentos normais, sendo: 90 a 100 % ótimo; 75 à 90 % bom; 50 à 75 % regular e menores de 50% insatisfatório, a semeadura se caracterizou como regular. Um dos fatores que pode afetar o desempenho da semeadora-adubadora é a conservação e manutenção da mesma (EMBRAPA, 1994). Nesse contexto, o desempenho regular encontrado no presente trabalho em parte pode estar atribuído a falta de revisões periódicas da semeadora-adubadora com alguns componentes da máquina em ponto de substituição.

A velocidade de operação foi de 5,5 km h⁻¹ e estava dentro dos parâmetros recomendados para semeadoras com distribuição de sementes no disco horizontal (BALASTREIRE, 1990; OLIVEIRA et al., 2000), sendo que as velocidades ideais variam entre 4 a 6 km h⁻¹. Velocidades acima da recomendação aumentam o número de espaçamentos duplos e falhos prejudicando a uniformidade de distribuição, e conseqüentemente a plantabilidade (CRUZ et al., 2010; SANTOS et al., 2011, TROGELLO et al., 2013). Storck et al. (2015) concluíram que o aumento da velocidade da operação de semeadura resulta numa maior medida de irregularidade entre plantas de milho. De acordo com Copetti (2003), o percentual de espaçamentos falhos passou de 7,1% para 24,9%, duplos de 8,2% para 14,1% e aceitáveis de 84,7% para 61% quando a velocidade foi de 4,5 km h⁻¹ para 8,0 km h⁻¹.

A quantidade de resíduos vegetais após a fase pastagem foi heterogênea nos diferentes tratamentos (Tabela 12). Sabe-se que altas quantidades de palhada dificultam a distribuição de sementes (ARATANI et al., 2006; FRANCHINI et al., 2015; BALBINOT JR; FRANCHINI; DEBIASI, 2016), assim como, atuam como uma barreira física à emergência, sobretudo nos segmentos de linhas em que a palha não foi afastada adequadamente (BALBINOT JR; FRANCHINI; DEBIASI, 2016). Dessa forma, era esperado que os tratamentos AA apresentariam maior desuniformidade de distribuição, fato que não foi comprovado. Então se supõe

que todas as quantidades de palhada encontrada no trabalho estão abaixo de uma quantidade limitante a distribuição de sementes. Araújo et al. (2001) e Alvarenga et al. (2001) encontraram um valor limitante ao desempenho da semeadora de 6000 kg MS ha⁻¹. Apesar de o desempenho regular da semeadora outros fatores como regularidade operacional atuaram nos resultados (EMBRAPA, 1994).

Um dos motivos que se poderia atribuir a uma possível influência na uniformidade de distribuição de sementes, é a densidade de solo, sendo que em áreas mais adensadas existe uma dificuldade de trafegabilidade das semeadoras por exigir mais potência do trator para movimentá-la (TRENTIN, 2015). Sendo assim se esperava que o tratamento BANG apresentasse maiores quantidades de espaçamentos duplos e falhos, porém esse efeito não foi observado, pela inexistência de diferenças estatísticas significativas de densidade do solo nos tratamentos avaliados, tendo uma média de 1,10 g cm⁻³ em todos os tratamentos. Trabalhando com distribuição de sementes em diferentes densidades de solo Araújo, Casão Jr. e Siqueira, (2001), concluíram que as maiores densidades de solo apresentaram abertura irregular do sulco e menores profundidades de semeadura de soja, afetando negativamente a uniformidade de distribuição, germinação e emergência das sementes colocadas no solo.

Outro aspecto a ser considerado é que, não havendo intervalo entre a dessecação e a semeadura da soja, ocorre menor dificuldade de ação dos mecanismos de corte de palha da máquina. Dessa maneira a qualidade e quantidade de palhada não limitaram o desempenho da semeadora-adubadora. Oliveira (2014), avaliando a produção de grãos de milho sob diferentes dias de dessecação da palhada de azevém consorciado com ervilhaca (0, 15 e 30 dias antes da semeadura), observou maiores produções no tratamento “pousio zero” (0 dias) e menor no tratamento 15 dias. Isso pode ser atribuído ao fato de que aos 15 dias as plantas estão murchas, o que dificulta no corte da palha. Fato esse que não se observa aos 30 dias antes onde as plantas já estão secas e aos 0 dias onde as plantas estão turgidas.

4.3.5 Estante de plantas

Em relação ao estande de plantas não foi observado interação significativa entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), nem diferença estatística significativa ($P > 0,05$), entre os níveis dos fatores avaliados (Tabela 16).

Tabela 16 – Valores de médios de estande de plantas de soja cultivados sob uma pastagem com diferentes intensidades de pastejo e épocas de adubação nitrogenada, Abelardo Luz – SC safra 2014/2015.

Estande de plantas (n° de plantas ha⁻¹)			
Altura de Pastejo	Estande de plantas	Época de Adubação	Estande de plantas
AA	282.870,40	NG	272.222,20
BA	279.629,60	NP	290.277,80
Média	281.250	Média	281.250

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grãos, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem.

Os tratamentos avaliados não influenciaram na população de plantas, porém os valores estão ligeiramente a baixo da recomendação sugerida pela empresa sementeira, sendo para soja cv. 'NS 5909' para região de Abelardo Luz uma quantidade de 280 – 340 mil plantas ha⁻¹. Isso se deve ao fato da semeadora estar regulada para distribuir 13 sementes por metro linear, sendo assim o estande no espaçamento 0,45 m seria de 288 mil plantas ha⁻¹. A razão do estande estar abaixo do previsto, pode ser atribuído ao fato de que não foi considerado a pureza e o poder germinativo no momento da semeadura. Sendo assim, para se obter uma distribuição de 13 sementes por metro linear viáveis para germinação deveria se ter regulado a semeadora para distribuir 15,20 sementes por metro linear.

Diferentemente do presente trabalho avaliando o estande de plantas de soja cultivada em sucessão a um consórcio de pastagem de aveia preta + azevém manejadas em diferentes alturas de pastejo (sem pastejo, 10, 20, 30 e 40 cm de altura) no sistema de integração lavoura – pecuária, Terra Lopes et al. (2009), observaram que as alturas do pasto influenciaram de forma linear o estande de plantas, onde as maiores alturas apresentaram um maior número de plantas por metro linear. Os autores atribuíram essa diferença pelo fato das áreas com baixas alturas apresentarem maiores densidades de solo devido à maior carga animal, dificultando assim o desempenho da semeadora, porém sem diferenças na produtividade final da lavoura.

Quando se estuda o sistema ILP observa-se que a densidade do solo e a quantidade de palhada são dois fatores que influenciam a plantabilidade. Porém, cada um atua de maneira oposta ao outro. Baixas intensidades de pastejo geram menores densidades de solo (ALBUQUERQUE et al., 2001; CASSOL, 2003) e maiores quantidades de palhada (NICOLOSO; LANZANOVA; LOVATO, 2006; CONTE et al., 2007). Dessa maneira, elevada quantidade de biomassa remanescente pode dificultar a exteriorização do caulículo da soja, por se constituir em barreira física à emergência (BALBINOT JR., 2016) diminuindo o estande de plantas. Adicionalmente, a elevada densidade solo dificulta a penetração da semeadora (TRENTIN, 2015), acarretando numa má distribuição de sementes e a deposição mais superficial que também diminui o estande final de plantas.

Semelhante a este trabalho, Flores et al. (2007) não encontraram diferenças significativas no estande de plantas de soja cultivada sobre diferentes manejos de uma mistura forrageira de inverno, composta de aveia forrageira + azevém em quatro alturas da pastagem: 10, 20, 30 e 40 cm, avaliadas 36 dias após a emergência, com utilização de haste sulcadora na semeadura.

Apesar do estande de planta ter sido desuniforme e abaixo da recomendação para cultivar, o rendimento final (3820 kg ha^{-1}) foi acima do esperado, devido ao fato da soja ser mais eficiente em apresentar índices estáveis de colheita (VEGA et al., 2000). Essa característica é peculiar da sua alta capacidade de expressar plasticidade fenotípica, pela grande e rápida capacidade de ramificação lateral, permitindo atingir índices de área foliar teto antes da determinação da produção da cultura (ANDRADE; ABBATE, 2005).

4.3.6 Avaliação de tração e potência requerida pela semeadora–adubadora

Em relação à demanda de tração e potência requerida pela semeadora –adubadora, não foi observado interações significativas entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), nem diferença estatística significativa ($P > 0,05$), entre os tratamentos (Tabela 17). Uma vez que a área média de solo mobilizado não variou significativamente conforme descrito na Tabela 14. A não diferença de esforço requerido pela máquina observado no presente trabalho pode ser atribuída a

uma excelente condição das plantas forrageiras que dissiparam a energia proporcionada pelo pisoteio no período de pastejo e pela atuação de suas raízes que atuaram como agentes descompactantes, independentemente das áreas com maior carga animal. O valor médio de força de tração foi de 14,96 kN e a potência média encontrada foi de 20,77 kW, com uma profundidade média de atuação da haste sulcadora de 4,61 cm como já descrito na Tabela 14.

Tabela 17 – Valores da demanda de potência do trator e da força de tração exigida pela semeadora no momento da semeadura da soja, após da saída dos animais da área experimental.

Força de tração e demanda de potência requerida pela semeadora – adubadora					
Altura de Pastejo	Ft Média (kN)	Ft linha (kN)	Ft máx (kN)	Pot média (kW)	Pot máx (kW)
AA	15,13	2,16	20,01	21,01	27,80
BA	14,79	2,11	18,64	20,54	25,89
Época de Adubação	Ft Média (kN)	Ft linha (kN)	Ft máx (kN)	Pot média (kW)	Pot máx (kW)
NG	14,98	2,14	18,78	20,80	26,09
NP	14,94	2,13	19,87	20,75	27,60
Média	14,96	2,13	19,32	20,77	26,84

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio Grãos, NP = Nitrogênio Pastagem. Ft média= Força de tração média; Ft linha= Força de tração por linha de semeadura; Ft máx= Força de Tração máxima; Pot média= Potência média; Pot máx= Potência máxima.

A demanda de potência máxima exigida pelo trator apresentou valores médios de 26,84 kW ou 36,49 cv na barra de tração, ou seja, 60 cv de potência exigida pelo motor. A Semeadora Stara 5160 utilizada no presente trabalho era equipada com 7 linhas de semeadura e haste sulcadora para deposição de adubo, então ao transformar os dados de demanda de potência por linhas obtêm-se 8,57 cv linha⁻¹. Araújo et al. (2001) concluíram que, em solos argilosos numa velocidade de operação 4,5 e 7,7 km h⁻¹, a demanda de potência exigida por linha é de 6 e 11,28 cv linha⁻¹, respectivamente. Já Casão Júnior et al. (2000), disseram que numa profundidade de 10 cm trabalhando à 5,0 km h⁻¹ necessita de 7,2 cv por linha.

Os valores de tração obtidos são relativamente baixos, isso se deve pelo fato da haste sulcadora ter sido regulada para trabalhar em baixas profundidades (5 cm), sendo que, ao penetrar em camadas mais profundas exige mais do potencial da máquina (SILVEIRA et al., 2005). Nesse sentido, Conte et al. (2007) observaram um aumento da força de tração demandada pelas hastes sulcadoras da semeadora de 120% quando a profundidade de trabalho passou de 0,12 m a 0,15 m, aumentando a área média de solo mobilizado, por sua vez, de 115

para 142 cm² respectivamente. Já, Xavier (2005) concluiu que o aumento na profundidade de atuação da haste sulcadora de 0,06 para 0,10 m incrementou um aumento de força de tração por haste de 95%.

Outro fator que explica a não diferença significativa entre os tratamentos avaliados é a não diferença nos atributos físicos do solo, cujos os valores médios de densidade foram 1,10 g cm⁻³ e de porosidade total 0,58 m³ m⁻³. Sendo assim, a diferença entre valores na física e mobilização de solo é proporcional a diferença da demanda de potência exigida pelo trator. Em situações com maiores densidades de solo (SECCO, 2003) oriundas da intensidade de pastejo acima da capacidade de suporte da pastagem, associada à má estrutura de dossel com aplicação de N na fase lavoura, redução no teor de água do solo (BRAIDA, 2004), assim como maiores mobilizações do mesmo e maiores resistências mecânica a penetração de raízes, incrementariam a coesão e o ângulo de atrito interno do solo (CONTE et al., 2007) conseqüentemente a energia exigida pela máquina seria maior.

Trentin (2015) trabalhando com haste sulcadora, concluiu que quanto maior for a densidade do solo, maiores são as exigências de força e potência, indicando relação linear, com acréscimo de 28,2 N cm⁻¹ para cada unidade centesimal a mais de densidade do solo, cujo os valores obtidos com as densidades de 1,16 e 1,26 g cm⁻³, foram 1.200 e 1.483 N cm⁻¹, respectivamente, ou seja, foi necessário 23% de força a mais para mobilizar a mesma profundidade de sulco.

Paralelo a este trabalho, Bonini et al. (2008), trabalhando com haste sulcadora em Latossolo Vermelho em diferentes níveis de compactação exercidos por um rolo compactador oriundo do número de passadas na mesma área (1, 3 e 5 passadas) não obtiveram diferença significativa nos valores de densidade e conseqüentemente na força de tração por linha com valor médio de 1,34 g cm⁻³, 1,91 kN, respectivamente.

Conte et al. (2008), trabalhando com diferentes intensidades de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm) observaram redução linear e significativa na força de tração demandada pelas semeadoras com o aumento na altura da pastagem independentemente da profundidade de atuação, porém com efeito mais visivelmente pronunciado nas profundidades acima de 12 cm. Esses autores

atribuem a diferença devido ao fato de que em menores alturas o solo encontrava-se mais denso. O fato é que quanto maior for o grau de compactação do solo maior será o requerimento de força de tração (SÁNCHEZ-GIRÓN et al., 2005; CONTE et al., 2007).

A baixa penetração da haste sulcadora pode ser uma alternativa de uso para as áreas de integração lavoura – pecuária com manejos adequados, visto que atualmente, na região os produtores têm utilizado quase que em sua totalidade, mecanismo tipo haste para áreas pastejadas no inverno e disco duplo para áreas não pastejadas, trazendo a desvantagem de aumento da área de solo descoberto, maior mobilização de solo (MNZTFA, 1998), incidência de plantas daninhas, a possibilidade de falhas no aterramento do sulco, reduzindo a população de plantas (RIGHES et al., 1990; TESSIER et al., 1991; FARRET et al., 1992; COELHO, 1998), ocorrência de erosão (MELLO; PINTO; YANO, 2003), aumento no consumo de combustível e requerimento de força de tração (SILVA, 2003) e elevando os custos de produção (REIS et al., 2006).

A utilização da haste sulcadora em maiores profundidades, por outro lado, pode ser benéfica nos casos de áreas de integração lavoura – pecuária mal manejadas com utilização de altas cargas animal e tráfego de máquinas descontrolado (MODOLO et al., 2013), podendo apresentar algumas vantagens pela maior capacidade de penetração, melhor rompimento da camada superficial compactada, podendo melhorar o desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas (GERMINO; BENEZ, 2006).

Além disso, o uso de hastas sulcadoras permite a deposição do fertilizante a maiores profundidades (BORDIGNON, 2005), o que pode estimular o aprofundamento das raízes (GERMINO e BENEZ, 2006), tendo em vista que os nutrientes, em semeadura direta, tendem a se concentrar na superfície do solo, criando um gradiente de concentração entre as camadas (FALLEIRO et al., 2003; SHERER et al., 2007) e, desse modo, minimizar os efeitos da compactação sobre o crescimento das plantas (CONTE et al., 2008).

A quantidade de palhada foi heterogênea nos diferentes tratamentos (Tabela 12). Dessa forma se esperaria que o tratamento AANP apresentasse maior demanda de força e potência por apresentar maior quantidade de palhada (SILVA et

al., 2012) elevando também o índice de patinação (FEY et al., 2002; ARATANI et al., 2006) em relação aos demais tratamentos (AANG, BANP e BANG) prejudicando o desempenho do trator. Porém, as quantidades encontradas no dia da semeadura do presente trabalho não refletiram em maior requerimento força e potência do trator.

Uma das variáveis que mais altera os valores de demanda de força e potência do trator é a velocidade de trabalho (ARAÚJO et al., 2001; MODOLO et al., 2004; SILVEIRA et al., 2005), como a velocidade de trabalho foi constante em todos os tratamentos (5,5 km h⁻¹) e não se observou efeitos de patinação, dessa maneira então, não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

4.4 CONCLUSÕES

As diferentes estratégias de manejo adotadas na fase pastagem aparentemente não influenciaram as variáveis de plantabilidade, mobilização e demanda de força e potência exigida pelo trator.

Os valores de 1243,47 até 4397,91 kg MS ha⁻¹ de palhada não limitaram a plantabilidade, mobilização de solo, desempenho da semeadora-adubadora.

A aplicação de nitrogênio na pastagem influenciou a distribuição de sementes, pela mudança estrutural do dossel forrageiro.

Nesse espectro de manejo de intensidades de pastejo não há um comprometimento da qualidade de semeadura.

5 PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SUCESSÃO A PASTAGEM MANEJADA EM DIFERENTES ALTURAS DE DOSSEL E ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO

TATTO, Wilson Henrique. **Altura de pasto e adubação nitrogenada podem afetar os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura – pecuária?**. 194 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017

Resumo: O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC em área de Latossolo Bruno distrófico típico para avaliar os componentes de rendimento e produtividade de soja cultivada após pastagem de aveia preta ‘BRS 139’ mais azevém ‘Barjumbo’ manejada em duas alturas de dossel (25 e 10 cm) em pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável e duas épocas de adubação nitrogenada (NP – N colocado na fase pastagem e NG – N aplicado na fase cultura de milho, anterior à pastagem) na dose 200 kg N ha⁻¹ em cobertura. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. A produtividade da soja foi determinada por meio da massa de grãos, corrigido para umidade de 13%. A altura de plantas foi medida pela distância entre o colo da planta e o ápice da haste principal e a altura de inserção da primeira vagem entre o colo e a primeira vagem em relação ao solo, utilizando uma régua. O número de grãos por vagem foi obtido pela contagem manual de todos os grãos presentes em cada vagem em cada planta. O número de vagens por planta foi determinado pela contagem de todas as vagens inseridas na planta, mesmo as consideradas chochas. Os resultados foram submetidos ao teste F (P<0,05). Não se constatou interação entre os fatores para todas as variáveis estudadas e somente efeito significativo dos tratamentos em diferentes épocas de adubação nitrogenada sobre o número de grãos por vagem, porém ocorre um equilíbrio de aumento ou diminuição de valores das outras variáveis de componentes de rendimento, o que explica a não diferença significativa de produtividade, que apresentou valor médio obtido de 3820 kg ha⁻¹, superior a média nacional e das expectativas de produção. Isso é reflexo de que a área de estudo apresentou boa fertilidade do solo e condições físicas ideais para o cultivo dessa leguminosa independentemente dos tratamentos avaliados, o que mostra o potencial de intensificar as áreas do sistema.

Palavras-chave: Manejo de pasto. Sistemas integrados. Sustentabilidade.

ABSTRACT

TATTO, Wilson Henrique. **Can pasture height and nitrogen fertilization affect soil physical elements, planting and soybean production in Crop Livestock Systems?**. 194 f. Dissertation (Masters os Scence - Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2017.

The aim of this work was to evaluate the grain yield and the yield components of soybean cropped in succession to a pasture managed according grazing intensities of and nitrogen fertilization strategies, in Crop Livestock System (CLS). The experiment was carried out at the city of Abelardo Luz – SC – Brazil (26°31'30" S; 52°15'35"W; 850 m asl.), in a 14 ha area, where a long term no-till – CLS experiment has been conducted since 2012. Soil classification of the area is dystrophic Red Latosol (Oxisol). The experimental design was randomized blocks with three replications, arranged in a factorial scheme (2x2). First factor was composed by grazing intensities (high and low), established by two heights of pasture management (10 and 25 cm). The second factor was the N fertilization strategy, being the 200 kg of N ha⁻¹ applied in top dressing to the pasture (NP) or N applied in the grain crop (NG). The height of the pasture was regulated by grazing with put and take continuous stocking with three animal testers. The pasture was a consortium of black oat 'BRS 139' + ryegrass 'Barjumbo'. The soybean cultivar 'Nidera 5909' was sown on November 28, 2014, 18 days after the animals were removed from the area. Soybean yield was determined by means of the grain mass, and after, corrected to 13% humidity. The height of the plants was measured using a graduated rule of 1 cm scale, considering the distance between the soil and the apex of the main stem. The height of the first pod insertion was measured as well considering the distance between the soil and the first pod. The number of grains per pod was obtained by the average of the manual counting of all the grains present in each pod in each plant. The number of pods per plant was determined by counting all the pods inserted in the plant, even those considered as pips. The results were submitted to the F test (P <0.05). There was no interaction between the factors for all the studied variables. Significant effects of the treatments were identified according the nitrogen fertilization strategies on the number of grains per pod. A compensatory effect takes place in other yield components, which resulted in no differences in the grain yieldsproductio.. Productivity showed an average value of 3,820 kg ha⁻¹, higher than the national average and productivity expectations. This reflects that the study area presented good soil fertility and physical conditions for the cropping of this legume, independently of the evaluated treatments. Still, this systems shows the potential to intensify the use of agricultural areas.

Keywords: Integrated systems. Pasture management. Sustainability.

5.1 INTRODUÇÃO

A região do sul do Brasil possui características edafoclimáticas favoráveis às atividades agrícolas e pecuárias. Nesse sentido, a agricultura historicamente vem sendo conduzida, de forma bastante intensiva durante o verão e pouco no inverno. Na safra 2014/2015 foram cultivados aproximadamente 15 milhões de hectares com soja e milho no verão, no entanto, no inverno apenas 20% desse total foram cultivados com trigo, aveia, cevada, centeio e triticale, restando aproximadamente 12 milhões de hectares sem geração de renda (CONAB, 2015).

Nesse contexto, os sistemas de integração lavoura – pecuária possibilitam a integração da produção de grãos, no verão, com a atividade pecuária no inverno nas áreas que permanecem em pousio ou ocupadas por culturas de cobertura, destacando-se principalmente o uso de gramíneas hibernais, como aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), tornando assim, a atividade pecuária uma alternativa economicamente viável.

Porém, existe um conceito, entre produtores e técnicos, de que a colocação de animais em pastagem nas mesmas áreas que no período quente serão cultivadas plantas para grãos (milho, soja e feijão) é negativa, pois o pisoteio animal compacta o solo e diminui o rendimento das culturas de grãos em sucessão (CARVALHO et al., 2005). Com isso, limita-se a adoção de uma tecnologia que se mostra fundamental na diversificação e na rotação dos sistemas agrícolas, na estabilidade e no incremento de rentabilidade às explorações agrícolas (CARVALHO et al., 2005). Por outro lado, não têm sido verificados efeitos do pisoteio animal sobre a densidade, a porosidade e a compressibilidade do solo em área de pastagem de aveia preta e azevém anual, sob lotação contínua em alturas de pasto variando entre 10 e 40 cm (CASSOL, 2003; FLORES et al., 2007). É provável que esse paradigma seja uma herança de épocas em que predominava o uso de agricultura convencional, em que se utilizava o preparo do solo, aliado ao uso incorreto de lotações excessivas na rotação com a pecuária (MORAES; LUSTOSA, 1997) e a não adubação da mesma.

Do ponto de vista da sustentabilidade, a agricultura e a pecuária não devem ser vistas como atividades antagônicas, mas sim como atividades

complementares que, quando integradas, funcionam em sinergismo (BORTOLLI, 2016), sendo que quando adequadamente manejada, a integração com a pecuária pode, inclusive, potencializar a produção da lavoura (ASSMANN et al., 2003) e vice-versa. Então, o sucesso deste sistema depende do manejo integrado dos seus componentes (solo-planta-animal) que por sua vez, são dinâmicos e interagem entre si.

Tradicionalmente, em cultivo sob sistema de plantio direto, a adubação é feita apenas para a cultura produtora de grãos no verão e durante o cultivo de gramíneas de cobertura de inverno, pouca ou nenhuma adubação é realizada. Porém, existem indicações científicas de que o efeito “residual” mais importante é da adubação feita na pastagem sobre a lavoura e não vice-versa como é o senso comum entre os técnicos e produtores (ASSMANN et al., 2003).

Isto faz com que a pesquisa comece a sugerir um processo de antecipação de adubação nitrogenada destinada à cultura de grãos, sendo esta realizada na fase pastagem antecessora a tal cultivo, tendo como princípio a adubação de sistemas e não apenas da cultura a ser implantada (BORTOLLI, 2016).

Inúmeras são as vantagens em se antecipar a adubação nitrogenada para a fase pastagem em comparação à aplicação feita sobre a cultura de grãos. Dentre elas estão o menor custo do adubo ser tradicionalmente no inverno devido à baixa demanda, a redução de possíveis perdas de N por volatilização por apresentar melhores condições de temperatura e umidade, maior população e distribuição de plantas aumentando a capacidade de absorção do nutriente em menor tempo, potencialização da fase pastagem incrementando nos ganhos dos animais e disponibilização antecipada de nutrientes para lavoura sucessora.

Sistemas integrados apresentam maiores complexidades no manejo dos seus componentes, quando comparados a modelos especializados de produção. Neste sentido, taxas de lotação animal e adubação nitrogenada em pastagens são questões importantes para compreender e melhorar a eficiência global do sistema.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da soja cultivada em sucessão a uma pastagem submetida a diferentes manejos de altura de pasto e época de adubação nitrogenada.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Caracterização da área em estudo

O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC, em área pertencente à Fazenda Pacheco, coordenadas 26° 31' S e 51° 35' W e com altitude média de 850 m. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido), segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014). O solo da área é classificado como Latossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2013) com textura muito argilosa e relevo suave ondulado (Figura 27).

A área experimental possui 14 ha, aonde desde 2012 vem sendo conduzido um experimento em longo prazo com integração lavoura – pecuária, sob plantio direto.

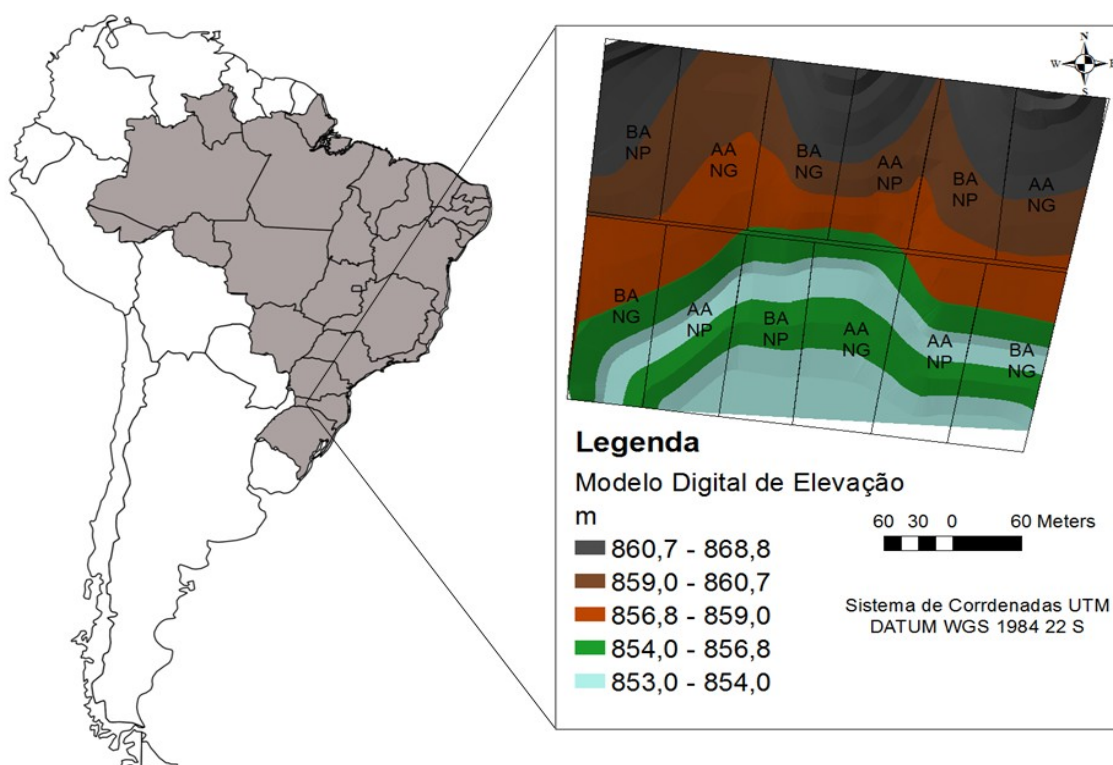


Figura 27 – Levantamento planialtimétrico da área experimental. Abelardo Luz – SC.

Os meses que registraram menores precipitações pluviométricas durante o período de pastejo foram julho, agosto e outubro com valores de 124,2, 150,2 e 119,2 mm respectivamente, enquanto que o mês de junho apresentou o maior índice pluviométrico, cerca de 590,3 mm. Os meses mais frios ocorreram entre

maio e agosto com temperaturas médias de cerca de 12,7 °C, enquanto com meses mais quentes foram março e outubro onde as temperaturas ficaram acima dos 18 °C.

Durante a fase lavoura os meses que registraram menores precipitações pluviométricas foram março e abril 70,9 e 15,6 mm respectivamente, porém esse último foi o mês de colheita da cultura, o que possibilitou melhores condições de trabalho, já o mês mais chuvoso foi janeiro, com registro de 273,2 mm, época de pleno desenvolvimento da soja. O mês com menor temperatura foi abril cerca de 12,52 °C, enquanto que o mês com maior foi janeiro, onde a temperatura média alcançou 21,13 °C (Figura 28).

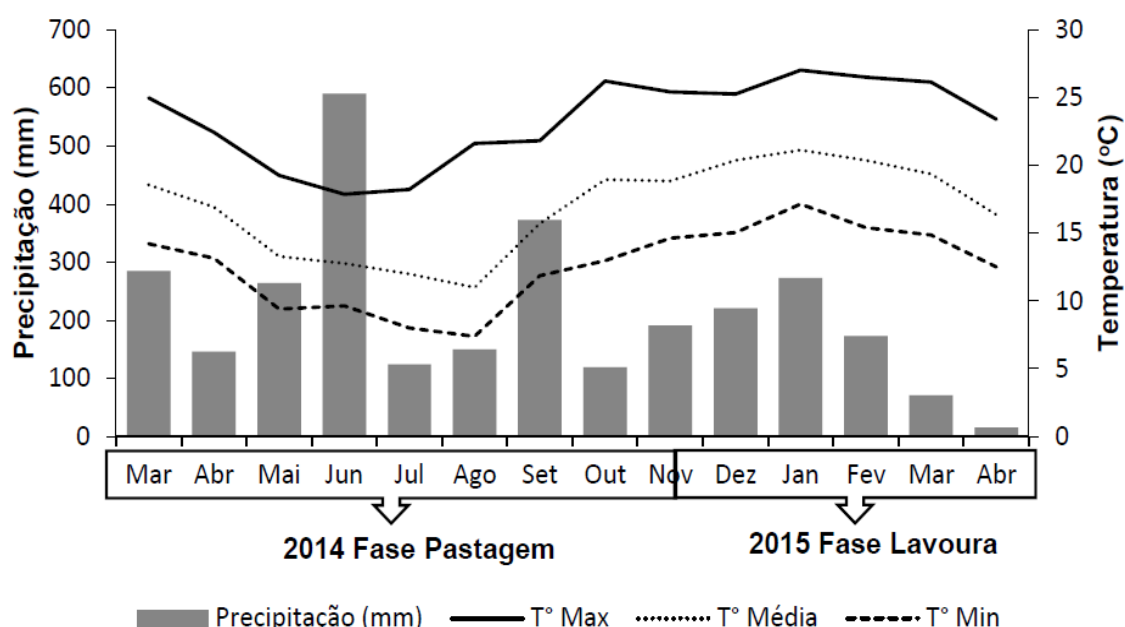


Figura 28 – Dados meteorológicos observados durante o período experimental (Pastagem e Lavoura) (março de 2014 a abril de 2015) na região de Abelardo Luz – SC. Fonte: Epagri Santa Catarina, Ponte Serrada – SC (2016).

5.2.2 Montagem e condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial (2 x 2), com três repetições. Os tratamentos foram realizados na fase que antecedeu a soja, ou seja, na fase da pastagem. Os fatores foram compostos de duas intensidades de pastejo e de duas épocas de aplicação de nitrogênio.

As intensidades de pastejo (alta altura AA e baixa altura BA de dossel) pretendidas foram de 25 e 10 cm e as médias das alturas reais, durante todo o

período experimental, foram de 23,7 e 10,7 cm, para alta e baixa altura, respectivamente.

A altura do pasto foi regulada por meio de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952). Foram utilizados bovinos produto do cruzamento entre as raças Nelore e Charolês. Cada unidade experimental contou com três animais testes e um número variável de animais reguladores, conforme a necessidade de ajuste da carga animal.

O segundo fator foi constituído por épocas de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem antecessora à soja (NP) ou N aplicado na cultura de grãos, antecessora à pastagem (NG), na dose de 200 kg de N ha⁻¹. A cultura de grãos antecessora à pastagem foi o híbrido comercial de milho Maximus da empresa Syngenta. Sendo então, como a cultura da soja não se recomenda a aplicação de N em cobertura (CQFS, 2004), e o protocolo experimental dessa dissertação englobou o seu cultivo, o tratamento NG teve a sua formação antes do cultivo da soja.

Os ciclos de cultivo anteriores ao presente estudo foram sorgo forrageiro, aveia preta, milho e consórcio de aveia preta + azevém (RISSI, 2015; BORTOLLI, 2016; MACARRI, 2016; BERNARDON, 2016) (Figura 29).



Figura 29 – Histórico experimental ilustrando os cultivos, épocas de implantação e tratamentos utilizados em cada fase do experimento. AA= Alta Altura do Pasto; BA= Baixa Altura do Pasto; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.

A adubação nitrogenada dos piquetes em que o N seria aplicado na fase pastagem (Figura 30) foi realizada em cobertura, na forma de uréia (46% de N), em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ no início do perfilhamento, em 08/05/2014, sob condições de clima e umidade favoráveis ao máximo aproveitamento do N no sistema. Enquanto que a adubação nitrogenada dos piquetes em que o N foi aplicado somente na fase de lavoura de grãos, foi realizada quando o milho se encontrava no estágio V5, em 13/11/2013, também em uma única aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ na forma de uréia (46% de N).

A pastagem implantada foi um consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) cv. 'BRS 139' e azevém (*Lolium multiflorum*) cv. 'Barjumbo'. A semeadura foi em sistema de plantio direto no dia 03/04/2014, com uma semeadora-adubadora, e espaçamento de 0,17 m entre linhas. A densidade de semeadura foi de 100 kg de sementes ha⁻¹ para aveia preta e 25 kg de sementes ha⁻¹ para o azevém. Para adubação de base de toda área experimental foram utilizados 352 kg ha⁻¹ da formulação 2-20-18 de N-P-K.

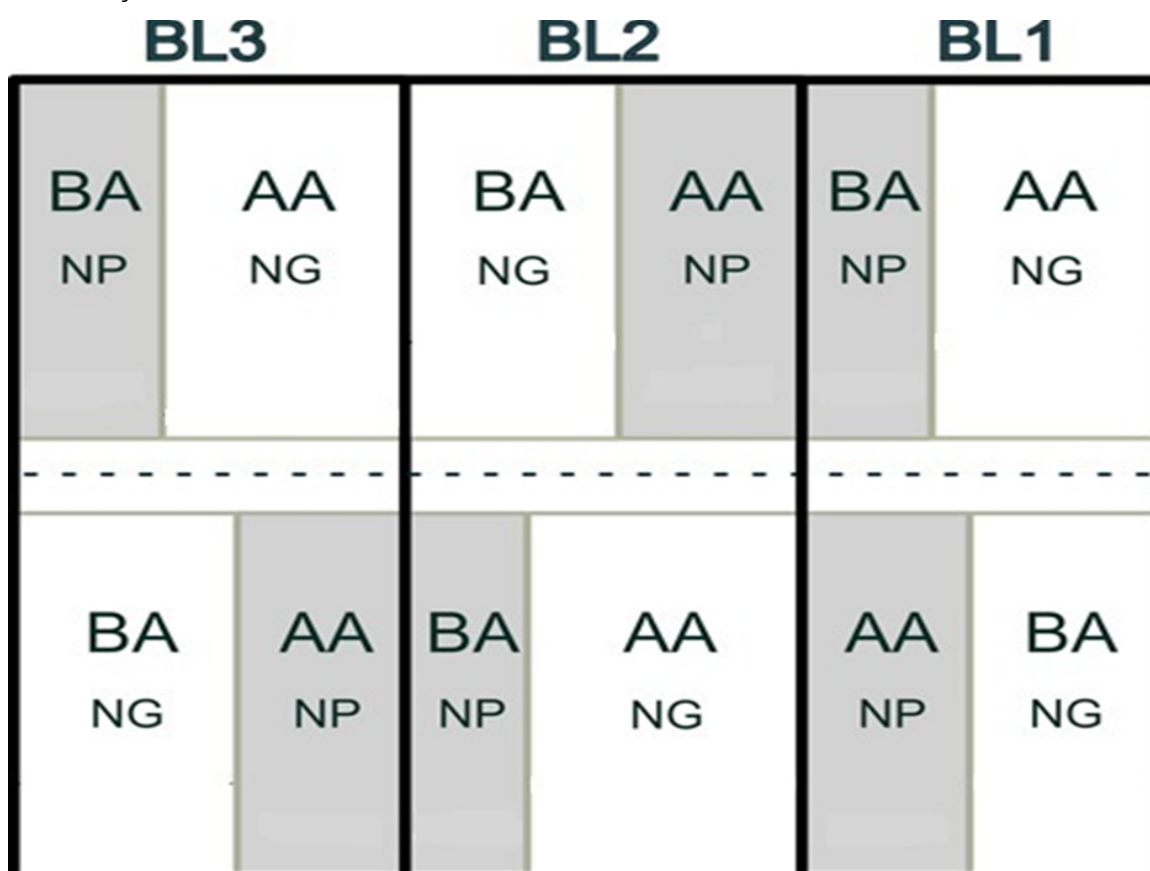


Figura 30 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos. AA = Alta Altura do Pasto; BA = Baixa Altura do Pasto; NP = Aplicação de nitrogênio na pastagem; NG = Aplicação de nitrogênio na cultura de grãos.

Foram utilizados 12 piquetes com área pré determinada de acordo com os tratamentos, variando de 7.427 m² à 16.228 m² os quais constituíram as unidades experimentais (Figura 28). A área total do experimento na fase de pastagem foi de aproximadamente 14 ha e, adjacente a ela uma área de cinco ha para manutenção dos animais reguladores. Os animais iniciaram o pastejo em 19/05/2014, quando a altura média do pasto atingiu valor aproximado de 30 cm, sendo que o período de pastejo foi de 175 dias, até 10/11/2014.

A coleta de solo para análise química foi realizada dois dias depois da retirada dos animais da área experimental da pastagem de aveia preta 'BRS 139' mais azevém 'Barjumbo' antes da semeadura da soja, em 12/11/2014.

Foi realizada uma média dos resultados de amostras de solo coletadas em cinco pontos distintos da área experimental, em profundidade de 0-20 cm. De acordo com análise de solo, os atributos químicos do solo da área experimental apresentam os seguintes valores (Tabela 18).

Tabela 18 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura da soja NS 5909, solo coletado em 12/11/2014.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
4,96	43,69	13,21	0,43	5,78	4,20	0,10	5,98	10,41	16,40	63,21

Laboratório de análises de solos UTFPR/IAPAR. Metodologias: M.O. por digestão úmida; P e K extraídos com solução de Mehlich¹; pH em CaCl₂ 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis com KCl 1 mol L⁻¹.

A dessecação da pastagem foi realizada em 28/11/2014, ou seja, 18 dias após a retirada dos animais nos piquetes, com uso do herbicida Gramocil na dosagem de 2,5 L ha⁻¹. A adubação de base na área foi realizada conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004), sendo utilizado 214 kg ha⁻¹ de Fosfato Monoamônico (MAP) (10% de N e 46 a 50% de P₂O₅) nas linhas de semeadura e 150 kg ha⁻¹ de KCl aplicados a lanço em cobertura no mesmo dia da semeadura. A soja passou uma inoculação de sementes com o produto comercial Master Fix numa dose de 3 mL kg⁻¹ de semente, realizada no mesmo dia da semeadura do experimento antes de ir para caixa de sementes da máquina.

A cultivar de soja "Nidera 5909" foi semeada em 28 de novembro de 2014, 18 dias após a remoção dos animais, no mesmo dia da dessecação da área na densidade de 13 sementes por metro linear. Utilizou-se um trator modelo MF 680

HD e a semeadora–adubadora, modelo Victória 3150 Stara com sete linhas de semeadura, com sistema de corte de disco simples + sulcador do tipo haste, espaçadas a 0,45 m e velocidade de trabalho de 5,5 km h⁻¹.

Durante a condução do experimento realizou-se aplicações de inseticidas para o controle de lagartas e percevejos, e fungicidas de forma preventiva para: Ferrugem asiática, Crestamento foliar, Mancha parda e Oídio em todos os piquetes. Na semeadura e junto com os tratamentos fitossanitários foi utilizado um pacote de produto comercial da linha Stoller possuindo: inoculante de sementes (Master Fix) e fertilizantes foliares (Co-Mo, Starter e Phytogard).

5.2.3 Variáveis analisadas

5.2.3.1 Produtividade da soja

A colheita foi feita no dia 07 de abril de 2015 com auxílio de uma colhedora axial modelo CASE 2799. Primeiramente colheu as bordaduras do experimento nos perímetros de todos os piquetes, então as mesmas foram descartadas para grãos, sendo que então, cada piquete ficou com uma determinada área útil devidamente mensurada (Figura 31), utilizando uma trena.

Bloco 3		Bloco 2		Bloco 1	
Piquete 6	Piquete 5	Piquete 4	Piquete 3	Piquete 2	Piquete 1
Área Útil	Área Útil	Área Útil	Área Útil	Área Útil	Área Útil
5.924,84 m ²	7.328,73 m ²	7.502,79 m ²	7.452,00 m ²	7.697,32 m ²	7.507,93 m ²
CORREDOR DE ACESSO AOS ANIMAIS					
Piquete 7	Piquete 8	Piquete 9	Piquete 10	Piquete 11	Piquete 12
Área Útil	Área Útil	Área Útil	Área Útil	Área Útil	Área Útil
6.572,62 m ²	6.936,43 m ²	5.877,28 m ²	7.712,64 m ²	6.608,42 m ²	7.088,85 m ²

Figura 31 – Croqui das áreas úteis para a colheita da soja.

Logo após, cada piquete foi colhido e depositado em uma bazuca que se encontrava sobre uma balança estacionária montada no campo, onde os grãos coletados de cada área útil foram pesados. Finalmente retirou-se uma amostra aleatória de cada piquete para correção de umidade para 13% (Figura 32).



Figura 32 – Conjunto Bazuca + balança para pesagem da produtividade de soja do experimento.

5.2.3.2 Altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem

A altura de plantas foi medida pela distância entre o colo da planta e o ápice da haste principal e a altura de inserção da primeira vagem entre o colo e a primeira vagem em relação ao solo, utilizando uma régua graduada em cm.

5.2.3.3 Componentes de rendimento

5.2.3.3.1 *Número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número total de grãos por planta*

O número de grãos por vagem foi obtido pela contagem manual de

todos os grãos presentes em cada vagem de cada planta.

O número total de vagens por planta foi determinado pela contagem de todas as vagens inseridas na planta, mesmo as consideradas chochas.

O número total de grãos por planta foi obtido pela seguinte equação:

$$\mathbf{NTGP = NGV \times NVP} \quad (7)$$

Em que:

NTGP = número total de grãos por planta;

NGV = número de grãos por vagem;

NVP = número de vagens por planta.

5.2.3.3.2 *Massa de mil grãos*

Para massa de 1000 grãos, foram separadas 8 subamostras de 100 grãos por parcela, cujas massas foram determinadas em balança de centésimos de grama, sendo tais procedimentos efetuados segundo prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992), e posteriormente multiplicados por 10 para se extrapolar para a massa de 1000 grãos.

5.2.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às análises de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk a 1% e homogeneidade pelo teste Bartlett, depois de satisfeitas as pressuposições foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico R versão 3.2.2 (© 2016 The R Foundation for Statistical Computing) com o pacote ExpDes.pt. Quando os dados não apresentaram interações entre os fatores (intensidade de pastejo e época de adubação), foram analisados como efeitos simples. As médias foram comparadas pelo teste Tukey (5% de significância).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre altura de dossel versus época de adubação nitrogenada não foi significativa para nenhum parâmetro produtivo avaliado ($P>0,05$) e avaliando o efeito simples somente o número de grãos por vagem foi influenciado pela época de adubação nitrogenada (Tabela 19).

Tabela 19 – Valores de P para fatores isolados e interações no modelo

Variáveis	Alt	N	Alt*N
Produtividade	0,51270	0,25173	0,55030
Nº Vagem/ planta	0,54837	0,26836	0,41483
Nº Total de Gr./ planta	0,64723	0,44322	0,52124
Nº de Grãos/ vagem	0,49015	0,03584	0,64160
Massa de 1000 Grãos	0,58500	0,52587	0,92526
Altura de Plantas	0,14609	0,20242	0,07549
Alt. inserção 1ª vagem	0,05327	0,8349	0,83449

Alt = Altura do Pasto; N = Época de adubação nitrogenada; Nº Vagem/ planta = Número de vagens por planta; Nº Total de Gr./ planta = Número Total de grãos por planta; Nº de Grãos/ vagem = Número de grãos por vagem; Alt. inserção 1ª vagem = Altura de inserção de primeira vagem.

Esses resultados mostram que apesar das diferentes configurações do sistema, a fase lavoura se mostrou produtiva, mesmo utilizando altas pressões de pastejo, pois estão dentro dos limites de manejo de altura impostos para forrageira (PONTES et al., 2004). Essas respostas corroboram com trabalhos feitos por (CASSOL, 2003; FLORES et al., 2007; FIDALSKI et al., 2008; LOPES et al., 2009; CONTE et al., 2011; ANDREOLLA et al., 2014) mostrando que a presença dos animais em áreas de integração com lavoura não limita a produtividade dos cultivos agrícolas, desde que bem manejados.

Dessa forma, deve-se manejar o sistema de produção de uma maneira que maximize a produção da pecuária, assim como a produtividade vegetal das lavouras de grãos. Pesquisas apontam que a altura de pastejo para azevém anual de 20 – 25 cm para lotação intermitente aumenta o desempenho animal e produtividade animal por unidade de área (CARVALHO et al., 2010).

Além da intensidade de pastejo, a época de adubação nitrogenada deve ser um critério de manejo que tenha efeito sinérgico para ambas as fases da cultura. Pellegrini et al. (2010), obteve aumento de 40% na taxa de acúmulo de MS de forragem, com a utilização de 225 kg N ha⁻¹, realizada na fase pastagem. A

adubação nitrogenada realizada na pastagem aumenta a massa (QUARTRIN et al., 2015) e oferta de forragem, e por consequência o ganho médio diário dos animais (ASSMANN et al., 2004). Assmann (2010), encontrou valores de ganho de peso médio diário de 1,28 kg dia⁻¹ e ganho de peso por ha 541 kg peso vivo ha⁻¹ em animais que pastejaram em áreas onde houve adubação nitrogenada de 200 kg ha⁻¹.

Correa et al. (2006), observaram que a produção obtida com 200 kg ha⁻¹ de N, um hectare adubado suportaria uma carga animal equivalente a dois hectares sem adubo.

Dessa maneira, a adubação nitrogenada aplicada na fase pastagem melhora a qualidade nutricional da pastagem (SOARES; RESTLE, 2002; CASSOL et al., 2011, SARTOR, 2012), a produção de forragem (PELEGRINI et al., 2010; QUARTRIN et al., 2015) e a produção animal (ASSMANN et al., 2010). E além disso, aumenta a produtividade das culturas de grãos subsequentes (ASSMANN et al., 2003; BORTOLLI, 2016).

5.3.1 Produtividade final

Não se constatou interação significativa entre os fatores analisados (intensidade de pastejo e época de adubação nitrogenada), nem efeito significativo dos tratamentos sobre a produtividade de grãos de soja, cujo valor médio obtido no experimento foi 3819,75 kg ha⁻¹ (Tabela 20).

A área sob pastejo pode sofrer alterações físicas, de maior ou menor intensidade, pela ação do pisoteio dos animais (SPERA et al., 2010) porém, esse efeito mesmo em áreas com maiores intensidades de pastejo, consequentemente maiores carga animal, não comprometeu a produção da lavoura de soja. Isso pode ser atribuído pelas boas condições estruturais da pastagem, que dissipam a energia exercida pelos animais e pela quantidade de raízes das plantas forrageiras, que atuam como um agente descompactante, onde o pisoteio não é capaz de inferir uma deformação plástica sobre o solo. O elevado crescimento de raízes é fator importante para reduzir a compactação decorrente de pressões exercidas sobre o solo (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Em áreas em integração lavoura – pecuária, são poucos os relatos na literatura de reflexos negativos do período de pastejo sobre

os atributos físicos do solo e a produtividade das culturas subsequentes (SPERA et al., 2009; FLORES et al., 2007; LUNARDI et al., 2008), o que indica o potencial do uso desses sistemas mistos de produção.

Tabela 20 – Rendimento da cultura da soja cultivada em sucessão a pastagem de aveia preta + azevém sob diferentes alturas de manejo (AA e BA, sendo 25 e 15 cm respectivamente) e a época de fertilização nitrogenada (NG e NP na dose de 200 kg ha⁻¹ de N) em sistema de integração lavoura pecuária.

Produtividade da soja (kg ha ⁻¹)			
Altura de Pastejo	Produção	Época de Adubação	Produção
AA	3840,00	NG	3782,83
BA	3799,50	NP	3856,67
Média	3819,75	Média	3819,75

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio aplicado na cultura de Grão, NP = Nitrogênio aplicado na Pastagem.

A produtividade de 3819,75 kg ha⁻¹ obtidas no presente trabalho foi superior as médias: nacional 2999 kg ha⁻¹, da região Sul do Brasil 3071 kg ha⁻¹, do estado de Santa Catarina 3200 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015) e da fazenda onde se encontrava o experimento 3720 kg ha⁻¹.

A média geral de produtividade da soja atendeu às expectativas de produção para o experimento (3800 kg ha⁻¹). Pela Figura 28, nota-se que houve um período de precipitação bem distribuído no ciclo da cultura, e isso de certa forma, influenciou positivamente o desenvolvimento das vagens e o enchimento dos grãos.

A cultura da soja exige grandes precipitações pluviais para que possa manifestar seu potencial produtivo, ficando esta necessidade entre 450 à 800 mm dependendo da duração do ciclo, pois seu consumo oscila entre 7 a 8 mm dia⁻¹ na floração e enchimento de grãos, logo após a necessidade hídrica decresce (EMBRAPA, 2011).

O período de floração da soja 'NS 5909' é de 47 a 57 dias após a semeadura e a maturação fisiológica de 125 a 130 dias caracterizada como semi precoce com grupo de maturação 5.9., dessa forma então, o mês mais chuvoso foi janeiro com 273,2 mm (Figura 26) coincidindo com a floração, visto que nesse período se intensifica a exigência por água (SILVA, 2013).

Sabe-se que para alcançar altos rendimentos a cultura necessita de uma grande demanda de nutrientes, especialmente o nitrogênio, sendo este extraído predominantemente através da fixação biológica por bactérias fixadoras

(*Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*), as quais fornecem eficientemente para os grãos, cerca de 94% do nitrogênio requerido pelas cultivares mais produtivas (HUNGRIA et al., 2006).

A adubação nitrogenada em cobertura na soja não é recomendada devido à eficiência da fixação biológica de nitrogênio do ar pelas estirpes de rizóbio (CQFS, 2004), o que se tem recomendado é a inoculação de sementes no momento da semeadura. Portanto, acredita-se que a boa produtividade da soja independentemente da época de adubação nitrogenada (N aplicado na pastagem antecessora à soja ou N aplicado na cultura de grãos, antecessora à pastagem) se deu pelo uso da inoculação de sementes (HUNGRIA et al., 2006; MENDES et al., 2008) e a adubação de base com MAP que possui 10 – 12% de N, sendo assim, as necessidades iniciais desse nutriente antes da nodulação foram suficientes, independentemente dos tratamentos.

Acredita-se ainda, que o suprimento inicial de N nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada na pastagem seria suficiente para o desenvolvimento inicial da cultura, mesmo sem o fornecimento de N oriundo da adubação com MAP realizado na base que foi realizado em todo o experimento. Isso ocorre devido a ciclagem desse nutriente que é bastante pronunciada pelo pastejo, visto que os ruminantes excretam 75 a 95% do N por eles ingerido, criando um considerável estoque de N na pastagem (CUTTLE; SCHOLEFIELD, 1995).

Paralelo a isso, Bortolli (2016) trabalhando com antecipação de nitrogênio na fase pastagem para a cultura do milho observou maiores rendimentos (14,7% a mais) nos tratamentos que o sistema foi adubado na pastagem em relação a adubação feita na lavoura. Esse autor atribui os resultados por um atraso na adubação na lavoura devido à falta de condições hídricas ideais, uma vez que, a aplicação de N em cobertura foi efetuada na transição entre os estádios V4 e V5, então o suprimento inicial para a cultura do milho veio do nitrogênio aplicado na pastagem, o qual durante todo o tempo decorrente do período de inverno até a implantação da cultura de grãos esteve envolvido em um ciclo dentro do sistema solo – planta – animal.

Assmann et al. (2003), observaram maiores produtividades na cultura do milho em áreas que foram pastejadas e adubadas com nitrogênio em cobertura

no início do perfilhamento numa pastagem consorciada de aveia branca (*Avena strigosa*) + trevo branco (*Trifolium repens*) + azevém (*Lolium multiflorum*) em relação a adubação feita em cobertura no milho, concluindo um efeito residual da adubação da pastagem para a lavoura.

Além da adubação nitrogenada a presença do animal em pastejo beneficia a produção de lavouras, pois modifica as rotas e a dinâmica da ciclagem de nutrientes no sistema, beneficiando a cultura em sucessão, desde que, a intensidade de pastejo seja manejada adequadamente (CARVALHO et al., 2005).

Em experimento de longa duração, na Embrapa Cerrados, observou-se que a produtividade de soja após um ciclo de três anos de pasto de *U. brizantha* cv. 'Marandu' foi de 17% (510 kg ha⁻¹), superior ao obtido no sistema de lavoura contínua (VIELA et al., 2012), mostrando que o pastejo beneficia a lavoura em sucessão.

Sabe-se que as gramíneas como aveia e azevém respondem a adubação nitrogenada, portanto, mesmo sem diferenças significativas entre os tratamentos no presente trabalho deve-se observar o sistema como um todo não restritivo a apenas a cultura em questão, pois quando se realiza a adubação nitrogenada na pastagem se possibilita maiores rendimentos da mesma, conseqüentemente do produto animal (BORTOLLI, 2016), isto permite melhor aproveitamento dos nutrientes, o que caracteriza um sistema de produção dentro dos princípios da sustentabilidade (SARTOR, 2012), deixando disponíveis para culturas de grãos em rotação.

Além disso, diversas vantagens podem ser apontadas em se aplicar nitrogênio na pastagem em comparação à aplicação feita sobre a cultura de grãos. Dentre estas vantagens estão o menor custo nesta época devido à baixa demanda do insumo, o clima de forma geral proporciona melhores condições de temperatura e umidade reduzindo possíveis perdas de N por volatilização, a maior população e distribuição do dossel de plantas tendo como consequência maior capacidade de absorção do nutriente em menor tempo (BORTOLLI, 2016).

As diferentes intensidades de pastejo (AA e BA), também não comprometeram o desenvolvimento e a produtividade da soja, não tendo diferença estatística significativa entre os tratamentos. A alta altura de pasto além de ser mais

eficiente na dissipação das forças exercidas pelo pisoteio animal (FLORES et al., 2007), diminuir o número de passos exercidos pelos animais (BAGGIO et al., 2009), possui também uma menor carga animal, já a baixa altura de pastejo a densidade da forragem é menor e possui mais animais na mesma área, onde esperaria um efeito de compactação de solo, porém ambos os tratamentos não ficaram abaixo do ponto de suporte da pastagem (PONTES et al., 2004), que poderiam ocasionar aumentos de densidade e redução da macroporosidade do solo até valores muito próximos daqueles considerados limitantes ao crescimento radicular da cultura (KLEIN, 2006) que vem na sequência, além do uso da haste sulcadora na semeadora-adubadora que tem a capacidade de reverter um possível efeito de compactação na camada superficial (GERMINO; BENEZ, 2006), tornando a área fisicamente mais homogênea.

Em taxas de lotação e intensidades de pastejo adequadas, dentro das alturas de pastejo recomendadas para cada espécie forrageira, as alterações nos atributos físicos do solo são pequenas e não causam dano à cultura de grãos sucessora, sem períodos de estiagem (SILVA et al., 2000; ALBUQUERQUE et al., 2001; CASSOL, 2003).

De acordo com Flores et al. (2007), em pastagem de aveia consorciada com azevém, a presença de bovinos ocasionou pequeno aumento na densidade do solo, na camada superficial, comparativamente à área não pastejada, porém isso não resultou em redução do rendimento da cultura de soja semeada em sucessão, comprovando que o pisoteio bovino não causou compactação em níveis prejudiciais. Resultados parecidos também foram atribuídos por Lopes et al. (2009) onde a presença ou ausência do animal e as diferentes intensidades de pastejo não influenciou produtividade da soja.

Já Consalter (1998) trabalhando com soja e Assmann et al. (2003), com milho, indicam o pastejo no ciclo precedente a lavoura não afeta a produtividade dessas culturas, abrindo a possibilidade de utilização de imensas áreas que no período de inverno, são utilizadas unicamente com plantas de cobertura (FERREIRA et al., 2011).

Sartor (2012), observou que o rendimento de grãos de milho e os teores de proteína bruta no grão aumentaram pela adubação nitrogenada realizada

na pastagem, caracterizando efeito residual do nitrogênio para a cultura sucessora.

Sandini et al. (2011), também afirma que o nitrogênio aplicado na pastagem antecedente influenciou significativamente a produtividade de grãos de milho.

Pesquisas recentes comprovam que quando o sistema integração lavoura – pecuária é conduzido seguindo seus fundamentos com pressões de pastejo adequadas, rotação de culturas e conservação de solos a produção é igual ou superior a sistemas de monocultivos de grãos (ASSMANN et al., 2003; CASSOL, 2003; NICOLOSO et al., 2006; BALBINOT JR., 2007; LUNARDI et al., 2008, LOPES et al., 2009).

Isso comprova o potencial do sistema da geração elevada de rendimentos vegetais e animais, que conseqüentemente refletirá em ganhos ambientais pela biodiversidade e econômicos pela redução no uso de insumos e diversificação das áreas de produção.

Na região sul do Brasil, na safra 2014/2015, em torno de 16,8 milhões de ha foram ocupados com culturas de grãos de verão (arroz, soja, milho e feijão), enquanto somente 2,93 milhões de ha na safra 2014 e 2,65 milhões de ha na safra 2015 foram cultivados com culturas de grãos de inverno como, aveia, canola, centeio, cevada, trigo e tritcale (CONAB, 2015).

Estes dados comprovam a baixa intensificação e diversidade de produção na maioria das propriedades agrícolas no sul do Brasil. Milhões de hectares são mantidos em pousio no inverno, gerando perdas de nutrientes, problemas com erosão, sendo que estas áreas poderiam gerar renda extra para o produtor nesta época do ano. Sendo que os dados obtidos nesse trabalho comprovam a eficiência do sistema ILP, que poderia ser utilizado nessas áreas.

5.3.2 Componentes de rendimento

Não se constatou interação significativa entre os fatores analisados (intensidade de pastejo e época de adubação nitrogenada) sobre os componentes de rendimento da soja ($P>0,05$) e somente se observou efeito significativo dos tratamentos quanto à época de adubação para a variável número de grãos por

vagem (Tabela 21).

Tabela 21 – Valores médios de componentes de rendimento da cultura da soja cultivada em sucessão a pastagem de aveia preta + azevém sob diferentes alturas de manejo (AA e BA, sendo 25 e 15 cm respectivamente) e a época de fertilização nitrogenada (NG e NP na dose de 200 kg ha⁻¹ de N) em sistema de integração lavoura pecuária.

Componentes de Rendimento				
Altura de Pastejo	Nº de vagens/ planta	Nº Total de Grãos/ planta	Nº de grãos/ vagem	Massa de 1000 grãos (g)
AA	43,15	98,05	2,25	157,87
BA	42,29	96,58	2,26	159,43
Época de Adubação	Nº de vagens/ planta	Nº Total de Grãos/ planta	Nº de grãos/ vagem	Massa de 1000 grãos (g)
NG	43,54	98,57	2,24 b	157,74
NP	41,90	96,06	2,28 a	159,56
Média Geral	42,72	97,31	2,26	158,65

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio Grãos, NP = Nitrogênio Pastagem. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como a pastagem foi dessecada no mesmo dia da semeadura da soja, optou-se por utilizar um herbicida com ação mais rápida, pois os efeitos da competição poderiam prejudicar os componentes de rendimento, principalmente o número de vagens por planta, que mesmo em condições de baixa infestação, já nos primeiros dias de convivência influenciariam nesse componente (JUAN et al., 2003; LAMEGO et al., 2004; SILVA et al., 2008).

Dentre os componentes de rendimento, o número de vagens por planta é o de maior importância (THOMAS et al., 1998) e nesse trabalho o mesmo foi inferior um pouco ao potencial especificado pela empresa produtora do híbrido, sendo 45 – 100 vagens por planta, em compensação o número de grãos por vagem mostrou bons resultados 2,26 de média geral e além disso com uma alta massa de mil grãos, justificando os altos valores de produção.

A variável massa de mil grãos é fortemente influenciada pelo material genético da soja, entretanto, é afetada pelas condições de temperatura e de umidade durante a fase de maturação. Neste trabalho, a massa dos grãos pode ter sido influenciada pelas condições favoráveis de temperatura e pluviosidade no período de enchimento de grãos.

Resultados contrários foram observados por Bortolli, (2016) trabalhando com a cultura do milho sucessora a uma pastagem de aveia sob lotação

continua e taxa de lotação variável em diferentes intensidades de pastejo e épocas de adubação nitrogenada, onde a massa de mil grãos ficou abaixo das expectativas de produção (233,16 g), porém o autor afirma que os resultados foram reflexo das péssimas condições climáticas da safra no período de enchimento de grãos.

Lunardi et al. (2008), trabalhando com pastejo de cordeiros em azevém, em sistema de integração lavoura – pecuária durante o inverno, observaram que a baixa intensidade de pastejo proporcionou um incremento no número de vagens por planta independentemente do método de pastejo, contínuo ou rotacionado, com elevação no rendimento da soja em sucessão. Os mesmos autores encontraram valores superiores no número de vagens por planta (45) e massa de mil grãos (131,9 g) em áreas pastejadas em relação a áreas sem pastejo.

A diferença significativa entre o número de grãos por vagem encontrada entres as duas épocas de adubação nitrogenada NP e NG, pode ser explicada pelo fato da presença do N aumentar produção de forragem (PELLEGRINI et al., 2010; CASSOL et al., 2011; QUARTRIN et al., 2015) durante o período pastoril, que ao final se transformou em palhada. Carvalho et al., (2004), comparando diferentes adubos verdes, encontraram um maior número de grãos por vagem de soja, na cobertura com milheto, pelo fato do mesmo ter produzido maior quantidade de matéria seca, que ao ser incorporada, pode ter melhorado as condições do solo.

Outro fato, é que a adubação nitrogenada acelera as constantes de decomposição do resíduo vegetal e animal e promove um aumento na velocidade da reciclagem de nutrientes (ADAMI, 2009), melhorando as condições ambientais para o cultivo da soja.

Como não ocorreu diferença de produtividade os resultados da avaliação de componentes de rendimento mostram pequenas diferenças de variação entre os diferentes tratamentos, onde um componente compensa ou outro até que haja um equilíbrio de homogenização dos dados tornando a produtividade final sem diferenças significativas. Sendo assim, como está explícita na Tabela 21, uma variação de um componente comparando dois tratamentos, onde o mesmo possui valores inferiores, é compensado por outro com valores superiores.

Analisando a altura de pastejo o número de vagens por planta e o

número total de grãos são maiores no tratamento AA, em contrapartida o número de grãos por vagem e a massa de 1000 grãos possui valores mais elevados no tratamento BA.

Da mesma forma é observado que na época de adubação nitrogenada, o número de vagens por planta e o número total de grãos por planta é maior no tratamento NG e o número de grãos por vagem e a massa de 1000 grãos os resultados são superiores no tratamento NG. Então conclui-se que como um componente compensa os valores do outro ao final a produtividade não têm diferenças significativas entre os tratamentos.

Muitos estudos sobre integração lavoura – pecuária mostram melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FONTANELI et al., 2000; SANTOS et al., 2011; SPERA et al., 2010), isso traz por consequência incrementos na produção.

Quando se utiliza esse tipo de sistema, a presença dos animais potencializa o efeito da ciclagem de nutrientes (CARVALHO et al., 2005), e a adubação nitrogenada eleva a renovação de tecidos foliares (MCNAUGHTON, 1983) aumentando a produção animal e o rendimento de grãos das culturas subsequentes. Estas características poderiam influenciar sobre um bom desempenho do cultivo possibilitando uma falta de diferença entre os componentes de rendimentos e a produtividade final dos grãos de soja.

Outro fator que explica os resultados é a decorrência de que todos os tratamentos tiveram uma quantidade mínima adequada de palhada (maior que 1.500 kg MS ha⁻¹) e também a dessecação da área no dia da semeadura da soja com um herbicida de reação rápida e eficaz, o que provavelmente houve um efeito de controle de plantas daninhas mantendo o potencial produtivo da cultura de soja, pois a competição com as plantas daninhas afeta o desenvolvimento da soja devido à concorrência no aporte de recursos do meio, tais como água, luz e nutrientes, fazendo com que haja uma redução na disponibilidade desses para a cultura, resultando assim em redução na produtividade de grãos (SILVA et al., 2008), fato que contribuiria para diferenças de produtividade de grãos.

5.3.3 Altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem

Não houve interação significativa entre os fatores analisados (intensidade de pastejo e época de adubação nitrogenada) e nem efeito significativo dos tratamentos quanto altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem (Tabela 22).

Tabela 22 – Valores da análise biométrica da cultura da soja cultivada em sucessão a pastagem de aveia preta + azevém sob diferentes alturas de manejo (AA e BA, sendo 25 e 15 cm respectivamente) e a época de fertilização nitrogenada (NG e NP na dose de 200 kg ha⁻¹ de N) em sistema de integração lavoura pecuária.

Análise Biométrica		
Altura de Pastejo	Altura de plantas (m)	Altura de inserção da primeira vagem (m)
AA	1,00	0,23
BA	0,98	0,21
Época de Adubação	Altura de plantas (m)	Altura de inserção da primeira vagem (m)
NG	0,98	0,22
NP	1,00	0,22
Média Geral	0,99	0,22

AA = Alta Altura de Pastejo, BA = Baixa Altura de Pastejo, NG = Nitrogênio Grãos, NP = Nitrogênio Pastagem.

A altura de plantas é uma variável importante para a qualidade de colheita, plantas muito baixas e com características prostradas é muito difícil de colher, o que acarreta em perdas de grãos e conseqüentemente econômicas. De maneira geral, quanto menor a altura de inserção de vagem, maiores são os potenciais de perdas de rendimento no momento da colheita, pois à plataforma de corte da colheitadora trabalha a uma altura mínima do solo.

No presente trabalho as plantas atenderam a altura de plantas ideais ditas pela empresa detentora do híbrido, cujos valores são de 0,72 m até 1,06 nas regiões do Paraná até o Rio grande do Sul. Sediya (2009), diz que para uma colheita mais eficiente a altura das plantas de soja deve ficar em torno de 70 a 80 cm e a altura mínima para inserção da primeira vagem deve ser de 10 a 12 cm em solos de topografia plana.

A quantidade de palhada não foi um fator limitante ao crescimento da planta. Em casos de elevada presença de biomassa sendo 4.397; 2.109; 1.461 e 1.243 kg de MS ha⁻¹, para os tratamentos AA NP, AA NG, BA NP e BA NG respectivamente, após a emergência da cultura da soja, se houver sombreamento

imposto pela palha, as plantas tendem a alongar o hipocótilo e epicótilo, a fim de aumentar a capacidade de interceptação de luz (DEBIASI; FRANCHINI, 2012) e isso pode provocar estiolamento nas plantas (FRANCHINI et al., 2014). Trabalhando com ILP com diferentes manejos na pastagem e épocas de adubação nitrogenada Franchini et al. (2015), observou maiores alturas de plantas de soja nos tratamentos com maiores quantidades de palhada. Esses mesmos autores concluíram que diferentes alturas de pastejo na fase pastagem não afetam a altura de inserção de primeira vagem na cultura da soja.

Uma das principais variáveis que afeta a altura de planta e altura de inserção de primeira vagem em plantas de soja, é a densidade populacional. Segundo Mauad et al. (2010), o aumento da densidade de plantas de soja pode incrementar a altura das plantas e a inserção da primeira vagem. No presente trabalho então, a não diferença encontrada entre os tratamentos pode ser explicada pela não diferença significativa entre os estandes de plantas, com 275 mil plantas ha^{-1} de média.

A época de adubação nitrogenada também não teve significância com relação às avaliações biométricas. Resultados contrários foram observados por Pauletti e Costa (2000), trabalhando com aplicação de nitrogênio na aveia utilizada como cobertura observaram efeito na altura de plantas de milho e inserção da espiga, sendo maiores as alturas quanto maior a dose do N aplicado na aveia.

Franchini et al. (2015), dizem que apesar da aplicação nitrogênio de proporcionar maior altura de plantas e de inserção da primeira vagem na cultura da soja, a produtividade de grãos não se altera.

5.4 CONCLUSÕES

As diferentes intensidades de pastejo e épocas de adubação nitrogenada não influenciaram a produtividade de grãos de soja, cujo valor médio obtido no experimento foi 3820 kg ha^{-1} .

Somente o número de grãos por vagem foi influenciado pela época de adubação nitrogenada, sendo atribuído à qualidade e quantidade de biomassa acumulada na fase pastagem antecedente.

Os componentes biométricos altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem, não foram influenciados pelos diferentes manejos adotados nos cultivos antecessores a soja.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo planialtimétrico para áreas experimentais se torna muito importante para uma melhor distribuição de blocos devido à heterogeneidade do relevo, dinâmica da água e espacialização das unidades experimentais.

A diferença entre altitudes no relevo torna-se um novo método para manejar pastagens, onde se pode dividir as áreas de pastejo em locais de maior e menor altitude. Em períodos de escassez pluviométrica o produtor pode optar em deixar os animais nas áreas de cotas mais baixas, já em períodos chuvosos a melhor disposição dos animais será nas áreas mais altas, devido ao fato de o fluxo da água tender a acumular em áreas de baixada aumentando assim a densidade do solo.

Embora, o crescimento das raízes no solo não se dê em uma única direção, os valores de resistência a penetração que retardam a elongação do sistema radicular das culturas de maneira geral, são de 2,8 a 3,2 MPa e com 4,0 MPa o crescimento radicular é interrompido (SILVA et al., 2006).

O grande entrave na utilização da metodologia de resistência a penetração além de não possuir valores padronizados é a dependência da umidade durante as avaliações, pois locais mais úmidos não necessariamente possuem maior densidade de solo e sim pelo simples fato da água lubrificar a haste do equipamento facilitando a penetração e mudando os dados de leitura. As avaliações geralmente são repetidas em dias diferentes e se faz necessário junto com a coleta de dos pontos fazer uma coleta de dados de umidade, o que pode aumentar a mão de obra.

Grande parte dos trabalhos na literatura não mencionam o teor de umidade presente no solo, então ao comparar dados levantados em experimentos com outros trabalhos, muitas vezes a diferença encontrada além das características intrínsecas de cada solo e da área em questão pode ser atribuídas pelas variações de umidade.

Estudos afirmam que a quantidade mínima para atender todos os processos do plantio direto é de 2000 kg MS ha⁻¹ (EMBRAPA, 2012) isso vale

também para o sistema de ILP, visto que, esse tipo de preparo de solo é um dos preceitos básicos para esse tipo de sistema. Porém poucos trabalhos mencionam a quantidade máxima biomassa, pois a elevada quantia pode trazer efeitos indesejáveis na operacionalidade de semeadura.

A medição do esforço de tração pode ser uma ferramenta para estimar, de maneira fácil, rápida e precisa, o estado de compactação do solo (CONTE et al., 2007). Uma vez que a operação de semeadura esteja georreferenciada, os dados obtidos podem ser utilizados na elaboração de mapas que mostrem a variabilidade espacial do estado de compactação do solo, tendo grande utilidade dentro do contexto da agricultura de precisão (CEPIK et al., 2005).

Ao mensurar a produtividade de experimentos com áreas muito grandes, onde se utiliza máquinas automotrizes para realização do trabalho, é importante também medir a porcentagem de perdas na colheita, uma produção abaixo do esperado não necessariamente não foi alcançada pela planta e sim pelo fato de não conseguir colher e perder uma determinada quantia, isso é muito comum na cultura do feijão pela arquitetura da planta.

Apesar da não diferença entre produtividade é importante interpretar os resultados não de uma forma hermenêutica ou exegética, deve-se olhar o sistema como um todo, encontrar um manejo que proporcione melhores condições ambientais e maximize os ganhos econômicos nas duas fases de produção.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.519-531, 2004.

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

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

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n.2, p. 319-326, 1996.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M de.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2014.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:189-197, 2001.

ANDRADE, F. H.; ABBATE, P. E. Response of maize and soybean to variability in stand uniformity. **Agronomy Journal**, v.97, p.1263-1269, 2005.

ANDREOLLA, V. R. M; MORAES, A.; BONA FILHO, A.; SANDINI, I. E.; BONINI, A. K.; DEISS, L. Pastejo e nitrogênio no azevém sobre a qualidade física do solo e produtividade do feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 1, p. 11-26, 2015.

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 Agronômica**, v.45, n.5 (Especial), p.922-930, 2014.

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

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, p.677-687, 2009.

ARATANI, R. G.; MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A. P.; KANTHACK, R. A. D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 517-522, 2006.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. **Mecanização do plantio direto: problemas e soluções**. Londrina, PR: IAPAR, 2001. 18 p. (Informe de Pesquisa, 137), 2001.

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

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W. ; JONES, A. J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison: **Soil Science Society of America**, 1996. p. 123-141 (SSSA Special Publication 49).

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

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

ASSMANN, T. S. **Rendimento de milho em área de integração lavoura – pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. 2011. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção vegetal) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S. ANGHINONI, I.; LOPES, M. L. T.; THUROW, J. M. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistemas de integração lavoura – pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.215-222, 2009.

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

BALBINOT JR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. Sward height management, desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and nitrogen fertilization of soybean under crop-livestock system. **Revista de Ciências Agroveterinárias (Journal of Agroveterinary Sciences)**, v. 15, n. 2, p. 124-133, 2016.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura – pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-1933, 2009.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. CARVALHO, P.C.F. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, 39:2340-2346, 2009.

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

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

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil Till. Res.**, v.54, p.101-109, 2000.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.687-694, 1999.

BELTRAME, L.F.S.; GONDIM, L.A.P. & TAYLOR, J.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, 5:145-149, 1981.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. da C.; SILVA, A. P. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em Latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.5, p.787-794, 2006.

BERNARDON, A. **Altura do pasto e adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e eficiência no uso de nutrientes em sistema de integração lavoura – pecuária**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A.; ALMEIDA, E. X.; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de ofertas de forragem de capim-elefante anão cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 35, n. 5, p. 1047-1054, 2000.

BLANCO-CANQUI, H.; LAL, R. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. **Critical Reviews in Plant Science**, v.28, p.39–163, 2009.

BONINI, A. K.; FILHO, A. G.; SECCO, D.; SOUZA, R. F.; TAVARES, C. Atributos físicos e requerimento de potência de uma semeadora-adubadora em um Latossolo sob estados de compactação. **Revista Engenharia Agrícola**, v.28, n.1, p.136-144, 2008.

BORDIGNON, J. **Projeto, construção e desenvolvimento de transdutores para medição de esforços em semeadoras-adubadoras**. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BORTOLLI, de. M. A. **Adubação de sistemas: antecipação de adubação nitrogenada para a cultura do milho em integração lavoura – pecuária**. 2016. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; VEIGA, M. D. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e um Argissolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.131-139, 2010.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SEQUINATTO, L. Elasticidade do solo em função da umidade e do teor de carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.477-485, 2008.

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. 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV, SNDA, 1992. 365p.

BREDA JR., J. M.; FACTOR, T. L. Oportunidades e dificuldades no plantio direto de hortaliças: o caso de São José do Rio Pardo. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4033-4035, 2009.

CARASSAI, I. J.; CARVALHO, P. C de F.; CARDOSO, R. R.; FLORES, J. P. C. ANGHINONI, I.; NANBINGER, C.; FREITAS, F. K. de., MACARI, S. Atributos físicos sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1284-1290, 2011.

CARDOSO, E.G.; ZOTARELLI, L.; PICCININ, J. L.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; GUIMARÃES, M. F. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.493-501, 2006.

CARVALHO, P. C.; MORAES, A.; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agrônômica**. v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.

CARVALHO, A. P. V.; DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N.; TONELLO, K. C. Resistência mecânica do solo à penetração na Bacia Hidrográfica do Riacho Fundo, Felixlândia – MG. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1091-1097, 2012.

CARVALHO, P. C.; SANTOS, D. T.; GONÇALVES, D. N.; MORAES, A.; NABINGER, C. **FORAGEIRAS DE CLIMA TEMPERADO**. Departamento de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, v.2, p.60, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C. I.; CEPIK, C. T. C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R.; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O. O estado da arte em integração lavoura – pecuária. In: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas – RS, p.7-44, 2005.

CARVALHO, M. D.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p. 1141-1148, 2004.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAUJO, A.G.; RALISCH, R. Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Primeiro de Maio – PR. **Resultados de Avaliação**. Londrina: IAPAR 2000. 14p.

CASSOL, L. C.; PIVA, J. T.; SOARES, A. B.; ASSMANN, A. L. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v.58, p.438-443, 2011.

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

CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. da C.; BEUTLER, A. N.; ROSSINI, L. A.; FREDDI, O. da S.; SOUZA NETO, E. L. de. Compactação do solo no desenvolvimento e na produção de cultivares de soja. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2, p. 203-209, 2006.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, n.3, p.263-266, 1985.

CEPIK, C. T. C.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semadoras-adubadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 561-566, 2010.

CEPIK, C. T. C. **Parâmetros de solo e máquinas em semeadura direta com doses de cobertura e configuração de deposição de fertilizante**. 2006. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CEPIK, C. T. C.; LEVIN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O. Compactação do solo em área sob semeadura direta, mapeado por meio de dados de esforço de tração em haste sulcadora de semeadora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34., 2005, Canoas. **Anais...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005. 1 CD-ROM.

CINTRA, F. L. D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, n.2, p.197-201, 1983.

CIOTTA, M. N., BAYER, C., ERNANI, P. R., FONTOURA, S. M. V., ALBUQUERQUE, J. A., WOBETO, C. Acidificação de um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1055-1064, 2002.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo**. 1998. 96 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura: pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 41 p. 246-250, 2011.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFSRS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10ed. Porto Alegre: [s.n.] 2004. 400p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** – Décimo segundo lançamento. v.2, n.12, 139p., 2015.

CONSALTER, M. A. S. **Sistema integrado lavoura – pecuária e compactação em Latossolo Bruno**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 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**, v.b 46, n. 10, p. 13011309, 2011.

CONTE, O.; LEVIEN R.; TREIN, C. R.; MAZURANA, M.; DEBIASI, H. Resistência mecânica do solo e força de tração em hastes sulcadoras de semeadoras adubadoras em sistema de integração lavoura – pecuária. **Revista Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p.730-739, 2008.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CEPIK, C. T. C.; DEBIASI, H. 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. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.220–228, 2007.

COPETTI, E. Plantadoras: distribuição de sementes. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n.18, p.14-17, 2003.

CORREA, D. A.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; FONTANELI, R. S. Efeitoda fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem. **Agrociência**, p. 17, 2006.

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**, v.30, p.107-114, 1995.

COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F. R. Propriedades Físicas do solo em sistemas de manejo na Integração Agricultura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p. 235-244, 2009.

CRUZ, J. C.; VIANA, J. H. M.; ALVARENGA, R. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T.; HERNANI, L. C.; **Sistema plantio direto**. Embrapa Milho e Sorgo, 6.ed, Setembro, 2010.

CUTTLE, S. P.; SCHOLEFIELD, D. Management options to limit leaching from grassland. **Journal of Contaminant Hydrology**, v.30, p. 299-312, 1995.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura – pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v.42, p. 1180-1186, 2012.

DREWRY, J. J.; CAMERON, K. C.; BUCHAN, G. D. Pasture yield and soil physicalpropetry responses to soil compaction from treading and grazing- a review. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, v. 46, p. 237-256, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 306 p., 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo, sistemas de produção, 2012.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja**: região central do Brasil. Londrina: Embrapa soja, 2011.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2009 e 2010**. Sistemas de produção, Embrapa Soja, Londrina, n. 13, ed. 1, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná** 1998/99. Londrina, 201p., 1998.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Avaliação do desempenho de plantadoras diretas para culturas de verão**. Passo Fundo, 1994.

FAO. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture**. Managing systems at risk. 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/01i1688e/i1688e.pdf>. Acessado em 21/02/2017.

FAO. An international consultation on integrated croplivestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification. **Integrated Crop Management**, v. 13, 64p., 2010.

FAO. **La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050**. 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf>. Acesso em: 21/02/2017.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas profundidades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1097-1104, 2003.

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

FERNANDES, B.; GALLOWAY, H. M.; BRONSON, R. D.; MANNERING, J. V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e Typic Hapludalf). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, n.3, p.329-333, 1983.

FERREIRA, E. V. O. de.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M. H.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração lavoura – pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.161-169, 2011.

FEY, E.; SEIDEL, G. O.; VERONA, M. M.; ERIG, P. R.; FEY, A. Desempenho de uma semeadora sob culturas vegetais épocas de dessecação em sistema de semeadora a palha. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: SBEA, 2002. CD-Rom.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; CECATO, U.; BARBERO, L. M.; LUGÃO, S. M. B; COSTA, M. A. T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p.1583-1590, 2008.

FLORES, J. P. C. ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; DAL BELO LEITE, J. G.; 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**, v.31, n.4, p.771-780, 2007.

FLORES, J. P. C. **Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura – pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário na superfície**. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. dos.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN,

S. M. Análise de sistema de produção de grãos com pastagem de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

FORSYTHE, W. M. Importancia de la variabilidad de las propiedades dei suelo para evaluarlas en su manejo. **Turrialba**, San Jose, v. 20, n. 4, p.445-451, 1970.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR; A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.12, p. 1131-1138, 2015.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p. 999-1005, 2014.

FRANCHIN, M. F. **Intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores sobre o desenvolvimento do milho no sistema de integração lavoura – pecuária**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

FRANZLUEBBERS, A. J.; LEMAIRE, G.; CARVALHO, P. C. F.; SULC, R. M.; DEDIEU, B. Toward agricultural sustainability through integrated crop-livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 29, p. 192 – 194, 2014.

GAGGERO, M. R. **Alterações das propriedades físicas e mecânicas do solo sob sistemas de preparo e pastejo**. 1998. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

GENRO JÚNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 477-484, 2004.

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

GIAROLA, N. F. B.; BRACHTVOGEL, E. L.; FONTANIVA, S.; PEREIRA, R. A.; FIOREZE, S. L. Cultivares de soja sob plantio direto em Latossolo Vermelho compactado. **Acta scientiarum Agronomy**, v.31, n.4, p. 641-646, 2009.

GOLDMAN, S. Dreaming with BRIC's: The path to 2050. **Global economics paper**, 99, 24p., 2003.

GUEDES, E. M. S.; FERNANDES, A. R.; VALLE LIMA, E.; GAMA, M. A. P.; SILVA, A. L. P. Fosfato natural de Arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizanta* em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 52, n. 1, p. 117-129, 2011.

HENKLAIN, J. C. Influência do tempo no manejo do sistema de semeadura direta e suas implicações nas propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SBSC/EMBRAPA, 1997. 1 CD ROM.

HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A. M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN, H. A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.; J. STEEG, J. V.; LYNAM, J. M.; PARTHASARATHY, P. R.; MACMILLAN, S.; GERARD, B.; MCDERMOTT, J.; SERÉ, C.; ROSEGRANT, M. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822-825, 2010.

HERZOG, R.L.S.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R. Produtividade de soja em semeadura direta influenciada por profundidade do sulcador de adubo e doses de resíduo em sistema irrigado e não irrigado. **Engenharia Agrícola**, v. 24, p. 771-780, 2004.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N. R.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v.86, p.927-939, 2006.

JORGE, S.; HARTLEBEN, C. P.; SEIXAS, F. K. et al. *Leptospira borgpetersenii* from free-living white-eared opossum (*Didelphis albiventris*): First isolation in Brazil. **Acta Tropica**, v. 124, p. 147–151, 2012.

JUAN, V. F.; SAINT-ANDRE, H.; FERNANDEZ, R. R. Competencia de lecheron (*Euphorbia dentata*) en soja. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p. 175-180, 2003.

KLEIN, V. A. Física do solo – 3 ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. 263p.

KLEIN, V. A.; VIEIRA, M. L.; DURIGON, F. F.; MASSING, J. P.; FÁVERO, F. Porosidade de aeração de um Latossolo Vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. **Ciência Rural**, v. 38, p.365-371, 2008.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p.221-227, 2007.

KLEIN, V. A. Densidade relativa – um indicador da qualidade física de um latossolo

vermelho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.5, n.1, p.26-32, 2006.

KLEIN, V. A. Densidade do solo em área com plantio direto submetido a diferentes manejos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 1 CD ROM.

KRAVCHENKO, A. N.; BULLOCK, D. G. Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. **Agronomy Journal**, v.92, p.75-83, 2000.

KUNZ, M.; GONÇALVES, A. D. M. A.; REICHERT, J. M.; GUIMARÃES, R. M. L.; REINERT, D. J.; RODRIGUES, M. F. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em Latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, p. 1699-1708, 2013.

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; COELHO, J. L. D.; SILVEIRA, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v.48, n.2, p-249-262, 1989.

LAMEGO, F. P. et al. Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p. 491-498, 2004.

LANG, C. R. **Pastejo e nitrogênio afetando os atributos químicos do solo e rendimento de milho no sistema de integração lavoura – pecuária**. 2004. 89 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2004.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. D. 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**, v. 31, n. 5, p. 1131-1140, 2007.

LEHMANN, J. S.; MATTHIAS, M. A.; VINETZ, J. M. Leptospiral Pathogenomics. **Pathogens**, v. 3, n. 2, p. 280-308, 2014

LIMA, C. L. R. de.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.1, p.89-98, 2010.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. Q.; FLORES, J. P. C. 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**, v.39, p.1499-1506, 2009.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; dos ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura – pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2012.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p.175-187, 2004.

LUSTOSA, S.; MACHADO, D.; BALDISSERA, T.; MORAES, A. de; SANDINI, I. Experiências de Integração Lavoura – Pecuária na Região Central do Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v.6, n.2, 2011.

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

MACCARI, M. **A altura de dossel e a adubação nitrogenada da pastagem podem afetar a nutrição nitrogenada do milho, num sistema de integração lavoura – pecuária?** 2016. 119f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

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

MCBRATNEY, A. B.; PRINGLE, M. J. Spatial variability in soil, implications for precision agriculture. In: STAFFORD, J.V., ed. Spatial variability in soil and crop. Warwick, **Bios Scientific Publishers**, (Precision Agriculture, 97, v.1), p.3-31, 1998.

MCNAUGHTON, S. J. Compensatory plant growth as a response to herbivory. **Oikos**, copenhagen, v. 40, p. 329-336, 1983.

MARASCHIN, G. E. Manejo de pastagens nativas, produtividade animal e dinâmica da vegetação em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 17., Lages. **Anais...** Lages: Epagri/UFDESC, 1998. p.47-54, 1998.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura – pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42:873-882, 2007.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA NETO, A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v.3, p. 175-181, 2010.

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

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, R. B.; HUNGRIA, M.; SOUSA, D. M. G.; CAMPOS, R. J. C Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p. 1053-1060, 2008.

MENTGES, M.I.; REICHERT, J. M.; GUBIANI, P. I.; REINERT, D. J.; XAVIER, A. Alterações estruturais e mecânicas de solo de várzea cultivado com arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 37, n. 1, p. 221-231, 2013.

MNZTFA. Zero Tillage. Brandon: Zero Tillage Farmers Association, **Leech Printing**, 118 p., 1998.

MODOLO, A. J.; FRANCHIN, M. F.; TROGELLO, E.; ADAMI, P. F.; SCARSI, M. CARNIELETTO, R. Semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo. **Revista Engenharia Agrícola**, v.33, n.6, p. 1200-1209, 2013.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. D. L.; SILVEIRA, J. C. M.; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 04, p. 298-306, 2004.

MONTANARI, R.; ZAMBIANCO, E. C.; CORRÊA, A. R.; PELLIN, D. M. P.; CARVALHO, M. P.; DALCHIAVON, F. C. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho correlacionados linear e espacialmente com a consorciação de guandu com milheto. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 125-135, 2012.

MORAES, A.; 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, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p.129-149.

MORAES, M. H.; BENEZ, S. H.; LIBARDI, P. L. Efeitos da compactação em algumas propriedades físicas do solo e seu reflexo no desenvolvimento das raízes de plantas de soja. **Bragantia**, v.52, p.393-403, 1995.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In.: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, p. 1380-1395, 1952.

MÜLLER, Jônatan. **Atributos físicos do solo e produtividade da soja em função de doses de resíduos vegetais e tráfego de máquinas em semeadura direta.** 2011. 71f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

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

OLIVEIRA, R. A. G. **Épocas de dessecação de azevém e azevém mais ervilhaca, pastejados ou como planta de cobertura do solo, no desempenho do milho.** 2014. 173f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

OLIVEIRA, P. R. de.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. da C.; FRANCO, H. B. J.; PEREIRA, F. de S.; JÚNIOR L. S. B.; ROSSETTI, K. de V. Qualidade Física de um Latossolo Vermelho cultivado com soja submetido a níveis de compactação e de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.2, p.587-597, 2012.

OLIVEIRA, J. R. **Solo Planta Animal.** Centro Mesorregional de Excelência em Tecnologia do Leite – Sudoeste do Paraná. 2011. Disponível em: <https://cmetlsudoeste.wordpress.com/2014/07/21/interacoes-solo-planta-animal/solo-planta-animal-oliveira-j-r-2011/>

OLIVEIRA, R. H.; ROSOLEM, C. A.; TRIGUEIRO, R. M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.3, p.439-445, 2004.

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

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). World population prospects: The 2010 revision. Annual population 2011-2100 coth sex. 2011.

ORTIGARA, C.; KOPPE, E.; LUZ, F. B.; BERTOLLO, A. M.; KAISER, D. R.; SILVA, V. R. Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 619-626, 2014.

PAULETTI, V.; COSTA, L.C. Épocas de aplicação de nitrogênio no milho cultivado em sucessão à aveia preta no sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, v.30, p. 599-603, 2000.

PAVAN, A. J.; **Sistema plantio direto**: Avaliação de semeadora em função do manejo da palhada e velocidade de trabalho na cultura da soja. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2006.

PEARCE, S. C. **The agricultural Field Experiment**, A statistical examination of theory and practice. New York, John Wiley & Sons. 335 p. 1983.

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELLEGRINI, A. C. R. S.; LUSTOSA, S. B. C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J. Intervalo hídrico ótimo de um latossolo vermelho distroférrico sob plantio direto em sistema de integração lavoura – pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1515-1526, 2010.

PERES, F.C.; Capital Social: a nova estrela do crescimento econômico. **Revista Preços Agrícolas**. v. 14, n. 163, p. 6-9, 2000.

PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; SOARES, A.B. Fluxo de Biomassa em Pastagem de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) Manejada em Diferentes Alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, p. 529–537, 2004.

QUATRIN, M. P.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; MACHADO, P. R.; NUNES, J. S.; DA ROSA CORREA; M., RODRIGUES, P. F.; BRATZ, V. F.; SIMONETTI, G. D. Efeito da adubação nitrogenada na produção de forragem, teor de proteína bruta e taxa de lotação em pastagens de azevém. **Boletim de Indústria Animal**, v.72 n.1 p.21-26, 2015.

RAPER, R.L. Agricultural traffic impacts on soil. **Journal of Terramechanics**, Amsterdam, v. 42, n. 3-4, p. 259-280, 2005.

REEVES, D. W. Soil management under no-tillage: soil physical aspects. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos ...** Passo Fundo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1995. p.127-130.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.3 p.310-319, 2009.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J.; HORN, R.; HÄKANSSON, I. Reference bulk density and critical degree compactness for no-till crop production in

subtropical highly weathered soils. **Soil Tillage Research**, v. 102, p.242254, 2009.

REIS, E. F. dos; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, H. C.; NAIME, J. M.; ARAÚJO, E. F. Densidade do solo no ambiente solo – semente e velocidade de emergência em sistema de semeadura de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.5, p.777-786, 2006.

RICCE, W. S.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.10, p.1220-1225, 2011.

RIGHES, A. A. CENTENO, A. S.; DALLMEYER, A. U.; SILVEIRA, D. R.; FARRET, I. S.; POZZERA, J.; FERREIRA, O. O.; CASTRO, P. E.; SILVEIRA, T. C. da. **Semeadura direta: comparação entre diferentes mecanismos sulcadores**. São Paulo. 31p., 1990.

RISSI, B. F. **Produção animal em sistema de integração lavoura – pecuária em função de intensidade de pastejo e antecipação da adubação nitrogenada**. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

ROSOLEM, C. A.; ALMEIDA, A. C. S.; SACRAMENTO, L. V. S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, v. 53, p.259-266, 1994.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J. P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, v. 6, p. 1722-1730, 2012.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SALTON, J. C. S.; CARVALHO, P. C. F. **Hetoregeneidade da pastagem-causas e conseqüências**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.

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

SÁNCHEZ-GIRÓN, V.; RAMÍREZ, J. J.; LITAGO, J. J.; HERNANZ, J. L. Effect of soil compaction and water content on the resulting forces acting on three seed drill furrow openers. **Soil and Tillage Research**, v.81, n.1, p.25-37, 2005.

SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG,

M.; NICHOLS, K.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 28, p. 129-144, 2013.

SANTI, G. R.; COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; PELLEGRINI, A.; KUNZ, M.; KAISER, D. R. Efeito do pisoteio bovino na compactação de solo argiloso na região do planalto gaúcho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2004. p. 1-4.

SANDINI, I. E.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura – pecuária. **Ciência Rural**, v.41, p. 1315-1322, 2011.

SANTOS, A. J. M; GAMERO, C. A; OLIVEIRA, R. B; VILLEN, A. C.; Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**. v.27, n.1, p.16-23, 2011.

SANTOS, A. J. M.; GAMERO, C. A.; BACKES, C.; SALOMÃO, L. C.; BICUDO, S. J. Desempenho de discos de corte de semeadora-adubadora em diferentes quantidades de cobertura vegetal. **Energia na Agricultura**, v. 25, n. 4, p. 17-30, 2010.

SARTOR, L. R. ASSMANN, A. L.; ASSMANN, T. S.; BIGOLIN, P. E.; MIYAZAWA, M.; CARVALHO, P. C. F. Effect of swine residue rates on corn, common bean, soybean and wheat yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.2 p. 661-669, 2012.

SARTORI, G. M. S.; MARCHESAN, E.; DAVID, R. D.; DONATO, G.; COELHO, L. L.; AIRES, N. P.; ARAMBURU, B. B. (2016). Soil tillage systems and seeding on grain yield of soybean in lowland area. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 492-498, 2016.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. da. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.58-64, 2009.

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

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

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314p.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A. Crescimento inicial da cultura da soja em Latossolo bruno com diferentes graus de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.6, p.1731-1739, 2014.

SILVA, R. R. **Relação entre precipitação pluviométrica da cultura de soja no município de Ibirubá – RS**. 2013. 93f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SILVA, P. R.; BENEZ, S. H.; JASPER, S. P.; SEKI, A. S.; MASIERO, F. C.; RIQUETTI, N. B. Seedrill: mechanism of culting straw and applied vertical loads. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1367-1373, 2012.

SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, F. A.; ASPIAZU, I.; GALON, L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p. 65-71, 2008.

SILVA, G. J.; MAIA, J. C. S.; BIANCHINI, A. Crescimento da parte aérea de plantas cultivadas em vaso, submetidas à irrigação sub superficial e a diferentes graus de compactação de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.31-40, 2006.

SILVA, A. J. N. D.; CABEDA, M. S. V. Soil compaction and compressibility parameters in relation to management systems and water content. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, p. 921-930, 2006.

SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H.; NUNES, G.C.; SEKI, A.S.; MHAL, D.; RODRIGUES, J.G.L. Força de tração na barra e consumo de combustível de uma semeadora-adubadora de plantio direto em função do mecanismo sulcador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, P. R. A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto**. 2003. 84 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2003.

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

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Fatores controladores da compressibilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico e de um Latossolo Vermelho distrófico típico. II – grau de saturação em água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.1, p.9-15, 2002.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

SILVA, D. J.; ALVAREZ, V. H.; RUIZ, H. A. Fluxo de massa e difusão de enxofre para raízes de milho em solos ácidos de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.109-114, 1998.

SILVEIRA, J. C. M. da; MODOLO, A. J.; SILVA, S. de L.; GABRIEL FILHO, A. Traction and power required by a seed drill with two speeds of displacement and two sowing depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 125-128, 2005.

SCHMALZ, B. A. H.; LIMA, A. C.; TATTO, W. H.; BERNARDON, A.; FORCELINI, D.; ZATTA, A. C. Volume e massa de raízes de soja em um sistema de integração lavoura – pecuária. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 6, 2016, Xanxerê. **Anais...** Xanxerê: UNOESC, p.46, 2016.

SHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p. 123-131, 2007.

SMITH, P.; SMITH, J. U.; POWLSON, D. S.; MC GILL, W. B.; ARAH, J. R. M.; CHERTOV, O. G.; COLEMAN, K.; FRANKO, U.; FROLKING, S.; JENKINSON, D. S.; JENSEN, L. S.; KELLY, R. H.; KLEIN-GUNNEWIEK, H.; KOMAROV, A. S.; LI, C.; MOLINA, J. A. E.; MUELLER, T.; PARTON, W. J.; THORNLEY, J. H. M.; WHITMORE, A.P. A comparasion of the performance of nine soil organic matter models using datasets from seven long-term experiments. **Geoderma**, v.81, p.153–255, 1997.

SOARES, A. B.; AIOLFI, R. B.; BORTOLLI, M. A.; ASSMANN, T. S.; ZATTA, A. C. Produção animal e vegetal em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. **III SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO**, p. 139, 2015.

SOARES, A. B.; RESTLE, J. Produção Animal e Qualidade de Forragem de Pastagem de Triticale e Azevém Submetida a Doses de Adubação Nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 31, n. 2, p. 908-917, 2002.

SOBIERAJ, J. A.; ELSENBEEER, H.; COELHO, R. M.; NEWTON, B. Spatial variability of soil hydraulic conductivity along a tropical rainforest catena. **Geoderma**, v.108

p.79-90, 2002.

SOUSA, A. R., SILVA, A. B., RESENDE, M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCS, p.256-257, 1998.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Influência da pedofoma na variabilidade espacial de alguns atributos físicos e hídricos de um Latossolo sob o cultivo da cana-de-açúcar. **Irriga**, p.1-11, 2004.

SPERA, S.T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; DREON, G. Efeito de sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto em alguns atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.3, p.388-393, 2012.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de integração entre lavoura e pecuária sob plantio direto, em alguns atributos físicos do solo após dez anos. **Bragantia**. v.69, n.3, p. 695-704, 2010.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, p. 129-136, 2009.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeito do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.2, p.395-401, 2001.

STORCK, L.; MODOLO, A. J.; BRUM, B.; TROGELLO, E.; FRANCHIN, M. F.; ADAMI, P. F. Medida de regularidade do espaçamento de plantas de milho em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.1, p.39-44, 2015.

TAYLOR, H. M.; BRAR, G. S. Effect of soil compaction on root development. **Soil & Tillage Research**, v.19, n.1, p.111-119, 1991.

TERRA LOPES, M. L.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A. Sistema de integração lavoura – pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia-preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

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

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. *Ciência Rural*, v.28, n.4, p.543-546, 1998.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998.

TORRES-GUERRERO, C. A.; ETCHEVERS, J. D.; FUENTES-PONCE, M. H.; GOVAERTS, B.; DE LEÓN-GONZÁLEZ, F.; HERRERA, J. M. Influencia de las raíces sobre la agregación del suelo. **Terra Latinoamericana**, v. 31, n. 1, p. 71-84, 2013.

TOURINO, M. C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13., Rio de Janeiro, 1983. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, v.2, p.103-116. 1983.

TRANNIN, I. C. DE B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Atributos químicos e físicos de um solo tratado com biossólido industrial e cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.223-230, 2008.

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

TRENTIN, R. G. **Desempenho de sulcadores no desenvolvimento e produtividade da soja em solo submetido a diferentes níveis de compactação**. 2015. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

TROGELLO E.; MODOLO, A. J.; SCARSI, M. DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, v.72, n.1, p. 101-109, 2013.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; SCARSI, M.; SILVA, C. L.; ADAMI, P. F.; DALLACORT, R.; Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, 2013.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; SCARSI, M.; SGARBOSSA, M. Desenvolvimento inicial e produtividade da cultura do milho no sistema de integração lavoura – pecuária. **Revista Ceres**, v.59, n.2, p.286-291, 2012.

TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e

vantagens. **Ciência Rural**, v.32, p.159-163, 2002.

UNGER, P. W.; KASPAR, T. C. Soil compaction and root growth: A review. **Agronomy Journal**, v.86, p.759-766, 1994.

UHDE, L. T.; COGO, N. P.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R. Comportamento da sucessão trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, n.3, p.493-501, 1996.

USDA – United States Department of Agriculture. **Oilseeds: World Markets and Trade**, 2012.

VEGA, C. R. C.; SADRAS, V. O.; ANDRADE, F. H.; UHART, S. A. Reproductive allometry in soybean, maize and sunflower. **Annals of Botany**, v.85, p.461-468, 2000.

VEPRASKAS, M. J. Cone index of loamy sands as influenced by pore size distribution and effective stress. **Soil Science Society of America Journal**, 48: 1220-1225, 1984.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.7, p. 873-882, 1984.

VILELA, L.; JUNIOR, G. B. M.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; JÚNIOR, R. G.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura – pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2012.

VOMOCIL, J. A.; FLOCKER, W. J. Effects of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, 4:242-246, 1966.

WRIGHT, I. A.; TARAWALI, S.; BLÜMMEL, M.; GERARD, B.; TEUFEL, N.; HERRERO, M. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1010-1015, 2012.

XAVIER, A. **Comportamento da cultura da soja em função de resíduos culturais, mobilização do solo e irrigação, em semeadura direta**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2005.

ZEBARTH, B. J.; REES, H.; WALSH, J.; CHOW, L.; PENNOCK, D. J. Soil variation within a Hummocky Podzolic landscape under intensive potato production. **Geoderma**, v.110, p.19-33, 2002.

ÍNDICE DE APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – Dados Originais: Densidade do solo após as fases pastagem e lavoura, porosidade do solo após as fases pastagem e lavoura.....	164
APÊNDICE B – Dados Originais: Resistência mecânica a penetração após as fases pastagem e lavoura.....	164
APÊNDICE C – Dados Originais: Massa residual da palhada.....	176
APÊNDICE D – Dados Originais: Profundidade de deposição de sementes e dimensionamento de sulco.....	176
APÊNDICE E – Dados Originais: Área e volume de solo mobilizado.....	177
APÊNDICE F – Dados Originais: Uniformidade de distribuição de plantas.....	177
APÊNDICE G – Dados Originais: Estande de plantas.....	178
APÊNDICE H – Dados Originais: Demanda energética do trator.....	178
APÊNDICE I – Dados Originais: Produtividade da soja.....	179
APÊNDICE J – Dados Originais: Componentes de Rendimento da soja.....	179
APÊNDICE K – Dados Originais: Análise Biométrica da soja.....	180
APÊNDICE L – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: DS_0 (Densidade do solo inicial, em g cm⁻³) e DS_f (Densidade do solo final em g cm⁻³) na camada de 0-10 cm numa profundidade de 2,5-7,5 cm nas coletas depois da fase pastagem (após a retirada dos animais dos piquetes) e após a fase lavoura (depois da colheita da soja).....	180
APÊNDICE M – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade, coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Por_0 (Porosidade Total inicial, em m³ m⁻³) e Por_f (Porosidade Total final em m³ m⁻³) na camada de 0 – 10 cm numa profundidade de 2,5 – 7,5 cm nas coletas depois da fase pastagem (após a retirada dos animais dos piquetes) e após a fase lavoura (depois da colheita da soja).....	181
APÊNDICE N – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de	

blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Massa residual da palhada de aveia preta + azevém.....181

APÊNDICE O – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento de ILP com pastagem de aveia preta + azevém no inverno e soja no verão, conduzido em esquema trifatorial, (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem Fator P= Período de avaliação – antes e após o cultivo da soja), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Densidade $g\ cm^{-3}$ (DS) e Porosidade Total do solo $m^3\ m^{-3}$ (PR).....182

APÊNDICE P – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Profundidade de sementes (cm).....182

APÊNDICE Q – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Profundidade de sulco (cm), Largura de sulco (cm), Volume de solo Mobilizado ($m^3\ ha^{-1}$) e área de solo mobilizado (cm^2).....183

APÊNDICE R – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Uniformidade de distribuição de plantas: Espaçamento Falho (%), Normal (%) e Duplo (%)......183

APÊNDICE S – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Est_plan. (Estande de plantas, em nº de plantas ha^{-1}).....184

APÊNDICE T – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Demanda de Força e Potência do trator: Força de Tração média (kN), Força de Tração por linha (kN),

Força de Tração máxima (kN), Potência média (kW) e Potência máxima (kW).

.....184

APÊNDICE U – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Produtividade da soja (kg ha⁻¹).....185

APÊNDICE V – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para análise de Componentes de Rendimento: N° de vagens/ planta, N° Total de grãos/ planta, N° de grãos/ vagem e Massa de 1000 grãos (g).....185

APÊNDICE W – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para análise biométrica: Altura de plantas (m) e altura de inserção de primeira vagem (m).....186

APÊNDICE X – Qualidade da semeadora – adubadora utilizada: Stara Victória 3150, utilizada na área experimental durante a semeadura da soja.....186

APÊNDICE Y – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de DS₀= Densidade de solo inicial.....187

APÊNDICE Z – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de DS_f= Densidade de solo final.....187

APÊNDICE AA – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de Um₀= Umidade de solo inicial.....188

APÊNDICE AB – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de Por₀= Porosidade de solo inicial.....188

APÊNDICE AC – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de Por_f= Porosidade de solo final.....189

ANEXO A – Ciclo de nutrientes minerais, simplificado para ecossistema de pastagem. Fonte: Oliveira, (2011) Adaptado de Wilkinson e Lowrey (1973)....191

ANEXO B – Estádios fenológicos da cultura da soja. Fonte: Adaptado de Iowa State University, Special Report, n.53, 1998 e Meschede et al., (2004).....192

ANEXO C – Classificação do perfil do solo – Abelardo Luz – SC.....192

APÊNDICES

APÊNDICE A – Dados Originais: Densidade do solo após as fases pastagem e lavoura, porosidade do solo após as fases pastagem e lavoura.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	DS_0	DS_f	Por_0	Por_f
AA	NP	1	11	1,15	1,00	56,68	62,42
AA	NP	2	3	1,06	1,01	60,01	61,91
AA	NP	3	8	1,11	0,99	57,94	62,49
AA	NG	1	1	1,02	0,92	61,55	65,45
AA	NG	2	10	1,2	0,99	54,80	62,49
AA	NG	3	5	1,02	0,98	57,65	63,12
BA	NP	1	2	1,09	1,01	58,77	62,00
BA	NP	2	9	1,12	0,99	57,57	62,48
BA	NP	3	6	1,08	0,93	59,13	64,74
BA	NG	1	12	1,19	1,01	54,93	62,00
BA	NG	2	4	1,06	1,00	59,85	62,21
BA	NG	3	7	1,13	0,98	57,35	62,98

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; DS_0= Densidade do solo inicial (após a fase pastagem) (g cm^{-3}); DS_f= Densidade do solo final (após a fase lavoura)(g cm^{-3}); Por_0= Porosidade total inicial (após a fase pastagem) ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); Por_f= Porosidade Total final (após a fase lavoura) ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$).

APÊNDICE B – Dados Originais: Resistência mecânica a penetração após as fases pastagem e lavoura.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	Profundidade (cm)	RP_0 (MPa)	RP_f (MPa)
AA	NP	1	11	0	0,040125	0,062813
AA	NP	1	11	1	0,203	0,345563
AA	NP	1	11	2	0,856563	0,797063
AA	NP	1	11	3	2,0555	1,3845
AA	NP	1	11	4	3,532563	1,915313
AA	NP	1	11	5	4,145563	2,28625
AA	NP	1	11	6	4,433188	2,555
AA	NP	1	11	7	4,5285	2,694313
AA	NP	1	11	8	4,4075	2,700938
AA	NP	1	11	9	4,291	2,684
AA	NP	1	11	10	4,1195	2,632938
AA	NP	1	11	11	3,915438	2,602875
AA	NP	1	11	12	3,769875	2,580188
AA	NP	1	11	13	3,692188	2,495125
AA	NP	1	11	14	3,567938	2,40075
AA	NP	1	11	15	3,485188	2,356313
AA	NP	1	11	16	3,394688	2,311813
AA	NP	1	11	17	3,23575	2,27975
AA	NP	1	11	18	3,083375	2,27325
AA	NP	1	11	19	2,914313	2,228125
AA	NP	1	11	20	2,755125	2,221438

AA	NP	1	11	21	2,68175	2,22425
AA	NP	1	11	22	2,610125	2,164813
AA	NP	1	11	23	2,550625	2,131
AA	NP	1	11	24	2,483438	2,055125
AA	NP	1	11	25	2,4085	1,976188
AA	NP	1	11	26	2,376688	1,970563
AA	NP	1	11	27	2,367	1,974375
AA	NP	1	11	28	2,364063	1,97775
AA	NP	1	11	29	2,349063	2,0035
AA	NP	1	11	30	2,337375	1,985063
AA	NP	1	11	31	2,36875	1,987125
AA	NP	1	11	32	2,409	2,03775
AA	NP	1	11	33	2,422563	2,028
AA	NP	1	11	34	2,451625	2,02625
AA	NP	1	11	35	2,450063	2,013188
AA	NP	1	11	36	2,37475	1,970563
AA	NP	1	11	37	2,356313	1,96
AA	NP	1	11	38	2,321438	1,96425
AA	NP	1	11	39	2,301813	1,921688
AA	NP	1	11	40	2,258125	1,895125
AA	NP	2	3	0	0,031875	0,025563
AA	NP	2	3	1	0,3365	0,177938
AA	NP	2	3	2	1,057688	0,48
AA	NP	2	3	3	2,141125	0,923313
AA	NP	2	3	4	3,444125	1,4025
AA	NP	2	3	5	4,260563	1,6505
AA	NP	2	3	6	4,828688	1,861625
AA	NP	2	3	7	4,875625	2,017875
AA	NP	2	3	8	4,918563	2,08175
AA	NP	2	3	9	4,60625	2,14125
AA	NP	2	3	10	4,413438	2,233563
AA	NP	2	3	11	4,258625	2,2475
AA	NP	2	3	12	4,003	2,272188
AA	NP	2	3	13	3,87625	2,273188
AA	NP	2	3	14	3,777125	2,2505
AA	NP	2	3	15	3,672188	2,252375
AA	NP	2	3	16	3,535438	2,246438
AA	NP	2	3	17	3,3045	2,239625
AA	NP	2	3	18	3,19125	2,23825
AA	NP	2	3	19	3,098375	2,19775
AA	NP	2	3	20	2,963563	2,12475
AA	NP	2	3	21	2,811563	2,033313
AA	NP	2	3	22	2,701438	1,976313

AA	NP	2	3	23	2,597563	1,980563
AA	NP	2	3	24	2,47575	1,94975
AA	NP	2	3	25	2,38475	1,930875
AA	NP	2	3	26	2,30075	1,894563
AA	NP	2	3	27	2,218063	1,84875
AA	NP	2	3	28	2,112688	1,810125
AA	NP	2	3	29	2,044438	1,8095
AA	NP	2	3	30	2,020438	1,780938
AA	NP	2	3	31	1,993313	1,74425
AA	NP	2	3	32	1,958063	1,766813
AA	NP	2	3	33	1,930313	1,751063
AA	NP	2	3	34	1,9565	1,724438
AA	NP	2	3	35	1,978313	1,675563
AA	NP	2	3	36	1,893688	1,654813
AA	NP	2	3	37	1,865063	1,613188
AA	NP	2	3	38	1,86375	1,573313
AA	NP	2	3	39	1,850625	1,5345
AA	NP	2	3	40	1,81325	1,511188
AA	NP	3	8	0	0,016938	0,016438
AA	NP	3	8	1	0,413813	0,20975
AA	NP	3	8	2	1,474	0,718438
AA	NP	3	8	3	2,88075	1,4875
AA	NP	3	8	4	4,194438	2,3645
AA	NP	3	8	5	4,693625	2,700125
AA	NP	3	8	6	5,094688	2,82525
AA	NP	3	8	7	5,254188	2,871688
AA	NP	3	8	8	4,805875	2,837813
AA	NP	3	8	9	4,537625	2,792375
AA	NP	3	8	10	4,301063	2,722313
AA	NP	3	8	11	4,187688	2,6275
AA	NP	3	8	12	3,948813	2,5675
AA	NP	3	8	13	3,7995	2,571625
AA	NP	3	8	14	3,741375	2,540063
AA	NP	3	8	15	3,686688	2,478188
AA	NP	3	8	16	3,543125	2,484438
AA	NP	3	8	17	3,358	2,48925
AA	NP	3	8	18	3,099313	2,434188
AA	NP	3	8	19	2,927125	2,31175
AA	NP	3	8	20	2,808688	2,19575
AA	NP	3	8	21	2,72	2,13875
AA	NP	3	8	22	2,613438	2,07
AA	NP	3	8	23	2,532375	2,028563
AA	NP	3	8	24	2,440063	1,991813

AA	NP	3	8	25	2,358813	1,967
AA	NP	3	8	26	2,292563	1,986125
AA	NP	3	8	27	2,2225	1,994313
AA	NP	3	8	28	2,210813	1,972438
AA	NP	3	8	29	2,21325	1,9675
AA	NP	3	8	30	2,211125	1,91825
AA	NP	3	8	31	2,174438	1,88925
AA	NP	3	8	32	2,133	1,889688
AA	NP	3	8	33	2,102938	1,845313
AA	NP	3	8	34	2,081813	1,809938
AA	NP	3	8	35	2,049375	1,791688
AA	NP	3	8	36	2,031438	1,762688
AA	NP	3	8	37	2,037813	1,732813
AA	NP	3	8	38	2,018375	1,727938
AA	NP	3	8	39	2,014	1,713375
AA	NP	3	8	40	2,0165	1,723938
AA	NG	1	1	0	0,05175	0,089438
AA	NG	1	1	1	0,398313	0,4215
AA	NG	1	1	2	1,197438	0,906875
AA	NG	1	1	3	2,288188	1,456125
AA	NG	1	1	4	3,442188	1,882563
AA	NG	1	1	5	3,993688	2,087563
AA	NG	1	1	6	4,221375	2,180375
AA	NG	1	1	7	4,21025	2,232563
AA	NG	1	1	8	4,042063	2,238438
AA	NG	1	1	9	3,934875	2,296375
AA	NG	1	1	10	3,747063	2,336563
AA	NG	1	1	11	3,619063	2,462625
AA	NG	1	1	12	3,46675	2,523563
AA	NG	1	1	13	3,328563	2,565125
AA	NG	1	1	14	3,080125	2,579063
AA	NG	1	1	15	2,86775	2,610063
AA	NG	1	1	16	2,647438	2,60575
AA	NG	1	1	17	2,531438	2,54925
AA	NG	1	1	18	2,53325	2,4965
AA	NG	1	1	19	2,469438	2,418688
AA	NG	1	1	20	2,358688	2,369375
AA	NG	1	1	21	2,255625	2,396875
AA	NG	1	1	22	2,163438	2,303125
AA	NG	1	1	23	2,099188	2,237438
AA	NG	1	1	24	1,964188	2,131188
AA	NG	1	1	25	1,841375	2,02125
AA	NG	1	1	26	1,75	1,928438

AA	NG	1	1	27	1,71925	1,861688
AA	NG	1	1	28	1,671688	1,77225
AA	NG	1	1	29	1,643125	1,785563
AA	NG	1	1	30	1,608375	1,779188
AA	NG	1	1	31	1,579938	1,745625
AA	NG	1	1	32	1,5585	1,714188
AA	NG	1	1	33	1,520438	1,65625
AA	NG	1	1	34	1,515625	1,617625
AA	NG	1	1	35	1,482125	1,576625
AA	NG	1	1	36	1,424063	1,528188
AA	NG	1	1	37	1,388563	1,503563
AA	NG	1	1	38	1,384125	1,488063
AA	NG	1	1	39	1,376875	1,461
AA	NG	1	1	40	1,373	1,4295
AA	NG	2	10	0	0,02225	0,008188
AA	NG	2	10	1	0,229563	0,368813
AA	NG	2	10	2	1,235188	0,985688
AA	NG	2	10	3	2,502813	1,67325
AA	NG	2	10	4	3,625375	2,248
AA	NG	2	10	5	3,892	2,442875
AA	NG	2	10	6	3,893125	2,546313
AA	NG	2	10	7	3,781063	2,612625
AA	NG	2	10	8	3,640375	2,577813
AA	NG	2	10	9	3,366188	2,4655
AA	NG	2	10	10	3,214375	2,329625
AA	NG	2	10	11	3,078063	2,270313
AA	NG	2	10	12	3,018688	2,253313
AA	NG	2	10	13	2,983938	2,289125
AA	NG	2	10	14	2,931625	2,3065
AA	NG	2	10	15	2,866375	2,334063
AA	NG	2	10	16	2,831063	2,342313
AA	NG	2	10	17	2,801938	2,328688
AA	NG	2	10	18	2,815563	2,335563
AA	NG	2	10	19	2,82525	2,305
AA	NG	2	10	20	2,870125	2,30225
AA	NG	2	10	21	2,839313	2,3075
AA	NG	2	10	22	2,810813	2,281875
AA	NG	2	10	23	2,774438	2,298375
AA	NG	2	10	24	2,739313	2,294438
AA	NG	2	10	25	2,739688	2,282813
AA	NG	2	10	26	2,715938	2,303125
AA	NG	2	10	27	2,72375	2,3485
AA	NG	2	10	28	2,762875	2,419188

AA	NG	2	10	29	2,800625	2,500375
AA	NG	2	10	30	2,797125	2,515875
AA	NG	2	10	31	2,836313	2,534625
AA	NG	2	10	32	2,878438	2,567125
AA	NG	2	10	33	2,923375	2,565625
AA	NG	2	10	34	2,9935	2,573313
AA	NG	2	10	35	2,998313	2,557438
AA	NG	2	10	36	2,932063	2,525563
AA	NG	2	10	37	2,886688	2,540063
AA	NG	2	10	38	2,890563	2,551125
AA	NG	2	10	39	2,868313	2,567125
AA	NG	2	10	40	2,901625	2,635313
AA	NG	3	5	0	0,039188	0,033813
AA	NG	3	5	1	0,36825	0,26675
AA	NG	3	5	2	1,267063	0,648188
AA	NG	3	5	3	2,701625	1,118188
AA	NG	3	5	4	4,196375	1,736
AA	NG	3	5	5	4,5685	2,075813
AA	NG	3	5	6	4,451563	2,299625
AA	NG	3	5	7	4,138313	2,40325
AA	NG	3	5	8	3,894125	2,377188
AA	NG	3	5	9	3,801813	2,359313
AA	NG	3	5	10	3,695563	2,325875
AA	NG	3	5	11	3,54325	2,25425
AA	NG	3	5	12	3,263313	2,206563
AA	NG	3	5	13	3,166563	2,168125
AA	NG	3	5	14	3,095625	2,177063
AA	NG	3	5	15	3,0675	2,263
AA	NG	3	5	16	3,027313	2,29925
AA	NG	3	5	17	2,957188	2,31725
AA	NG	3	5	18	2,907375	2,35
AA	NG	3	5	19	2,858125	2,292875
AA	NG	3	5	20	2,816563	2,254688
AA	NG	3	5	21	2,704938	2,238313
AA	NG	3	5	22	2,640625	2,219
AA	NG	3	5	23	2,588375	2,232
AA	NG	3	5	24	2,500313	2,186563
AA	NG	3	5	25	2,471375	2,124813
AA	NG	3	5	26	2,506188	2,111813
AA	NG	3	5	27	2,533688	2,071563
AA	NG	3	5	28	2,56475	2,039125
AA	NG	3	5	29	2,584	2,061938
AA	NG	3	5	30	2,60825	2,038188

AA	NG	3	5	31	2,716063	2,064375
AA	NG	3	5	32	2,769563	2,14975
AA	NG	3	5	33	2,828688	2,209438
AA	NG	3	5	34	2,899813	2,264438
AA	NG	3	5	35	2,874625	2,298938
AA	NG	3	5	36	2,895875	2,339063
AA	NG	3	5	37	2,947625	2,369938
AA	NG	3	5	38	2,999313	2,378125
AA	NG	3	5	39	3,012813	2,371313
AA	NG	3	5	40	3,015875	2,370813
BA	NP	1	2	0	0,00775	0,029375
BA	NP	1	2	1	0,420563	0,465563
BA	NP	1	2	2	1,75975	1,243875
BA	NP	1	2	3	3,664063	2,105813
BA	NP	1	2	4	5,119625	2,732438
BA	NP	1	2	5	5,333813	2,823938
BA	NP	1	2	6	5,361813	2,926313
BA	NP	1	2	7	5,103188	2,81125
BA	NP	1	2	8	4,676875	2,705813
BA	NP	1	2	9	4,339	2,768688
BA	NP	1	2	10	3,997625	2,860063
BA	NP	1	2	11	3,870063	2,964125
BA	NP	1	2	12	3,636625	3,114438
BA	NP	1	2	13	3,4005	3,072813
BA	NP	1	2	14	3,138375	2,95625
BA	NP	1	2	15	2,926375	2,810875
BA	NP	1	2	16	2,793813	2,587813
BA	NP	1	2	17	2,739625	2,4835
BA	NP	1	2	18	2,638625	2,438938
BA	NP	1	2	19	2,4705	2,423563
BA	NP	1	2	20	2,317125	2,405188
BA	NP	1	2	21	2,214188	2,3675
BA	NP	1	2	22	2,129188	2,267438
BA	NP	1	2	23	2,043063	2,171625
BA	NP	1	2	24	1,883125	2,088125
BA	NP	1	2	25	1,793563	2,016563
BA	NP	1	2	26	1,73225	1,990875
BA	NP	1	2	27	1,699313	1,959313
BA	NP	1	2	28	1,639875	1,890688
BA	NP	1	2	29	1,584313	1,838938
BA	NP	1	2	30	1,572125	1,788313
BA	NP	1	2	31	1,563438	1,7385
BA	NP	1	2	32	1,507	1,709375

BA	NP	1	2	33	1,503563	1,676188
BA	NP	1	2	34	1,533938	1,658063
BA	NP	1	2	35	1,547938	1,624375
BA	NP	1	2	36	1,550938	1,58575
BA	NP	1	2	37	1,529563	1,557688
BA	NP	1	2	38	1,485188	1,555313
BA	NP	1	2	39	1,48125	1,544563
BA	NP	1	2	40	1,46725	1,503563
BA	NP	2	9	0	0,060438	0,045875
BA	NP	2	9	1	0,655125	0,422625
BA	NP	2	9	2	1,903813	1,17425
BA	NP	2	9	3	3,407313	1,974438
BA	NP	2	9	4	4,444875	2,63525
BA	NP	2	9	5	4,56125	2,988313
BA	NP	2	9	6	4,4655	3,288813
BA	NP	2	9	7	4,174063	3,359
BA	NP	2	9	8	3,794625	3,329063
BA	NP	2	9	9	3,617563	3,173875
BA	NP	2	9	10	3,459063	2,996375
BA	NP	2	9	11	3,30675	2,908938
BA	NP	2	9	12	3,138188	2,875188
BA	NP	2	9	13	3,031625	2,859063
BA	NP	2	9	14	2,947563	2,849375
BA	NP	2	9	15	2,88525	2,823375
BA	NP	2	9	16	2,838313	2,756438
BA	NP	2	9	17	2,719063	2,744125
BA	NP	2	9	18	2,623563	2,7455
BA	NP	2	9	19	2,600938	2,704813
BA	NP	2	9	20	2,617813	2,582625
BA	NP	2	9	21	2,593625	2,496
BA	NP	2	9	22	2,56575	2,405125
BA	NP	2	9	23	2,563375	2,353375
BA	NP	2	9	24	2,54825	2,300188
BA	NP	2	9	25	2,571438	2,30125
BA	NP	2	9	26	2,617	2,347688
BA	NP	2	9	27	2,6135	2,390125
BA	NP	2	9	28	2,630938	2,423625
BA	NP	2	9	29	2,700438	2,474625
BA	NP	2	9	30	2,755625	2,515875
BA	NP	2	9	31	2,835875	2,585375
BA	NP	2	9	32	2,880313	2,69275
BA	NP	2	9	33	2,860938	2,718313
BA	NP	2	9	34	2,85275	2,743938

BA	NP	2	9	35	2,859688	2,768875
BA	NP	2	9	36	2,852313	2,775563
BA	NP	2	9	37	2,861	2,768188
BA	NP	2	9	38	2,868188	2,736938
BA	NP	2	9	39	2,871188	2,725688
BA	NP	2	9	40	2,901625	2,646375
BA	NP	3	6	0	0,02125	0,012063
BA	NP	3	6	1	0,264938	0,212625
BA	NP	3	6	2	0,9645	0,753188
BA	NP	3	6	3	2,198688	1,494875
BA	NP	3	6	4	3,579938	1,979688
BA	NP	3	6	5	4,060938	2,1715
BA	NP	3	6	6	3,993438	2,343313
BA	NP	3	6	7	3,915875	2,509125
BA	NP	3	6	8	3,623938	2,509188
BA	NP	3	6	9	3,356125	2,48
BA	NP	3	6	10	3,216875	2,408375
BA	NP	3	6	11	3,121563	2,376813
BA	NP	3	6	12	2,9895	2,370875
BA	NP	3	6	13	2,852188	2,375063
BA	NP	3	6	14	2,738813	2,343625
BA	NP	3	6	15	2,65125	2,342875
BA	NP	3	6	16	2,509938	2,290188
BA	NP	3	6	17	2,359188	2,191
BA	NP	3	6	18	2,227125	2,196688
BA	NP	3	6	19	2,134313	2,158063
BA	NP	3	6	20	2,001438	2,154125
BA	NP	3	6	21	1,931813	2,110188
BA	NP	3	6	22	1,860813	2,028563
BA	NP	3	6	23	1,837	1,9395
BA	NP	3	6	24	1,775313	1,883125
BA	NP	3	6	25	1,740875	1,846688
BA	NP	3	6	26	1,717313	1,813875
BA	NP	3	6	27	1,68775	1,776188
BA	NP	3	6	28	1,652375	1,69925
BA	NP	3	6	29	1,643813	1,672063
BA	NP	3	6	30	1,615625	1,6185
BA	NP	3	6	31	1,607	1,6055
BA	NP	3	6	32	1,582688	1,59925
BA	NP	3	6	33	1,553813	1,574125
BA	NP	3	6	34	1,520375	1,6055
BA	NP	3	6	35	1,463813	1,61675
BA	NP	3	6	36	1,332938	1,607125

BA	NP	3	6	37	1,292375	1,616375
BA	NP	3	6	38	1,26375	1,621
BA	NP	3	6	39	1,228438	1,609875
BA	NP	3	6	40	1,283625	1,594875
BA	NG	1	12	0	0,068688	0,089875
BA	NG	1	12	1	0,5095	0,450938
BA	NG	1	12	2	1,796438	1,023
BA	NG	1	12	3	3,300938	1,697875
BA	NG	1	12	4	4,525438	2,269313
BA	NG	1	12	5	4,795313	2,623125
BA	NG	1	12	6	4,851875	2,804438
BA	NG	1	12	7	4,81025	2,764875
BA	NG	1	12	8	4,418313	2,705813
BA	NG	1	12	9	4,076438	2,651625
BA	NG	1	12	10	3,92175	2,544313
BA	NG	1	12	11	3,713875	2,539563
BA	NG	1	12	12	3,48475	2,506313
BA	NG	1	12	13	3,31975	2,452
BA	NG	1	12	14	3,202875	2,402625
BA	NG	1	12	15	3,1145	2,402313
BA	NG	1	12	16	3,008313	2,381
BA	NG	1	12	17	2,885813	2,399813
BA	NG	1	12	18	2,813188	2,39875
BA	NG	1	12	19	2,678313	2,352375
BA	NG	1	12	20	2,572375	2,260188
BA	NG	1	12	21	2,497	2,158063
BA	NG	1	12	22	2,414375	2,067625
BA	NG	1	12	23	2,347125	2,007313
BA	NG	1	12	24	2,2495	1,951188
BA	NG	1	12	25	2,223938	1,922188
BA	NG	1	12	26	2,215	1,919875
BA	NG	1	12	27	2,2055	1,932688
BA	NG	1	12	28	2,256375	1,910938
BA	NG	1	12	29	2,276625	1,907563
BA	NG	1	12	30	2,271625	1,905313
BA	NG	1	12	31	2,305625	1,87625
BA	NG	1	12	32	2,271688	1,850625
BA	NG	1	12	33	2,22825	1,837
BA	NG	1	12	34	2,215688	1,835625
BA	NG	1	12	35	2,161563	1,827938
BA	NG	1	12	36	2,092875	1,843438
BA	NG	1	12	37	2,057063	1,844875
BA	NG	1	12	38	1,978188	1,820188

BA	NG	1	12	39	1,963688	1,752938
BA	NG	1	12	40	1,91725	1,677563
BA	NG	2	4	0	0,03725	0,042563
BA	NG	2	4	1	0,424438	0,360625
BA	NG	2	4	2	1,382625	1,028688
BA	NG	2	4	3	2,771125	1,881125
BA	NG	2	4	4	4,687063	2,574313
BA	NG	2	4	5	5,238688	2,814625
BA	NG	2	4	6	5,302875	2,909875
BA	NG	2	4	7	4,901625	2,838188
BA	NG	2	4	8	4,418188	2,752125
BA	NG	2	4	9	4,06675	2,733
BA	NG	2	4	10	3,865688	2,692938
BA	NG	2	4	11	3,692563	2,6705
BA	NG	2	4	12	3,346938	2,629
BA	NG	2	4	13	3,1445	2,612125
BA	NG	2	4	14	3,00325	2,519188
BA	NG	2	4	15	2,889563	2,498438
BA	NG	2	4	16	2,663	2,377063
BA	NG	2	4	17	2,558	2,3635
BA	NG	2	4	18	2,521625	2,44675
BA	NG	2	4	19	2,388375	2,457688
BA	NG	2	4	20	2,307563	2,551125
BA	NG	2	4	21	2,271188	2,556
BA	NG	2	4	22	2,156688	2,433188
BA	NG	2	4	23	2,116563	2,42025
BA	NG	2	4	24	2,119813	2,3805
BA	NG	2	4	25	2,12425	2,355375
BA	NG	2	4	26	2,131438	2,308438
BA	NG	2	4	27	2,16925	2,197188
BA	NG	2	4	28	2,14475	2,135938
BA	NG	2	4	29	2,103938	2,151688
BA	NG	2	4	30	2,067625	2,057125
BA	NG	2	4	31	2,046	2,012625
BA	NG	2	4	32	2,016813	1,989375
BA	NG	2	4	33	1,963688	1,92425
BA	NG	2	4	34	1,969	1,917375
BA	NG	2	4	35	1,949688	1,91925
BA	NG	2	4	36	1,875688	1,9125
BA	NG	2	4	37	1,903875	1,916313
BA	NG	2	4	38	1,93475	1,9245
BA	NG	2	4	39	1,993688	1,882938
BA	NG	2	4	40	1,957813	1,84975

BA	NG	3	7	0	0,027063	0,033313
BA	NG	3	7	1	0,586875	0,305
BA	NG	3	7	2	2,082313	0,975625
BA	NG	3	7	3	3,706188	1,955125
BA	NG	3	7	4	4,77125	2,768188
BA	NG	3	7	5	5,26175	3,104188
BA	NG	3	7	6	5,274688	3,230438
BA	NG	3	7	7	4,960625	3,23775
BA	NG	3	7	8	4,37225	3,038875
BA	NG	3	7	9	3,902375	2,913688
BA	NG	3	7	10	3,520438	2,845125
BA	NG	3	7	11	3,2675	2,715
BA	NG	3	7	12	3,062063	2,622375
BA	NG	3	7	13	2,865375	2,51775
BA	NG	3	7	14	2,629	2,400125
BA	NG	3	7	15	2,4685	2,373125
BA	NG	3	7	16	2,393063	2,34525
BA	NG	3	7	17	2,381938	2,324375
BA	NG	3	7	18	2,345188	2,266813
BA	NG	3	7	19	2,260688	2,202563
BA	NG	3	7	20	2,168313	2,165313
BA	NG	3	7	21	2,090313	2,0725
BA	NG	3	7	22	2,04075	1,984563
BA	NG	3	7	23	2,016	1,987438
BA	NG	3	7	24	1,969625	1,97675
BA	NG	3	7	25	1,96425	1,9545
BA	NG	3	7	26	1,949375	1,962875
BA	NG	3	7	27	1,86325	1,920188
BA	NG	3	7	28	1,791125	1,841438
BA	NG	3	7	29	1,78575	1,844813
BA	NG	3	7	30	1,746688	1,7815
BA	NG	3	7	31	1,719188	1,713375
BA	NG	3	7	32	1,704	1,719125
BA	NG	3	7	33	1,682938	1,673125
BA	NG	3	7	34	1,654313	1,646688
BA	NG	3	7	35	1,630688	1,624938
BA	NG	3	7	36	1,6035	1,571563
BA	NG	3	7	37	1,576	1,583875
BA	NG	3	7	38	1,575938	1,609313
BA	NG	3	7	39	1,580063	1,611688
BA	NG	3	7	40	1,562	1,636813

Fator A = Altura do Pasto; Fator D = Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; RP_0 = Resistência mecânica a penetração aós a fase pastagem (MPa); RP_f = Resistência mecânica a penetração aós a fase lavoura (MPa).

APÊNCIDE C – Dados Originais: Massa residual da palhada.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	M. Palhada
AA	NP	1	11	5227,60
AA	NP	2	3	3999,20
AA	NP	3	8	3966,93
AA	NG	1	1	1418,40
AA	NG	2	10	2298,00
AA	NG	3	5	2612,53
BA	NP	1	2	2293,20
BA	NP	2	9	940,40
BA	NP	3	6	1150,40
BA	NG	1	12	1794,00
BA	NG	2	4	1206,40
BA	NG	3	7	730,00

Fator A = Altura do Pasto; Fator D = Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; M. Palhada = Massa residual da palhada (kg MS ha⁻¹).

APÊNCIDE D – Dados Originais: Profundidade de deposição de sementes e dimensionamento de sulco.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	Prof sem	Prof sulco	Larg sulco
AA	NP	1	11	3,70	4,94	6,44
AA	NP	2	3	3,74	4,67	6,44
AA	NP	3	8	3,76	4,56	8,67
AA	NG	1	1	4,40	4,94	7,22
AA	NG	2	10	3,32	4,39	7,33
AA	NG	3	5	4,11	5,13	5,89
BA	NP	1	2	3,34	4,17	6,89
BA	NP	2	9	3,42	4,39	7,44
BA	NP	3	6	3,46	4,89	4,67
BA	NG	1	12	4,21	4,00	5,44
BA	NG	2	4	3,75	4,61	5,78
BA	NG	3	7	3,52	4,61	7,22

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; Prof sem= Profundidade média de sementes (cm); Prof sulco= Profundidade de sulco (cm); Larg sulco= Largura de sulco (cm).

APÊNCIDE E – Dados Originais: Área e volume de solo mobilizado.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	VM	AM
AA	NP	1	11	70,00	31,50
AA	NP	2	3	69,62	31,33
AA	NP	3	8	73,58	38,11
AA	NG	1	1	84,44	38,00
AA	NG	2	10	80,57	36,25
AA	NG	3	5	76,66	34,50
BA	NP	1	2	72,59	32,67
BA	NP	2	9	71,06	32,00
BA	NP	3	6	63,33	28,50
BA	NG	1	12	60,55	27,25
BA	NG	2	4	70,12	31,56
BA	NG	3	7	76,04	34,22

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; VM= Volume de solo mobilizado ($m^3 ha^{-1}$); AM= Área de solo mobilizado (cm^2).

APÊNCIDE F – Dados Originais: Uniformidade de distribuição de plantas.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	Duplo (%)	Normal (%)	Falho (%)
AA	NP	1	11	26,17	51,40	22,43
AA	NP	2	3	18,32	57,07	24,61
AA	NP	3	8	23,26	54,42	22,33
AA	NG	1	1	16,75	57,64	25,62
AA	NG	2	10	19,46	60,00	20,54
AA	NG	3	5	22,75	58,80	18,45
BA	NP	1	2	19,80	55,84	24,37
BA	NP	2	9	23,16	57,89	18,95
BA	NP	3	6	25,00	53,64	21,36
BA	NG	1	12	20,00	55,90	24,10
BA	NG	2	4	17,70	57,52	24,78
BA	NG	3	7	20,48	59,52	20,00

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos.

APÊNCIDE G – Dados Originais: Estande de plantas.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	Est_plan.
AA	NP	1	11	300000,00
AA	NP	2	3	275000,00
AA	NP	3	8	311111,10
AA	NG	1	1	230555,60
AA	NG	2	10	294444,40
AA	NG	3	5	286111,10
BA	NP	1	2	272222,20
BA	NP	2	9	305555,60
BA	NP	3	6	277777,80
BA	NG	1	12	275000,00
BA	NG	2	4	255555,60
BA	NG	3	7	291666,70

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; Est_plan.= Estande de plantas.

APÊNCIDE H – Dados Originais: Demanda energética do trator.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	Ft média	Ft linha	Ft máx	Pot média	Pot máx
AA	NP	1	11	15,35	2,19	18,98	21,32	26,37
AA	NP	2	3	14,91	2,13	24,17	20,71	33,58
AA	NP	3	8	15,29	2,18	18,90	21,24	26,25
AA	NG	1	1	14,84	2,12	18,59	20,61	25,82
AA	NG	2	10	15,62	2,23	19,30	21,70	26,81
AA	NG	3	5	14,75	2,11	20,14	20,49	27,98
BA	NP	1	2	15,36	2,19	19,75	21,34	27,44
BA	NP	2	9	14,94	2,13	19,50	20,75	27,09
BA	NP	3	6	13,77	1,97	17,92	19,13	24,89
BA	NG	1	12	14,11	2,02	17,64	19,60	24,50
BA	NG	2	4	15,9	2,27	19,10	22,09	26,53
BA	NG	3	7	14,66	2,09	17,94	20,36	24,92

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; Ft média= Força de tração média (kW); Ft linha= Força de tração por linha de semeadura (kW); Ft máx= Força de Tração máxima (kW); Pot média= Potência média (kW); Pot máx= Potência máxima (kW).

APÊNCIDE I – Dados Originais: Produtividade da soja.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	Produtividade
AA	NP	1	11	3913
AA	NP	2	3	4004
AA	NP	3	8	3769
AA	NG	1	1	3641
AA	NG	2	10	3900
AA	NG	3	5	3813
BA	NP	1	2	3825
BA	NP	2	9	3777
BA	NP	3	6	3852
BA	NG	1	12	3817
BA	NG	2	4	3868
BA	NG	3	7	3658

Fator A = Altura do Pasto; Fator D = Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; Produtividade (kg ha⁻¹).

APÊNCIDE J – Dados Originais: Componentes de Rendimento da soja.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	N_Vagens	N_Grãos	N_Gr_vagem	mil_Gr
AA	NP	1	11	38,76	89,87	2,27	156,90
AA	NP	2	3	43,56	99,49	2,29	164,29
AA	NP	3	8	42,90	97,92	2,27	155,53
AA	NG	1	1	46,62	104,71	2,23	154,61
AA	NG	2	10	43,98	98,37	2,21	154,50
AA	NG	3	5	43,09	97,97	2,26	161,40
BA	NP	1	2	42,43	95,61	2,24	162,95
BA	NP	2	9	40,83	93,04	2,27	155,98
BA	NP	3	6	42,93	100,46	2,33	161,70
BA	NG	1	12	41,48	93,67	2,22	154,40
BA	NG	2	4	40,46	91,17	2,25	163,35
BA	NG	3	7	45,64	105,55	2,28	158,19

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; N_Vagens= Número de Vagens por planta; N_Grãos = Número Total de grãos por planta; N_Gr_vagem= Número de grãos por vagem; mil_Gr= Massa de 1000 grãos (g).

APÊNCIDE K – Dados Originais: Análise Biométrica da soja.

Fator A	Fator D	Bloco	Piquetes	Altura_soja	Altura_1vagem
AA	NP	1	11	1,04	0,24
AA	NP	2	3	1,05	0,22
AA	NP	3	8	0,99	0,23
AA	NG	1	1	0,98	0,26
AA	NG	2	10	0,96	0,21
AA	NG	3	5	0,99	0,22
BA	NP	1	2	0,96	0,21
BA	NP	2	9	0,97	0,21
BA	NP	3	6	0,99	0,22
BA	NG	1	12	1,00	0,21
BA	NG	2	4	0,99	0,21
BA	NG	3	7	0,96	0,21

Fator A= Altura do Pasto; Fator D= Épocas de adubação nitrogenada; AA= Alta Altura; BA= Baixa Altura; NP= Nitrogênio Pastagem; NG= Nitrogênio Grãos; Altura_soja= Altura de plantas de soja (m); Altura_1vagem= Altura de inserção de primeira vagem (m).

APÊNDICE L – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: DS_0 (Densidade do solo inicial, em g cm⁻³) e DS_f (Densidade do solo final em g cm⁻³) na camada de 0-10 cm numa profundidade de 2,5-7,5 cm nas coletas depois da fase pastagem (após a retirada dos animais dos piquetes) e após a fase lavoura (depois da colheita da soja).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios	
		DS_0	DS_f
Bloco	2	0,0009250 ^{ns}	0,00075833 ^{ns}
A	1	0,0010083 ^{ns}	0,00007500 ^{ns}
D	1	0,0000083 ^{ns}	0,00020833 ^{ns}
A*D	1	0,0024083 ^{ns}	0,00240833 ^{ns}
Resíduo	6	0,0055250 ^{ns}	0,00091389 ^{ns}
Total	11		
Média Geral	-	1,10	0,98
CV %	-	6,74	3,07

^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE M – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade, coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Por_0 (Porosidade Total inicial, em m³ m⁻³) e Por_f (Porosidade Total final em m³ m⁻³) na camada de 0 – 10 cm numa profundidade de 2,5 – 7,5 cm nas coletas depois da fase pastagem (após a retirada dos animais dos piquetes) e após a fase lavoura (depois da colheita da soja).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios	
		Por_0	Por_f
Bloco	2	0,0056 ^{ns}	1,1599 ^{ns}
A	1	0,0884 ^{ns}	0,1801 ^{ns}
D	1	1,3134 ^{ns}	0,4070 ^{ns}
A*D	1	0,6120 ^{ns}	3,2761 ^{ns}
Resíduo	6	7,0077 ^{ns}	1,2596 ^{ns}
Total	11		
Média Geral	-	58,02	62,85
CV %	-	4,56	1,79

^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE N – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Massa residual da palhada de aveia preta + azevém.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Bloco	2	433697 ^{ns}
A	1	10845712 *
D	1	4710528 ^{ns}
A*D	1	3214917 ^{ns}
Resíduo	6	426676 ^{ns}
Total	11	
Média Geral	-	2303,08
CV %	-	28,36

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F, ^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE O – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento de ILP com pastagem de aveia preta + azevém no inverno e soja no verão, conduzido em esquema trifatorial, (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem Fator P= Período de avaliação – antes e após o cultivo da soja), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Densidade $g\ cm^{-3}$ (DS) e Porosidade Total do solo $m^3\ m^{-3}$ (PR).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	
		DS	PR
Bloco	2	0,00155	0,52827
A	1	0,00082	0,26042
D	1	0,00007	0,12907
P	1	0,08402*	140,456282*
A*D	1	0,00482	3,36002
A*P	1	0,00027	0,00807
D*P	1	0,00015	1,59135
A*D*P	1	0,0000	0,52807
Resíduo	14	0,00278	3,63416
Total	21	0,00629	9,44136
Média Geral	-	1,04	60,44
CV %	-	5,17	24,52

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F, ^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE P – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Profundidade de sementes (cm).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Bloco	2	0,126700 ^{ns}
A	1	0,147408 ^{ns}
D	1	0,297675 ^{ns}
A*D	1	0,033075 ^{ns}
Resíduo	6	0,104611 ^{ns}
Total	11	
Média Geral	-	3,73
CV %	-	8,68

^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE Q – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Profundidade de sulco (cm), Largura de sulco (cm), Volume de solo Mobilizado ($m^3 ha^{-1}$) e área de solo mobilizado (cm^2).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios			
		Larg. Sulco	Prof. Sulco	VM	AM
Bloco	2	0,06263 ^{ns}	0,10736 ^{ns}	0,899 ^{ns}	2,310 ^{ns}
A	1	1,72521 ^{ns}	0,32013 ^{ns}	141,316 ^{ns}	45,982 ^{ns}
D	1	0,23241 ^{ns}	0,00030 ^{ns}	66,270 ^{ns}	4,902 ^{ns}
A*D	1	0,02521 ^{ns}	0,02253 ^{ns}	68,832 ^{ns}	5,267 ^{ns}
Resíduo	6	1,76033 ^{ns}	0,11291 ^{ns}	34,914 ^{ns}	11,029 ^{ns}
Total	11				
Média Geral	-	6,61	4,61	72,38	33,00
CV %	-	20,04	7,29	8,16	10,07

Prof sulco= Profundidade de sulco (cm); Larg sulco= Largura de sulco. VM= Volume de solo mobilizado ($m^3 ha^{-1}$); AM= Área de solo mobilizado (cm^2).^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE R – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Uniformidade de distribuição de plantas: Espaçamento Falho (%), Normal (%) e Duplo (%).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		Falho	Normal	Duplo
Bloco	2	12,9409 ^{ns}	8,5608 ^{ns}	10,7784 ^{ns}
A	1	0,0147 ^{ns}	0,0800 ^{ns}	0,0271 ^{ns}
D	1	0,0261 ^{ns}	30,4645 *	28,7371 ^{ns}
A*D	1	6,6901 ^{ns}	5,3067 ^{ns}	0,0817 ^{ns}
Resíduo	6	5,4591 ^{ns}	2,8953 ^{ns}	7,7198 ^{ns}
Total	11			
Média Geral	-	22,29	56,64	21,07
CV %	-	10,48	3,00	13,19

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F, ^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE S – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis: Est_plan. (Estande de plantas, em nº de plantas ha⁻¹)

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios (Est_plan.)
Bloco	2	499614198 ^{ns}
A	1	31507201 ^{ns}
D	1	978009259 ^{ns}
A*D	1	144675926 ^{ns}
Resíduo	6	564771947 ^{ns}
Total	11	
Média Geral	-	281250
CV %	-	8,45

^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE T – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Demanda de Força e Potência do trator: Força de Tração média (kN), Força de Tração por linha (kN), Força de Tração máxima (kN), Potência média (kW) e Potência máxima (kW).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios				
		Ft média	Ft linha	Ft máx	Pot média	Pot máx
Bloco	2	0,53126 ^{ns}	0,0106083 ^{ns}	4,2485 ^{ns}	1,02616 ^{ns}	8,2093 ^{ns}
A	1	0,34003 ^{ns}	0,0070083 ^{ns}	5,6444 ^{ns}	0,65333 ^{ns}	10,9061 ^{ns}
D	1	0,00563 ^{ns}	0,0002083 ^{ns}	3,5317 ^{ns}	0,01080 ^{ns}	6,8403 ^{ns}
A*D	1	0,07363 ^{ns}	0,0014083 ^{ns}	0,1951 ^{ns}	0,14083 ^{ns}	0,3745 ^{ns}
Resíduo	6	0,42472 ^{ns}	0,0081417 ^{ns}	2,3506 ^{ns}	0,82201 ^{ns}	4,5467 ^{ns}
Total	11					
Média Geral	-	14,96	2,13	19,32	20,77	26,84
CV %	-	4,36	4,22	7,93	4,36	7,94

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F, ^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE U – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para a variável: Produtividade da soja (kg ha⁻¹).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Bloco	2	14344,7 ^{ns}
A	1	4920,8 ^{ns}
D	1	16354,1 ^{ns}
A*D	1	4070,1 ^{ns}
Resíduo	6	10169,3 ^{ns}
Total	11	
Média Geral	-	3819,75
CV %	-	2,64

^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE V – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para análise de Componentes de Rendimento: N° de vagens/ planta, N° Total de grãos/ planta, N° de grãos/ vagem e Massa de 1000 grãos (g).

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios			
		N° vagem/ planta	N° de grãos/ planta	N° de grãos/ vagem	Massa de 1000 grãos
Bloco	2	2,5341 ^{ns}	30,0781 ^{ns}	0,0021000 ^{ns}	6,2833 ^{ns}
A	1	02,2016 ^{ns}	6,4974 ^{ns}	0,0003000 ^{ns}	7,2696 ^{ns}
D	1	8,1016 ^{ns}	18,8752 ^{ns}	0,0040333 *	9,9008 ^{ns}
A*D	1	4,1772 ^{ns}	13,0000 ^{ns}	0,0001333 ^{ns}	0,1925 ^{ns}
Resíduo	6	5,4462 ^{ns}	28,0266 ^{ns}	0,0005556 ^{ns}	21,8448 ^{ns}
Total	11				
Média Geral	-	42,72	97,31	2,26	158,65
CV %	-	5,46	5,44	1,04	2,95

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F, ^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

APÊNDICE W – Quadrados médios da análise de variância, graus de liberdade e coeficiente de variação (CV em %) de um experimento com soja cultivada em sucessão a uma pastagem de aveia preta + azevém, conduzido em esquema fatorial, 2 x 2 (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator D= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem), no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, para análise biométrica: Altura de plantas (m) e altura de inserção de primeira vagem (m).

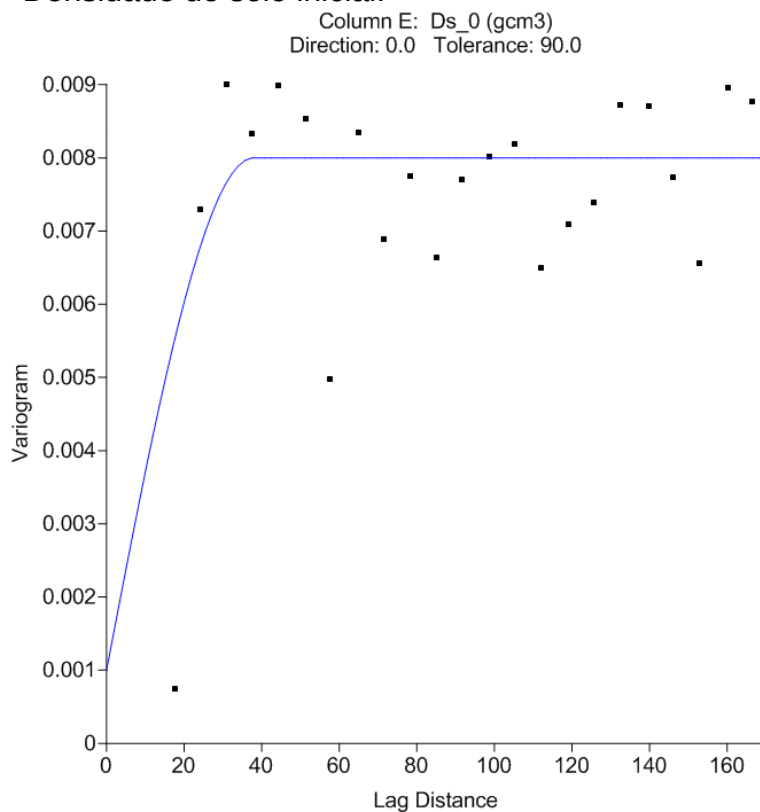
Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios	
		Altura de plantas	Altura de inserção de 1 ^a vagem
Bloco	2	0,00017500 ^{ns}	0,00030833 ^{ns}
A	1	0,00163333 ^{ns}	0,00100833 ^{ns}
D	1	0,00120000 ^{ns}	0,00000833 ^{ns}
A*D	1	0,00270000 ^{ns}	0,00000833 ^{ns}
Resíduo	6	0,00058611 ^{ns}	0,00017500 ^{ns}
Total	11		
Média Geral	-	0,99	0,22
CV %	-	2,45	5,99

^{ns} Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

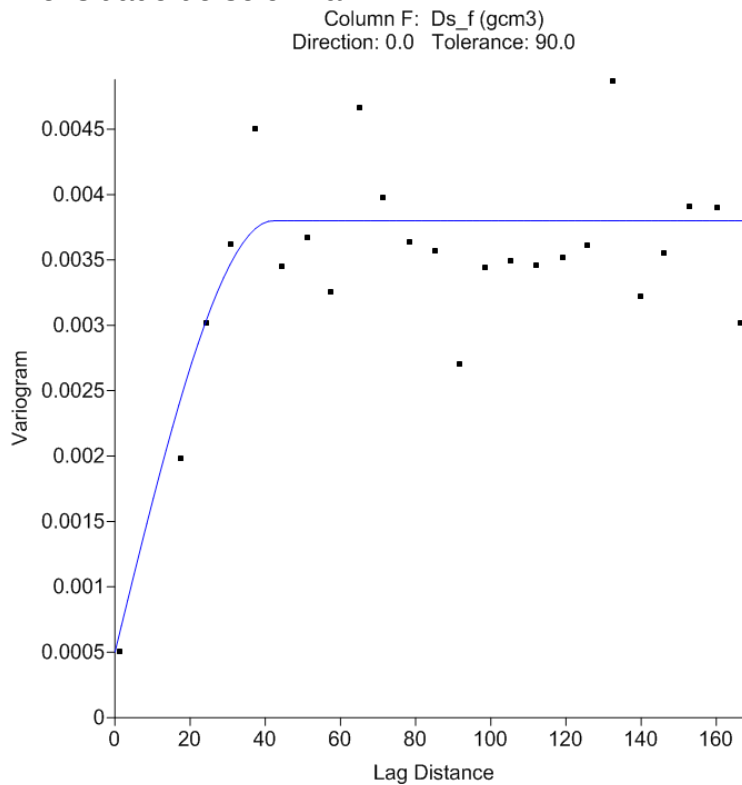
APÊNDICE X – Qualidade da semeadora – adubadora utilizada: Stara Victória 3150, utilizada na área experimental durante a semeadura da soja.



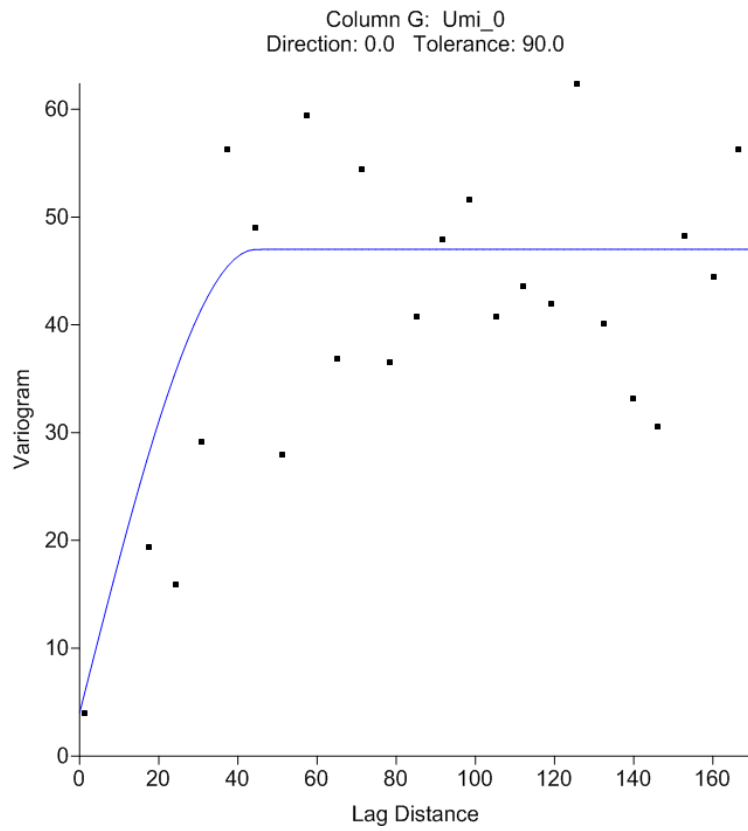
APÊNDICE Y – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de DS₀=
Densidade de solo inicial.



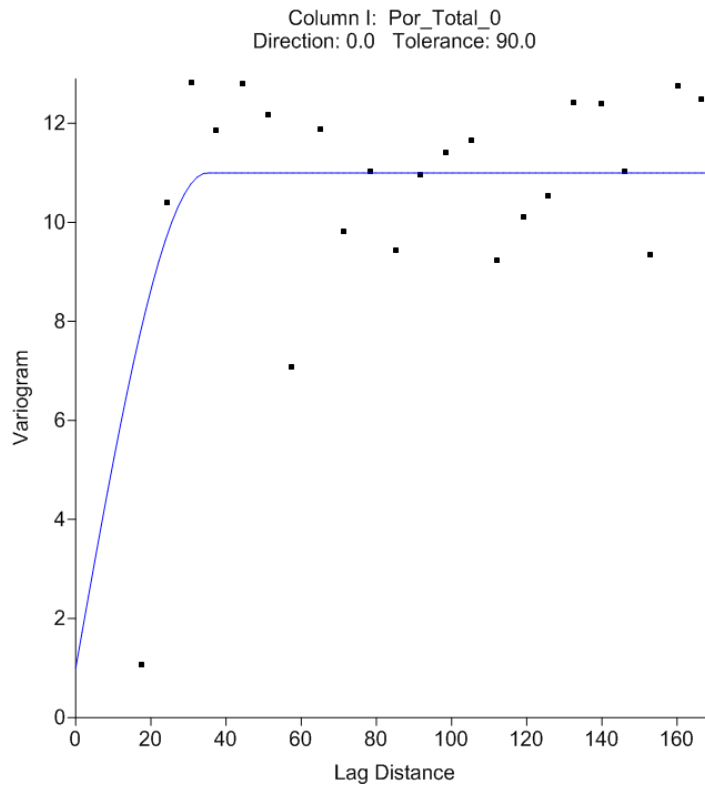
APÊNDICE Z – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de DS_f=
Densidade de solo final.



APÊNDICE AA – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de Um₀= Umidade de solo inicial.

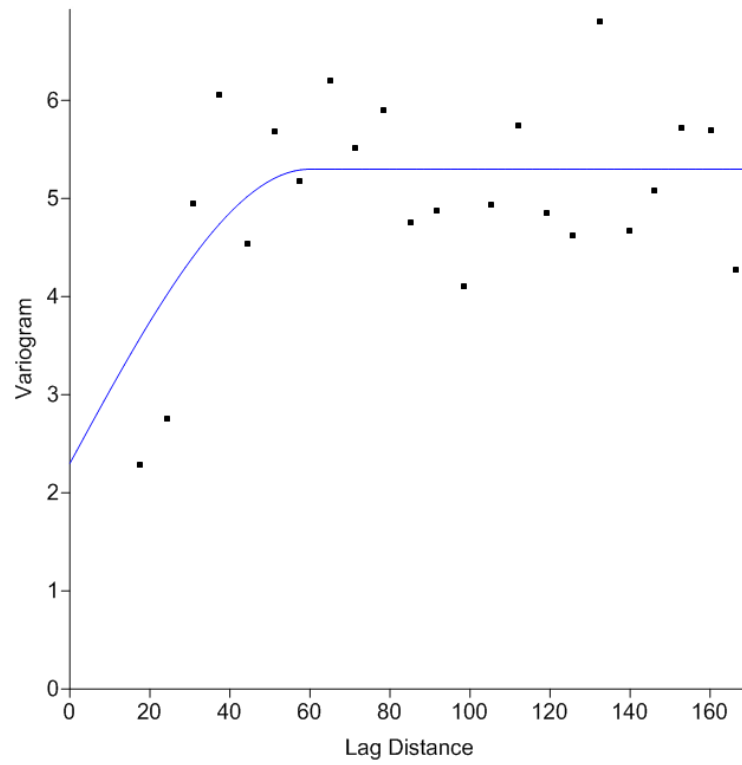


APÊNDICE AB – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de Por₀= Porosidade de solo inicial.



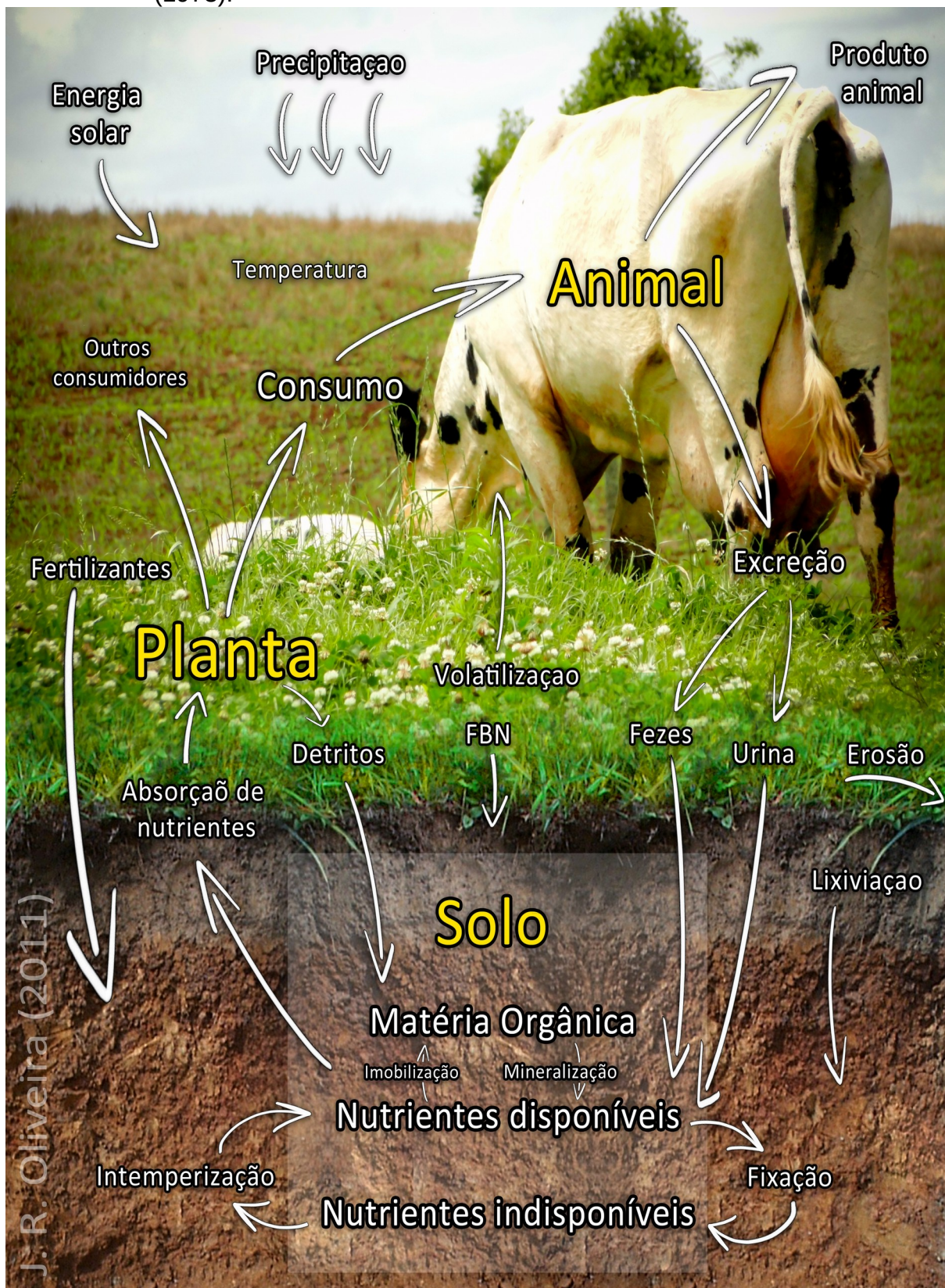
APÊNDICE AC – Gráfico da distribuição especializada dos pontos de Por_f= Porosidade de solo final.

Column J: Por_Total_f
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0

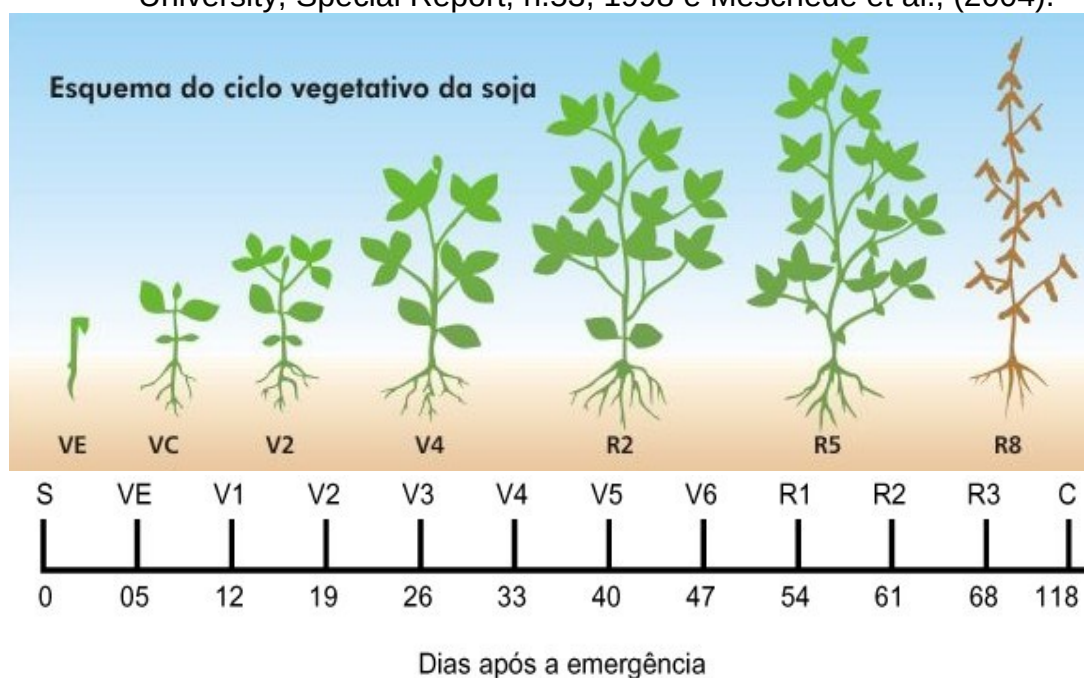


ANEXOS

ANEXO A – Ciclo de nutrientes minerais, simplificado para ecossistema de pastagem. Fonte: Oliveira, (2011) Adaptado de Wilkinson e Lowrey (1973).



ANEXO B – Estádios fenológicos da cultura da soja. Fonte: Adaptado de Iowa State University, Special Report, n.53, 1998 e Meschede et al., (2004).



ANEXO C – Classificação do perfil do solo – Abelardo Luz – SC.

A – DESCRIÇÃO GERAL

CLASSIFICAÇÃO SIBCS: LATOSSOLO BRUNO, distrófico, típico, textura muito argilosa. Horizonte A proeminente.

INCLINAÇÃO: 7 %, relevo suave ondulado.

EROSÃO – Não aparente

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO ATUAL: Cultivo com espécies anuais invernais de cobertura e produção de grãos na primavera/verão. As áreas de cultivo são intermediadas entre capões remanescentes de floresta de Araucária.

USO ATUAL – Cultivo invernal de aveia, base de formação de cama de semeadura para Sistema Plantio Direto, cultivo de espécies anuais (milho e soja).

CARACTERÍSTICAS

Observou-se tratar de perfil profundo, não sendo possível identificar o horizonte C, até a profundidade de 2 m.

Horizontes	Profundidade (cm)
A	0 – 39
AB	40 – 51
BA	52 – 105
B	106 – > 200
C	Não alcançado

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

39 – 0 cm, (Horizonte A), pela carta de cores de MUNSELL, úmido – (2,5 YR 3/2), caracterizando-o como Vermelho escuro.

Seco - (2,5 YR 3/3 seco); Marrom avermelhado escuro.

51 – 40 cm, (Horizonte AB), pela carta de cores de MUNSELL, úmido – (2,5YR 2,5/4), e seco - (2,5 YR 3/4), caracterizando-o como Marrom avermelhado escuro.

105 – 52 cm, (Horizonte BA), pela carta de cores de MUNSELL, úmido e seco – (2,5 YR 3/3), caracterizando-o como Marrom avermelhado escuro. Com pequenos blocos sub angulares, friável, ligeiramente macio, plástico e pegajoso a muito pegajoso. Transição difusa e irregular.

200 > – 106 cm, (Horizonte B – diagnóstico), pela carta de cores de MANSELL, úmido – (2,5 YR 3/4), caracterizando-o como Marrom avermelhado escuro, e seco - (2,5 YR 3/6), que o caracteriza como Vermelho escuro.

Apresenta estrutura de muito pequena a pequena, sub angular, friável, macia, muito plástica e muito pegajosa, com transição difusa e irregular.

C – ANÁLISES FÍSICAS

Resultado de análise granulométrica do perfil.

Profundidade (cm)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
A = 0 - 39	69,50	26,80	3,70
AB = 40 - 51	75,00	22,10	2,90
BA = 51 - 105	82,60	16,70	0,70
B = 106 - > 200	82,40	16,20	1,40
C = N alcançado	-	-	-