



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-graduação em Agronomia

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E PRODUÇÃO DA
Brachiaria brizantha EM UM LATOSSOLO VERMELHO
FERTILIZADO COM AJIFER L-14**

EDMAR DE ANDRADE SCHIAVONI

ILHA SOLTEIRA - SP



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE ENGENHARIA

CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E PRODUÇÃO DA
Brachiaria brizantha EM UM LATOSSOLO VERMELHO
FERTILIZADO COM AJIFER L-14**

EDMAR DE ANDRADE SCHIAVONI

Engenheiro Agrônomo

Prof.^a. Dr.^a. MARLENE CRISTINA ALVES

Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, para a obtenção de Título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA - SP

Agosto- 2007

OFEREÇO

A Deus, pela vida e por mostrar que é presença constante ao meu lado, principalmente nas adversidades

À minha mãe Dilma

Incentivadora de todas as formas de aprendizado, e que sempre se dedica com muito amor, carinho, aos seus filhos, noras, netos e esposo

Ao meu pai João

Exemplo de honestidade, dedicação ao trabalho e a família.

À minha esposa Rosângela

Pela dedicação e cuidados dispensados a família.

Aos meus filhos João Rodolpho e Maria Eugênia

Principais motivos para que eu me desdobre tanto, em busca de melhores dias.

Aos meus irmãos Edmilson e Edílson

Pelos momentos de alegria, tristezas e debates acalorados, mas que sempre estão ao meu lado quando preciso.

À minha avó Clélia (*in memoriam*)

Pelo amor que sempre dedicou a mim e aos demais netos enquanto esteve entre nós.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Profª. Drª. Marlene Cristina Alves, pela orientação, apoio, incentivo e confiança.

À todos os docentes desta unidade que contribuíram para minha formação profissional.

Aos funcionários Ângela e Domingos, da Secretária do Departamento de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos.

As funcionárias Fátima, Onilda e Adelaide, da Secretaria de Pós-Graduação, pela atenção dedicada quando necessitei por orientações.

Ao Diretor da Biblioteca João Josué Barbosa, pelas orientações, nas ocasiões em que precisei.

Aos meus amigos de pós-graduação: Ronaldo e Vanzela, pelo apoio e auxílio nos mais variados momentos, durante este período de estudos.

Aos Professores Drª Maria Ap. Anselmo Tarsitano e Dr Evaristo Bianchini Sobrinho, pela amizade e palavras de incentivo ao longo desta jornada.

Ao Prof. Dr. Pedro César dos Santos, pelas orientações estatísticas.

Ao produtor rural Wagner Luiz Tenaglia, pela cessão da área para a instalação do experimento.

A AJINOMOTO Interamericana Industria e Comércio Ltda, pela cessão do produto Ajifer – L14 para a condução do experimento, representada por Frederick G. da Costa e Tatsuhiko Kawase.

Enfim, à todos que contribuíram para a concretização de mais essa etapa, os meus mais sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1- Manejo do solo e sua sustentabilidade agrícola.....	15
2.2- Uso de produtos industriais na agricultura e os efeitos sobre as propriedades físicas e químicas do solo.....	17
2.3- Fertilização de pastagens.....	21
2.4- Ajifer.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1- Localização e caracterização da área experimental.....	27
3.2- Delineamento experimental e descrição dos tratamentos.....	27
3.3- Origem e caracterização físico-química do produto.....	29
3.4- Instalação e condução do experimento.....	30
3.5- Avaliações do solo.....	32
3.5.1- Análises físicas do solo.....	33
3.5.1.1- Porosidade total, macroporosidade e microporosidade	33
3.5.1.2- Densidade do solo	33
3.5.2- Análises das propriedades químicas do solo	33
3.6- Análises das plantas de braquiária.....	34
3.7- Tratamento estatístico dos dados.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1- Propriedades físicas do solo.....	35
4.2- Propriedades químicas do solo.....	39
4.3- Produção de massa seca da braquiária e quantidade de proteína bruta.....	44
5- CONCLUSÕES.....	46
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
01. Propriedades químicas do Ajifer L-14	30
02. Propriedades físicas do solo, por parcela, nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, antes do início da pesquisa (09/05).....	36
03. Valores médios de macroporosidade (macro), microporosidade (micro), porosidade total (P.Total) e densidade do solo (Ds) para os tratamentos estudados nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m; valores de F e coeficiente de variação (CV), após 58 dias (06/06) da aplicação do produto.....	37
04. Valores de F (5 % de probabilidade), coeficiente de variação (CV) e valores médios de macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), porosidade total (P.Total) e densidade do solo (Ds), para os tratamentos e épocas (09/05 e 06/06) de avaliação estudados, nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m.	38
05. Propriedades químicas do solo, por parcela, nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m, antes do início da pesquisa (09/05).....	41
06. Valores médios de P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V %, para os tratamentos estudados nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m; valores de F e coeficiente de variação (CV), após 58 dias (06/06) da aplicação do produto.....	42
07. Valores de F (5 % de probabilidade), coeficiente de variação (CV) e valores médios de P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V %, para os tratamentos e épocas (09/05 e 06/06) de avaliação estudados, nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m.	43
08. Valores médios de massa seca e proteína bruta de <i>Brachiaria brizantha</i> para os tratamentos estudados, avaliadas em duas épocas (09/05 e 06/06).....	45

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
01. Fluxograma de produção dos aminoácidos L-Lisina, L-Treonina e dos fertilizantes Ajifer L40 e também de Ajifer L30 e Ajifer L14.....	26
02. Imagem de satélite da área onde foi implantado o experimento.....	28
03. Precipitação pluvial ocorrida durante o período do experimento (09/05 a 06/06).....	28
04. Detalhe do abastecimento dos regadores com Ajifer 14.....	31
05. Aplicação manual do Ajifer L-14.....	31
06. Detalhe da aplicação do Ajifer L-14 cobertura da pastagem após a aplicação	32
07. Coleta das amostras para análises físico-químicas do solo, antes da aplicação do Ajifer L-14 (09/05).....	32
08. Coleta das amostras para análises físico-químicas do solo, após a aplicação do Ajifer L-14 (06/06).....	33

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E PRODUÇÃO DA *Brachiaria brizantha* EM UM LATOSSOLO VERMELHO FERTILIZADO COM AJIFER L-14

Autor: Edmar de Andrade Schiavoni

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marlene Cristina Alves

RESUMO

A matéria orgânica é considerada por muitos pesquisadores como o principal agente de estabilização dos agregados do solo, tendo alta correlação com a agregação do mesmo. Os estoques de matéria orgânica do solo e seus compartimentos são importantes na disponibilidade de nutrientes, estrutura do solo e no fluxo de gases de efeito estufa entre a superfície terrestre e a atmosfera. Neste sentido o uso de produtos condicionadores de propriedades físicas e químicas do solo, é importante na exploração agropecuária. Portanto, foi realizado este trabalho que teve como objetivo, estudar o comportamento de propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho tratado com Ajifer L-14 (fertilizante agromineral fluído), em área com *Brachiaria brizantha*. O trabalho foi desenvolvido em uma propriedade agrícola no município de Rubiácea, SP, ano agrícola de 2005/06 e utilizou-se de um delineamento em blocos casualizados, com 7 tratamentos mais uma área controle com vegetação nativa, com 4 repetições. Os tratamentos foram: Testemunha (sem aplicação de Ajifer L-14); Testemunha com vegetação natural; Adubação mineral de acordo com a necessidade da cultura e a análise do solo (60 kg de N, 40 kg de P₂O₅, 100 kg de K₂O por ha); Adubação com Ajifer L-14 de acordo com a recomendação da Análise química do solo (60 kg de N ha⁻¹); Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 50 % acima da recomendação (90 kg de N ha⁻¹); Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 50 % abaixo da recomendação (30 kg de N ha⁻¹); Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 25 % acima da recomendação (75 kg de N ha⁻¹) e Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 25 % abaixo da recomendação (45 kg de N ha⁻¹). Nas camadas do solo de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m foram estudadas as propriedades físicas: macroporosidade; microporosidade; porosidade do solo e densidade do solo. Nas camadas de 0,00-0,10 e de 0,10-0,20 m também se estudou as propriedades químicas do solo que foram: P; M.O.; pH; K; Ca; Mg; CTC; H+Al; Al; SB e V %. Para a braquiária foram avaliadas a massa seca e proteína bruta. Concluiu-se que somente a densidade do solo foi afetada pela aplicação do Ajifer L-14; as propriedades químicas do solo não foram alteradas

com a aplicação do Ajifer L-14, porém, tanto a produção de massa seca da braquiária como o teor de proteína bruta da forragem foram influenciadas positivamente.

Palavras-chave: manejo do solo; braquiária; recuperação do solo; porosidade do solo.

**PROPERTIES PHYSICAL-CHEMISTRIES AND PRODUCTION OF THE *Brachiaria
brizantha* IN A FERTILIZED OXISOIL WITH AJIFER L-14**

Author: Edmar de Andrade Schiavoni

Advisor: Prof^a. Dr^a. Marlene Cristina Alves

ABSTRACT

The organic matter is considered for many researchers as the main agent of soil aggregates stabilization, having high correlation with the soil aggregation. The stocks of organic matter of the soil and its compartments are important in the readiness of nutrients, its structures of the soil and in the flow of gases of effect stove between the terrestrial surface and the atmosphere. In this sense the use of conditioning products of physical and chemical properties of the soil, is important in the agricultural exploration. Therefore, it was accomplished this work that had as objective, to study the behavior of physical and chemical properties of a Oxisoil agreement with Ajifer L-14 (fertilizer flowed agriculture-mineral), in area with *Brachiaria brizantha*. The work was developed in an agricultural property in the municipal district of Rubiácea, SP, agricultural year of 2005/06, with the desing on randomized blocks, with 7 treatments plus an area controls with native vegetation, and 4 repetitions. The treatments were: Control (without application of Ajifer L-14); Control with natural vegetation; Mineral fertilization in accordance with the need of the culture and the analysis of the soil (60 kg of N, 40 kg of P₂O₅, 100 kg of K₂O for there is); fertilization with Ajifer L-14 in accordance with the recommendation of the chemical Analysis of the soil (60 kg of N ha⁻¹); fertilization with Ajifer L-14, with 50% above of the recommendation (90 kg of N ha⁻¹); fertilization with Ajifer L-14, with 50% below of the recommendation (30 kg of N ha⁻¹); fertilization with Ajifer L-14, with 25% above of the recommendation (75 kg of N ha⁻¹) and fertilization with Ajifer L-14, with 25% below of the recommendation (45 kg of N ha⁻¹). In the layers of the soil of 0,00-0,05 and 0,05-0,10 m they were studied the physical properties: macroporosity; microporosity; soil porosity bulk density. In the layers of 0,00-0,10 and of 0,10-0,20 m it was also studied the chemical properties of the soil that were: P; M.O.; pH; K; Ca; Mg; CTC; H+Al; Al; SB and V%. For the pasture (*Brachiaria brizantha*) they were appraised the mass it evaporates and gross protein. It was ended that only the density of the soil was influenced by the application of Ajifer L-14; the chemical properties of the soil were not altered with the

application of Ajifer L-14, even so, so much the production of dry mass of the pasture (*Brachiaria brizantha*) as the text of gross protein of the forage was influenced positively.

Key-words: soil management; pasture; soil recovery, soil porosity.

1. INTRODUÇÃO

Os conceitos ambientais atualmente discutidos baseiam-se nas teorias do desenvolvimento sustentável, que consideram o aperfeiçoamento das práticas e da melhoria do desempenho dos empreendimentos por meio da efetividade e da garantia de atendimento às exigências ambientais. A tendência em certificar a totalidade do processo produtivo, pelo conjunto de ações tomadas para reduzir impactos ambientais no decorrer da produção, somada aos critérios de qualidade ambiental e do produto em si, tem sido preocupação constante.

Estudos recentes indicam que a adequada cobertura do solo por resíduos culturais pode prevenir sua erosão, manter o conteúdo de matéria orgânica e permitir a sustentabilidade das culturas. Dessa forma, respeitando a profundidade do lençol freático, a distância de mananciais e, principalmente, a dosagem não poluidora, considerando também o baixo custo relativo e a possibilidade de redução da carga de poluentes dos mananciais, o uso de resíduos industriais, constitui uma alternativa de melhoramento da estrutura do solo e de sua fertilidade, principalmente pelos acréscimos de matéria orgânica adicionada.

Os resíduos sólidos resultam das diversas atividades humanas, dentre elas a atividade industrial que gera resíduos em quantidades e com características tais que necessitam de disposição final adequada (FLOHR, et al., 2005). A destinação dos resíduos industriais, líquidos e sólidos, é motivo de crescente preocupação das empresas e dos órgãos ambientais que, por meio de rigorosa fiscalização, tem obrigado as empresas a cuidados minuciosos com seus resíduos, durante todo o processo, desde sua correta classificação, tratamento, coleta, transporte, até a sua destinação final.

Várias fontes de matéria orgânica e fertilizante têm sido utilizadas com o objetivo de minimizar custos na agropecuária, e como fonte alternativa e de baixo custo, o Ajifer L-14 vêm de maneira crescente, revelando-se como um insumo agropecuário alternativo, na adição de matéria orgânica, bem como na fertilização das culturas, principalmente aquelas que não são de consumo direto pelos seres humanos, como pastagens. O produto Ajifer é caracterizado como resíduo líquido resultante do processo de fermentação glutâmica (COSTA; VITTI; CANTARELLA, 2003). Essa fermentação ocorre com o xarope de cana de açúcar para a fabricação de L-Lisina e L-Treonina, que são aminoácidos utilizados como suplementos de alimentos para avicultura e suinocultura. Esse fertilizante vem sendo largamente utilizado por ser uma fonte rica em nitrogênio, matéria orgânica e enxofre.

A degradação de pastagens é um dos tópicos mais relevantes da pecuária nacional. Estima-se que aproximadamente 30 % dos 160 milhões de hectares de pastagens do Brasil

estejam degradados (ZIMMER; MACEDO; BARCELLOS, 1994). A recuperação destas áreas é fundamental em termos econômicos, técnicos e ambientais (OLIVEIRA, et al., 2005). Para a recuperação destas áreas, são fundamentais a melhoria da fertilidade do solo e o manejo adequado da planta forrageira (ANCHÃO, 1997). O manejo da fertilidade do solo em áreas de pastagens degradadas difere do realizado em áreas recém-implantadas ou manejadas intensivamente há muitos anos.

Os estudos sobre as alterações nas propriedades do solo quando tratado com Ajifer ainda são incipientes. Visando um maior aporte na quantidade de matéria orgânica, assim como um maior período de utilização das pastagens, pois é sabido que no período de seca (abril-agosto), a qualidade das pastagens cai consideravelmente, obrigando os produtores rurais a se desfazerem de seus rebanhos, a preços mais baixos, pois se persistirem em manter esses animais nas pastagens exauridas, os mesmos perdem massa, consequentemente caindo a produtividade por área explorada.

Na busca de soluções para a melhoria das condições do solo e também para o destino de produtos industriais, desenvolveu-se o presente trabalho que teve como objetivo avaliar a influência de diferentes dosagens do produto denominado Ajifer L-14, nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho do noroeste paulista, no aumento de produção de forragem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manejo do solo e a sua sustentabilidade agrícola

A busca por elevada produtividade e melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo faz com que sejam necessários estudos que avaliem os sistemas de manejo dos solos (ALVES ; SUZUKI, 2004). A rápida degradação do solo sob exploração agrícola no mundo, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, despertou, nas últimas décadas, a preocupação com a qualidade do solo e sustentabilidade da exploração agrícola (LAL ; PIRCE, 1991).

Dentre as técnicas modernas adotadas para o sucesso da agricultura, a mecanização intensa tem sido uma constante. Entretanto, muitas vezes a produtividade é comprometido pelo excesso ou pela inadequação de práticas a que o solo é submetido, desde o seu preparo até a colheita da cultura que nesse se estabeleceu. Embora o objetivo do preparo do solo seja alterar algumas de suas propriedades físicas, conferindo-lhes novas condições que favoreçam o crescimento e desenvolvimento das plantas, via de regra tem proporcionado deterioração dessas propriedades (CENTURION ; DEMATTÊ, 1992; ALVES ; SUZUKI, 2004).

Os diferentes sistemas de manejo do solo têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Todavia, o desrespeito às condições mais favoráveis (solo úmido – consistência friável) para o preparo do solo e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações podem levar a modificações da sua estrutura, causando-lhe maior ou menor compactação, que poderá interferir na densidade do solo, na porosidade, na infiltração de água e no desenvolvimento radicular das culturas, e, conseqüentemente, reduzir sua produtividade (DE MARIA et al., 1999).

Essas alterações que desfavorecem o desenvolvimento do sistema radicular das plantas significam que o solo está degradado. A definição da degradação do solo está associada à própria definição de qualidade do solo, ou seja, à medida que as características determinantes da qualidade do de um solo são alteradas negativamente, estabelece-se um processo de degradação (ALVES, 2001).

Mielniczuk (1999) menciona que vários conceitos de qualidade de solo foram propostos, sendo o de Doran e Parkin (1994) o melhor deles, definindo a qualidade do solo como sendo a sua capacidade em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da terra.

O manejo adequado deve prever o enriquecimento e a manutenção, pelo maior tempo possível, da matéria orgânica no solo, o que pode ser conseguido com a aplicação de resíduos orgânicos e com a prática da adubação (PEREIRA; BURLE; RESK, 1992). Estudos recentes indicam que a adequada cobertura do solo por resíduos culturais pode prevenir sua erosão, manter o conteúdo de matéria orgânica e permitir a sustentabilidade das culturas. Na manutenção e melhoria das condições físicas internas e externas do solo, a adição e balanço da matéria orgânica é fundamental, pois esta manutenção e melhoria só poderão ser alcançadas e mantidas, de maneira biológica, isto é, por meio de ação de raízes, da atividade macro e microbiológica e da decomposição da matéria orgânica (ALVES, 1992). Em sistemas intensivos de uso do solo é necessário, portanto, definir tecnologias adequadas para que se possa manter a sua sustentabilidade.

Souza e Alves (2003a) mencionam que o ideal para o solo seria o uso e o manejo que estabelecessem uma associação conveniente das propriedades físicas, químicas e biológicas, de modo a possibilitar condições cada vez melhores para o desenvolvimento vegetal, promovendo, conseqüentemente, menores perdas de solo e de água e, por fim, maior produtividade associada à qualidade ambiental. Os autores verificaram que o sistema cultivo mínimo (preparo com escarificador e grade niveladora) revelou-se como o sistema de manejo com melhores resultados, comparado ao convencional (grade aradora e niveladora) e semeadura direta, bem como as propriedades físicas do solo, neste sistema, foram as que mais se aproximaram do sistema com vegetação nativa.

A dinâmica das relações do solo e suas propriedades físicas, químicas e biológicas é complexa, muitas vezes um determinado sistema de manejo é mais favorável às propriedades físicas, mas não as químicas. Souza e Alves (2003b) verificaram que o sistema de manejo com semeadura direta e cultivo mínimo (escarificação e gradagem) apresentaram melhores condições de qualidade ao solo, quando estudada as propriedades químicas, porém, para as propriedades físicas o sistema de cultivo mínimo apresentou melhores resultados (SOUZA; ALVES, 2003a).

Na escolha do manejo adequado vários fatores edafoclimáticos devem ser levados em consideração, além das operações de mecanização e escolha dos sistemas de cultivo e plantas. O estudo das transformações que ocorrem no solo, resultantes do uso e manejo, é de grande valia na escolha do sistema mais adequado para que se recupere a potencialidade do solo (FERNANDES, 1982). Lorimer e Douglas (1995) testaram o efeito de diferentes vegetações (floresta naturais, pastagem, rotação de pastagem-cultura e cultura contínua) e observaram

que, no horizonte A, solos usados com pastagem ou floresta apresentaram menor densidade do que solos com aproximadamente seis cultivos de trigo.

Estudando sistemas de manejo do solo com pinus, pastagem, eucalipto, milho, mata ciliar e cerrado Cavenage et al. (1999) verificaram os manejos com mata ciliar e pinus foram os mais promissores na manutenção das condições de porosidade do solo.

A sustentabilidade dos agrossistemas, portanto, é diretamente influenciada pela forma de manejo dos solos e das culturas (HERNANI et al. 1997). Neste sentido, as pesquisas têm se voltado para estudos de sistemas de produção sustentados, preocupação pertinente quando se objetiva preservar o ambiente. Os solos constituem sistemas dinâmicos abertos, que recebem e fornecem material e energia. Em consequência, nos mesmos são desencadeados processos que alteram o estado físico e a constituição química dos seus componentes. O tipo e a intensidade dos processos são condicionados pelo substrato geológico, pelas condições ambientais que incluem o clima, os organismos vivos e o relevo, bem como pela atividade antrópica (ALVES, 2001). Portanto, este ecossistema diferenciado em condições de clima específico proporcionará comportamento variável à diversidade de plantas naturais, invasoras e às próprias culturas de exploração economicamente viável (RODRIGUES; ALVES, 2006).

2.2 Uso de produtos industriais na agricultura e os efeitos sobre as propriedades físicas e químicas do solo

O aumento da atividade humana e industrial traz como consequência a geração cada vez maior de resíduos orgânicos, principalmente lodo de esgoto, lixo urbano e resíduos industriais. A utilização destes resíduos como fonte de nutrientes para as plantas e condicionadores dos solos constitui-se em uma alternativa viável na preservação da qualidade ambiental (ARAÚJO, 2004).

Em alguns casos, a utilização de resíduos no solo pode ser recomendada pelo valor corretivo e fertilizante que estes apresentam, bem como pela capacidade da macro e microbiota do solo de decompor os materiais orgânicos.

No aspecto ambiental, tendo o solo como destino dos resíduos dos efluentes, os mananciais são poupados da poluição provocados por estes. Há que se considerar também o caráter sanitário e social do uso da água residuária. Dessa forma, respeitando a profundidade do lençol freático, a distância de mananciais e, principalmente, a dosagem não poluidora, considerando também o baixo custo relativo e a possibilidade de redução da carga de

poluentes dos mananciais, o uso de resíduos industriais, constitui uma alternativa de melhoramento da estrutura do solo e de sua fertilidade, principalmente pelos acréscimos de matéria orgânica adicionada.

Os curtumes produzem resíduos com elevadas cargas orgânica e inorgânica (inclusive nesta, o cromo), utilizado no processo de curtimento (TEIXEIRA, 1981; STOMBERG; HEMPHILL; VOLK, 1984; CASTILHOS; TEDESCO; VIDOR, 2002). Ainda, segundo Mateus (2001), os resíduos sólidos da indústria de couro, possuem características orgânicas, e além de N, P e K, a presença de Cr e sulfeto são fatores que limitam a sua utilização. Este adubo orgânico também é composto por nutrientes como: S, Mg, B, Zn e Cu, porém em quantidades bastante variáveis, em função do material disponível (resíduos).

O lodo de curtume apresenta efeito relativamente pequeno sobre os microrganismos do solo (KONRAD; CASTILHOS, 2001). Alguns trabalhos foram realizados avaliando o efeito do lodo de curtume sobre a atividade e a população microbiana do solo (ANDRÉ; MATTIAZZO, 1997; KONRAD; CASTILHOS, 2001).

Resíduos como lodo de esgoto e composto de lixo possuem teores variáveis de nutrientes, sendo o N e P, os encontrados em maiores concentrações. O uso desses materiais como fertilizante orgânico deve obedecer a critérios agrônômicos, de modo a atender as necessidades das culturas e não agredir o ambiente.

Segundo Sommers, Nelson e Silveira (1979) a aplicação de resíduos em solos agrícolas, pode alterar significativamente a dinâmica do N, no sistema, principalmente quando o objetivo é fornecer este nutriente, via dose de resíduo.

Formas de uso do solo interferem em sua qualidade e conseqüentemente na sustentabilidade das atividades agrícolas. Um dos principais atributos do solo relacionados à sua qualidade é a formação de macro-agregados estáveis, os quais também são responsáveis pela estrutura do solo (GUTERRES; SALTON; MIELNICZUC; BAYER., 2005). Entretanto, o uso de práticas e manejo inadequados do solo pode modificar as propriedades físicas dos solos tais como: densidade do solo (STONE; SILVEIRA, 2001), porosidade do solo (OLIVEIRA; VIDIGAL; TORMENA, 2001), a estrutura, que por sua vez está relacionada com a agregação. Uma alternativa para manter ou melhorar as características físicas do solo é o uso de resíduos industriais (SOUZA, 2006).

Os agregados do solo são compostos de partículas primárias (argila, silte e areia) e matéria orgânica que se aderem umas às outras (KEMPER; ROSENNAU, 1986). A presença de agregados estáveis potencializa a capacidade de armazenamento de água, diminuindo as

perdas de partículas e nutrientes por processos erosivos e facilita a proteção física e o acúmulo de matéria orgânica no solo (JASTROW; MILLER; LUSSENHOP, 1998).

Assad (1997) relata que os organismos do solo interferem em diferentes níveis na formação de agregados do solo, que influenciam por sua vez nas propriedades físicas, químicas e biológicas. Os microorganismos são os principais agentes da estabilização de agregados do solo, por meio da deposição de polissacarídeos extra-celulares e pela formação de materiais aromáticos húmicos, degradados, que formam complexos organo-minerais. Em alguns microssítios do solo, a matéria orgânica pode estar suficientemente protegida da ação de microorganismos, o que pode levar a uma estabilização dos conteúdos de carbono orgânico e contribuir para a formação e a estabilização de agregados existentes.

Em função da natureza química dos compostos orgânicos presentes no solo, Tisdall e Oades (1982) propuseram três tipos de ação cimentante para a matéria orgânica. Os compostos orgânicos que são rapidamente decompostos por microorganismos, principalmente os polissacarídeos, são considerados agentes cimentantes transitórios, e estão associados à formação de macroagregados. O mucigel, produzido na rizosfera por microorganismos e pelas raízes, composto essencialmente por polissacarídeos, é considerado um cimentante orgânico transitório e sua importância na formação de macroagregados estáveis em água foi observada com o uso de agentes oxidantes seletivos para polissacarídeos (CHESCHIRE; SPARLING.; MUNDIE, 1983). As hifas dos fungos e as raízes, que permanecem no solo por vários meses e até alguns anos, são considerados agentes cimentantes temporários e estão associados à formação de macroagregados jovens, principalmente em raízes de gramíneas (TISDALL ;OADES, 1979).

Os agentes cimentantes orgânicos persistentes são constituídos pelas substâncias húmicas que, ao se ligarem a cátions polivalentes, presentes na fração mineral como Al^{3+} , Fe^{3+} e Ca^{2+} , constituem importante mecanismo de formação de microagregados. Os microagregados são estáveis à ruptura provocada pelo umedecimento rápido e por distúrbios mecânicos do solo. As ligações do complexo organo-mineral formado pelas substâncias húmicas são persistentes, não sendo influenciadas pelas mudanças no conteúdo de matéria orgânica e pelo manejo do solo. Todavia, a quantidade de macroagregados estáveis em água depende do conteúdo de matéria orgânica e diminui com o cultivo intenso do solo (CANELLAS; SANTOS; AMARAL SOBRINHO, 1999).

Dentre os efeitos do lodo de esgoto sobre as propriedades físicas do solo, condicionadas principalmente pela presença de matéria orgânica, destaca-se a melhoria no

estado de agregação das partículas do solo, com conseqüente diminuição da densidade e aumento na aeração e retenção de água (MELO; MARQUES; MELO, 2001).

Silva, Alves e Colodro (2004) em pesquisa realizada numa propriedade particular no município de Birigui SP também verificaram que o lodo de esgoto proporcionou maior estabilidade de agregados, conforme o aumento da dose de lodo de esgoto aplicada, sendo o aumento linear a estabilidade de agregados do solo em estudo. Num estudo realizado em Jaboticabal, SP, utilizando lodo de esgoto durante cinco anos, Melo et al., 1994, verificaram que a estabilidade de agregados de dois Latossolos, aumentou comprovando que este resíduo é de grande utilidade para fins agrícolas como condicionante das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em virtude de seu conteúdo de material orgânico (MELO et al., 1994).

Campos, Alves e Kamimura (2005) ao realizar um experimento em uma propriedade particular no município de Brejo Alegre, SP, cujo objetivo foi avaliar a influência de um resíduo industrial extraído do bagaço da cana-de-açúcar denominado Ajifer L-40, quando usado como condicionador nas propriedades físicas de um latossolo, verificaram que a aplicação do produto influenciou as propriedades físicas do solo.

Freitag, Corrêa e Bull (2005) utilizando resíduos industriais e urbanos para avaliar os atributos físicos do solo em sistema de plantio direto, verificaram que as aplicações influenciaram a agregação das partículas de solo, alterando as variáveis do diâmetro médio ponderado, índice de estabilidade de agregado, e proporcionando melhor porosidade total do solo.

O tempo de degradação da matéria orgânica contida no lodo determinará o seu efeito nas propriedades do solo. Melo et al. (1994) observaram um tempo de degradação muito curto da matéria orgânica do lodo de esgoto, quando comparado ao de outros materiais orgânicos. Raij (1998) apresentou resultados do incremento de nitrogênio disponível e de fósforo no solo, pela adição de lodo de esgoto, na ordem de três vezes a quantidade máxima necessária recomendada para a maior parte das culturas de grãos para uma dosagem de 32 Mg ha⁻¹. Este autor observou que, para essa mesma dosagem, ocorreu uma adição de 100 kg de N disponível, sendo que outros 170 kg foram inseridos na forma orgânica, contribuindo para aumentar ainda mais o N disponível ao longo do tempo. Além disso, o uso do lodo de esgoto como fertilizante orgânico contribui para reduzir os gastos com fertilizantes, principalmente os fosfatados e nitrogenados (CARVALHO; BARRAL, 1981). A vantagem do seu uso, em relação aos fertilizantes minerais, consiste em proporcionar, de forma contínua, a liberação de nutrientes para o solo e para o sistema radicular das árvores ao longo de vários anos,

garantindo a manutenção do teor desse elemento nas folhas, com reflexo positivo na produtividade (ZABOWSKI; HENRY, 1994).

Colodro e Espindola (2006) verificaram aumento das propriedades químicas de um latossolo após 12 meses de incorporação do lodo de esgoto, principalmente de fósforo, potássio, magnésio, matéria orgânica e a CTC. Também Nascimento, Barros e Melo (2004) em Recife-PE, desenvolveu um trabalho no qual o objetivo foi avaliar os efeitos da aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto sobre as propriedades químicas de dois solos. Os autores verificaram que a aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto promoveu diminuição do pH e aumento nos teores de matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio dos solos.

Siqueira, Barros e Neves (2003) num estudo que teve como objetivo avaliar a eficiência agrônômica de quatro resíduos da indústria de celulose (Cinza, Gritz, Dregs e Lama) e seus efeitos em características do solo e composição mineral do milho, concluíram que a utilização dos quatro materiais aumentou o pH e os teores de N, K, Ca e Mg nos solos e promoveram aumentos significativos na produção e conteúdo de nutrientes do milho de matéria seca.

2.3 Fertilização de pastagens

As áreas de exploração com agricultura e a pecuária de corte no Brasil têm apresentado sintomas sérios de ruptura na sustentabilidade dos recursos naturais. A degradação das pastagens, a queda na produtividade das lavouras, o empobrecimento da fertilidade do solo, a baixa retenção de água no solo e o aumento do processo erosivo são sintomas do manejo inadequado que prejudica o ambiente.

Segundo Kitchel e Miranda (1997) as tecnologias para a recuperação e manejo sustentável dos solos degradados dos Cerrados, tanto para as áreas de pastagens como de agricultura, visam à melhoria das propriedades do solo, evitando a erosão, como também a quebra do equilíbrio que facilita a ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras e uma maior diversificação das atividades econômicas no meio rural.

A adubação tem sido indispensável na formação, na manutenção e na recuperação das pastagens e, de modo particular, a adubação nitrogenada tem sido uma das maiores necessidades nos casos de pastagens exclusivas de gramíneas, quando se trata da recuperação de áreas degradadas. Desse modo, todos os nutrientes das plantas podem ser limitantes em

determinada condição de pastagem, mas tem sido freqüente a limitação por N e S (MYERS; ROBBINS, 1991; SOARES FILHO, 1993).

Bonfim-Silva e Monteiro (2006) estudando doses de N em pastagem verificaram que, o número de folhas do capim-braquiária é influenciado pelas doses de N e S de forma isolada, no primeiro corte, e pelas doses de N, no segundo e terceiro cortes. As relações entre as doses de N e as de S para obtenção das máximas produções de massa seca, de maneira geral, estão em torno de 10:1.

A disponibilidade de nutrientes no solo interfere no perfilhamento das plantas forrageiras. Segundo Laude (1972) o nutriente mineral que mais aumenta a densidade populacional de perfilhos é o N. Alexandrino et al. (2004) verificaram quando analisaram as características do perfilhamento, que se destacou o aumento da produção de massa seca das plantas que receberam suprimento de N. A adubação nitrogenada e o tempo de rebrotação são componentes importantes que afetam o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e, por isso, devem ser considerados na determinação de estratégias de manejo da pastagem.

De acordo com Zimmer, Macedo e Barcellos. (1994) a *Brachiaria* é adaptada a muitos tipos de solos, e requer boa drenagem, condições de boa fertilidade, embora tolere condições de acidez. Os nutrientes mais limitantes nas pastagens, normalmente são: o P e o N. As forrageiras respondem significativamente à adubação fosfatada, resultando em prática economicamente viável tanto no estabelecimento como na manutenção. O fósforo é conservado no sistema, ligando-se aos compostos orgânicos e aos óxidos do solo num processo conhecido como fixação, com perdas insignificantes é exigido pelas plantas em pequenas concentrações, especialmente após a pastagem implantada.

A aplicação de P contribui para aumentar a produção de matéria seca das pastagens (REES, 1981) com conseqüente aumento do teor do elemento na planta e da qualidade da forragem disponível (SCHUNKE et al., 1991).

A adubação fosfatada estimula a absorção de N pela planta como conseqüência da correção da deficiência de P do solo e de um aumento da eficiência no ciclo do N, porém seu efeito sobre a mineralização do N do solo é menos consistente. O K também é deficiente em grandes áreas de solos sob pastagens. Ainda que a adição de P estimule a mineralização do N em algumas situações, a degradação das pastagens em solos arenosos parece estar ligada especificamente à deficiência de fósforo para o crescimento das plantas. A deficiência desse elemento também aumenta o risco de perdas de N por lixiviação uma vez que mais N-mineral estará disponível no solo durante a estação seca. A adição de P à pastagem de gramínea pura resulta em um aumento de produtividade temporária, com uma maior demanda por N e uma

maior ciclagem de N nos diferentes compartimentos do sistema solo-planta-animal (SCHUNKE et al., 1991).

Considerando que o aumento da produção de palha e do sistema radicular em pastagens adubadas com P proporciona reciclagem de N mais eficiente, o aumento da taxa de lotação, pelo aumento da produtividade da pastagem, deverá mudar a rota das perdas de N, passando da lixiviação para as perdas atmosféricas (volatilização da amônia e desnitrificação do N excretado pelo animal). Assim, sem a reposição do N perdido, que poderá ser tanto pela introdução de leguminosas como pela adoção de uma pressão de pastejo adequada, a exaustão de N do solo poderá permanecer a mesma daquela anterior à adubação ou ainda ser acelerada pela adubação fosfatada (SCHUNKE et al., 1991)

Cembranelli (2006) trabalhando em colunas de solo verificou que o produto Ajifer L-40 apresentou rápida nitrificação, sendo que aos 28 dias de incubação todo o nitrogênio já estava na forma nítrica, que dependendo da textura do solo pode levar a perdas significativas por lixiviação.

Além da fertilização das pastagens a qualidade das mesmas é outro fator a ser considerado. Gerdes et al. (2000) mencionam que o baixo valor nutritivo das forrageiras tropicais é, freqüentemente, mencionado na literatura. Este valor nutritivo está associado ao reduzido teor de proteína bruta e minerais, ao alto conteúdo de fibra e à baixa digestibilidade da matéria seca (EUCLIDES, 1995).

2.4 Ajifer

A Ajinomoto Interamericana Indústria e Comércio Ltda., começa sua história da em 1908, quando o Dr. Kikunae Ikeda, professor da Universidade de Tóquio, a partir de experimentos com algas marinhas, isola o glutamato - aminoácido encontrado na natureza que, quando processado, resulta no glutamato monossódico. Hoje, o glutamato monossódico processado a partir de derivados da cana-de-açúcar, mediante processo de fermentação, é um dos ingredientes mais utilizados como realçador de sabor não somente pela indústria alimentícia, mas também por milhares de consumidores em todo o mundo.

Presente no Brasil desde 1956 e seguindo a política mundial de diversificação, a Ajinomoto atua nos segmentos: alimentício; nutrição animal; cosmético e farmacêutico; e fertilizantes. Instalada no estado de São Paulo e gerando mais de 1600 empregos, a empresa conta com cinco unidades industriais localizadas nos municípios de Limeira, Laranjal

Paulista, Valparaíso e Pederneiras, fornecendo produtos tanto para o mercado nacional como internacional, exportando para mais de 60 países.

Em todas as unidades fabris a preocupação com o ambiente é permanente. Prova disso é o sistema industrial de bio-integração, onde os subprodutos do processamento dos derivados da cana são reaproveitados e transformados em fertilizantes, voltando às plantações de cana-de-açúcar e outras culturas. Entre os produtos processados, de grande importância para a agroindústria das regiões onde a Ajinomoto está instalada, destaca-se o fertilizante "Ajifer", aplicado principalmente na cultura da cana-de-açúcar e pastagem (Ajinomoto, 2007).

A sede em Valparaíso, SP, iniciou suas atividades em 1997, nesta são produzidos os aminoácidos L-Lisina e L-Treonina, por meio da fermentação de uma solução esterilizada de açúcar (sacarose) ao qual são adicionados os nutrientes P, K, Mg, Mn e Fe pelos sais KH_2PO_4 , MgSO_4 , MnSO_4 e FeSO_4 além da substância protéica mameño, proveniente da hidrólise do farelo de soja, para servir de substrato ao microorganismo aeróbico específico, proveniente de cultura pura, que promove a fermentação.

Convém salientar que a esterilização da solução de açúcar é feita por meio de calor, não sendo utilizado nenhum antibiótico no processo. O pH ótimo do substrato é conseguido pela adição de amônia (NH_3) ao meio, de forma a tamponar o sistema visando à eficiência da fermentação. Também a produção de L-Treonina na unidade foi iniciada em maio de 2006.

Após a remoção da L-Lisina e da L-Treonina o caldo resultante de cada um dos processos de produção são misturados produzindo o denominado co-produto da fabricação de L-Lisina e L-Treonina que contém 1% de nitrogênio total. A seguir o co-produto passa por evaporadores produzindo um material orgânico ao qual é adicionado 16 kg m^{-3} de bagaço de soja. O produto resultante contendo, no mínimo, 4 % ou 40 g kg^{-1} de nitrogênio total e $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ de carbono orgânico recebe a denominação de Ajifer L-40.

Esse produto é registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como fertilizante organomineral fluido (SP - 80082 10001-1).

O Ajifer L-14, contendo 1,4 % (P/P) ou 14 g kg^{-1} de nitrogênio total é obtido por meio da mistura do "Co-produto da fabricação de L-Lisina e L-Treonina" com Ajifer L-40. O Ajifer L-30, contendo 3,0 % (P/P) ou 30 g kg^{-1} de nitrogênio, é obtido por meio da mistura de Ajifer L-14 com Ajifer L-40.

A produção de Ajifer L-14 e L-30 visa minimizar os custos de produção pela redução do consumo energético (vapor) que ocorre na produção de Ajifer L-40. Conseqüentemente o custo de produção de Ajifer L-14 e Ajifer L-30 é menor, o que favorece o agricultor que

poderá pagar um preço menor por esses produtos considerando uma mesma quantidade de nitrogênio aplicada por hectare.

Na Figura 1 é apresentado o fluxograma simplificado de produção adotado na unidade industrial. Como se pode observar no processo de produção não há possibilidade da presença de elementos potencialmente tóxicos (As, Cd, Hg, Pb, Se), compostos orgânicos recalcitrantes e também de elementos potencialmente prejudiciais a atividade agrícola em nenhum dos produtos e nem nas águas residuárias.

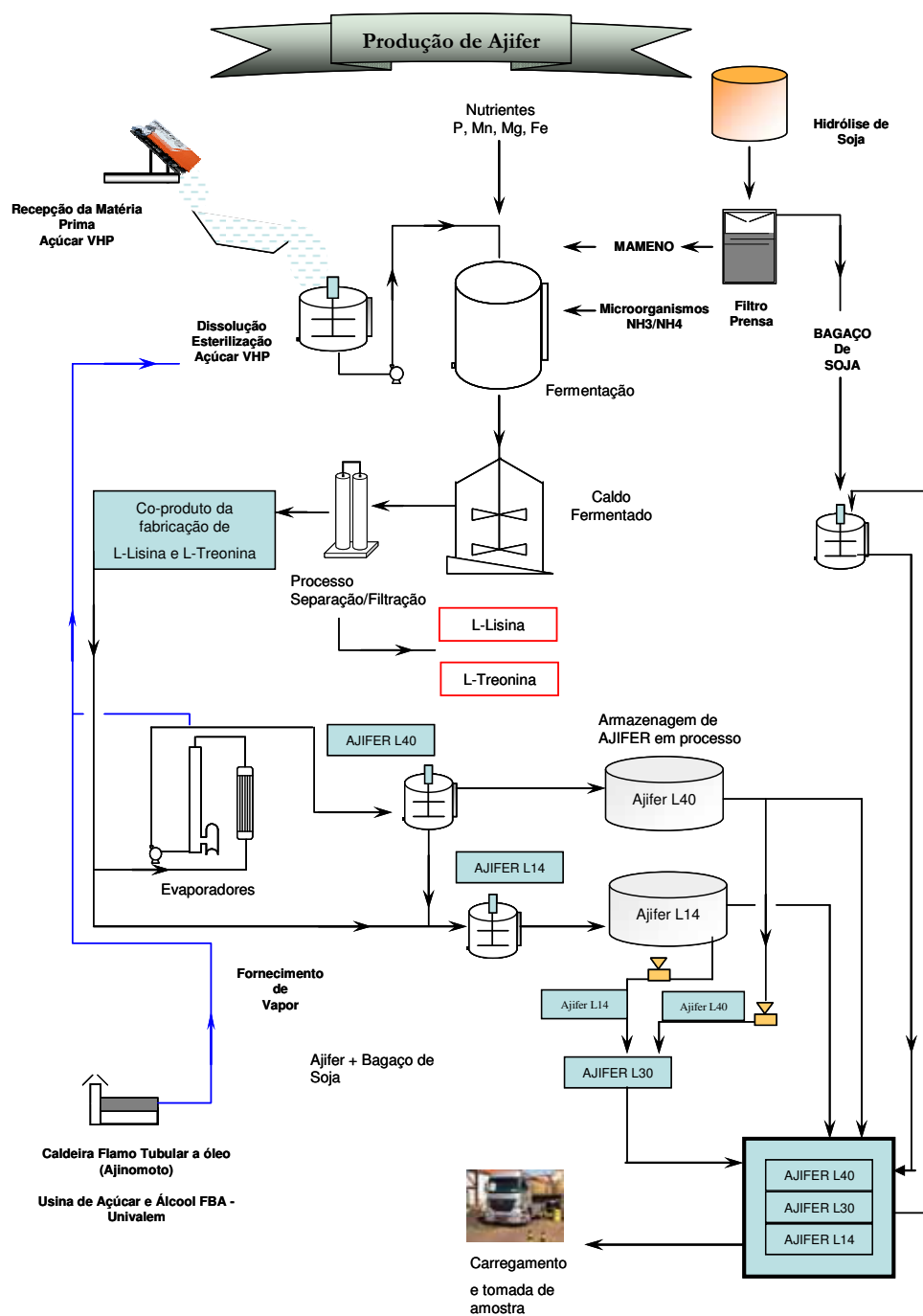


Figura 1. Fluxograma de produção dos aminoácidos L-Lisina, L-Treonina e dos fertilizantes Ajifer L-40, Ajifer L-30 e Ajifer L-14 (Ajinomoto 2007)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Sítio Santa Lúcia, instalado em setembro de 2005, pertencente ao agropecuarista Wagner Luiz Tenaglia, no município de Rubiácea, SP. O mesmo está localizado ao lado esquerdo da estrada vicinal Dr. Ângelo Zancaner, km 10, apresentando as coordenadas geográficas de 21° 18' 56,26" S; 50° 42' 11,70" O, com altitude de 414 metros. Na Figura 2 tem-se a imagem de satélite da área onde foi implantado o experimento. A região apresenta precipitação média anual de 1.250 mm, com temperatura média anual de 22,5⁰ C. Na Figura 3 está representada a precipitação pluvial ocorrida durante o período de condução da pesquisa (EDR, 2003).

O solo original é um Latossolo Vermelho Distrófico, com A moderado, textura média (OLIVEIRA et al., 1999), profundo e muito intemperizado, relevo suave a plano e a vegetação original era composta por indivíduos vegetais, que a classifica como Cerrado. O local de instalação da pesquisa era uma área de pastagens, coberta por 13 anos com *Brachiaria brizantha*, pastejada de maneira extensiva tradicional.

3.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 7 tratamentos mais uma área controle com vegetação nativa e 4 repetições. Cada parcela ocupou uma área de 100 m² (10 m x 10 m). O espaçamento entre blocos foi de 7 m e a bordadura das parcelas de 5 m. Os tratamentos foram:

T1 - Testemunha (sem aplicação de Ajifer L-14);

T2 - Testemunha com vegetação natural;



Figura 2. Imagem de satélite da área onde foi implantado o experimento.

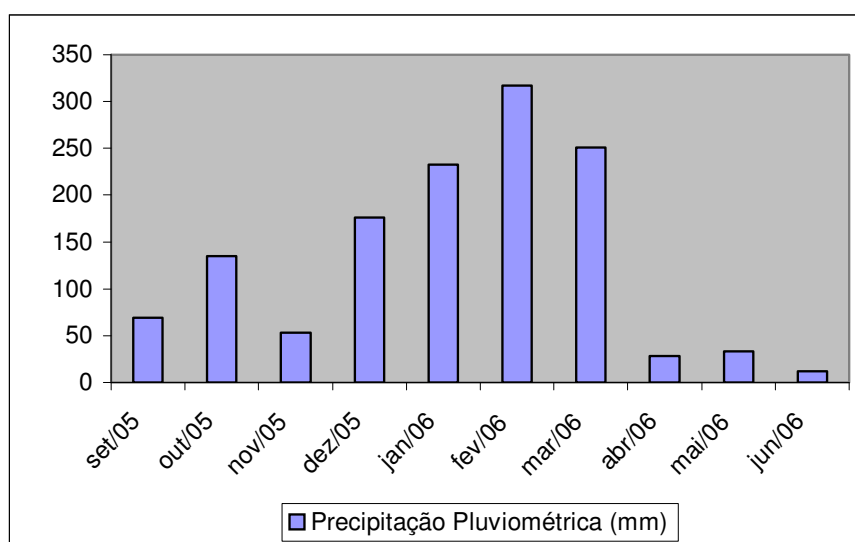


Figura 3. Precipitação pluvial ocorrida durante o período do experimento (setembro de 2005 a junho de 2006).

T3 - Adubação mineral de acordo com a necessidade da cultura e a análise do solo

(utilizou-se 1,35 kg de Uréia, 2,20 kg de Superfostato Simples e 0,51 kg de Cloreto de Potássio por parcela, que corresponde a 60 kg de N, 40 kg de P_2O_5 , 30 kg de K_2O por ha);

T4 - Adubação com Ajifer L-14 de acordo com a recomendação da análise química do solo (40 litros parcela⁻¹, que corresponde a 60 kg de N ha⁻¹);

T5 - Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 50 % acima da recomendação (60 litros parcela⁻¹, que corresponde a 90 kg de N ha⁻¹);

T6 - Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 50 % abaixo da recomendação (20 litros parcela⁻¹, que corresponde a 30 kg de N ha⁻¹);

T7 - Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 25 % acima da recomendação (50 litros parcela⁻¹, que corresponde a 75 kg de de N ha⁻¹);

T8 - Adubação com Ajifer L-14, com dosagem 25 % abaixo da recomendação (30 litros parcela⁻¹, que corresponde a 45 kg de N ha⁻¹);

As quantidades de nutrientes aplicados ao solo foram definidas com base nos resultados da análise química do solo e necessidade nutricional da braquiária (RAIJ et al, 1996). A fonte nitrogenada utilizada no Tratamento 3, foi uréia com 45 % de N e a fosfatada e potássica foram superfosfato simples e cloreto de Potássio, respectivamente.

3.3. Origem e caracterização físico-química do produto

O produto Ajifer é gerado pela AJINOMOTO BIOLATINA Ind. e Com. Ltda., localizada no município de Valparaíso, SP, durante o processo de fabricação do aminoácido essencial lisina, que é utilizado como componente para ração animal, principalmente de suínos e aves. Para a produção de lisina é utilizada uma solução esterilizada de açúcar ao qual são adicionados nutrientes como fósforo, potássio, magnésio, manganês e ferro. A solução servirá de substrato a microorganismos aeróbicos específicos que promovem a fermentação. Convém salientar que a esterilização da solução de açúcar é feita por meio de calor, não sendo utilizado nenhum antibiótico no processo. O pH ótimo do substrato é conseguido pela adição de amônia (NH_3) ao meio, de forma a tamponar (controlar o pH) o sistema para conseguir eficiência na fermentação. O NH_3 adicionado também serve como fonte de nutriente nitrogênio. Após a remoção da lisina, que tem o nome comercial de Ajilys, o caldo resultado,

contendo 1 % de nitrogênio total, passa por evaporadores, produzindo um material orgânico ao qual são adicionados 16 quilos por metro cúbico de bagaço de soja. O produto resultante, contendo 1,5 % de nitrogênio e carbono orgânico, recebe o nome de Ajifer L-14. Na Tabela 1 está apresentada a caracterização química do produto Ajifer utilizado nesta pesquisa.

Tabela 1. Propriedades químicas do Ajifer L-14.

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Umidade
%	_____	_____	%	_____	_____	_____	_____	_____	%	_____	_____	kg kg ⁻¹
8,0	1,5	0,08	0,03	0,003	0,004	0,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,92

n.d. = não detectado

3.4. Instalação e condução do experimento

Em setembro de 2005 foi realizada a calagem do solo, visando alcançar 50 % do índice de saturação por bases. Isto ocorreu depois do rebaixamento da pastagem pelo pastejo intensivo.

O produto Ajifer L-14 foi aplicado no solo, sobre a *Brachiaria brizantha*, no dia 28 de abril de 2006, por meio de regadores manuais de jardim, de acordo com as dosagens estabelecidas para cada parcela. Nas Figuras 4, 5 e 6 pode-se observar os detalhes sobre a aplicação do Ajifer L-14.



Figura 4. Detalhe do abastecimento dos regadores com Ajifer L-14.



Figura 5. Aplicação manual do Ajifer L-14.



Figura 6. Detalhe da aplicação do Ajifer L-14 na pastagem, e cobertura da mesma após a aplicação.

3.5. Avaliações do solo

3.6.

Para as análises físicas foram coletadas amostras indeformadas de solo, com anel volumétrico, com capacidade de 10^{-4} m^3 , em duas camadas de solo: 0,00-0,05 e de 0,05-0,10 m, em três pontos por parcela. As amostragens foram realizadas antes da aplicação do produto, nos dias 22 e 23 de setembro de 2005 (Figura 7) e após 58 dias da aplicação (26 de junho de 2006) (Figura 8).

Para as análises químicas, as amostras foram coletadas com o auxílio de trado de caneca, em duas camadas de solo: 0,00-0,10 e de 0,10-0,20 m, na mesma data em que foram coletas as amostras para a caracterização física do solo. Realizou-se a coleta em 5 pontos da parcela (amostra simples) para constituir uma amostra composta.



Figura 7. Coleta das amostras para análises físico-químicas do solo, antes da aplicação do Ajifer L-14 (setembro/2005).



Figura 8. Coleta das amostras para análises físico-químicas do solo, após a aplicação do Ajifer L-14 (junho de 2006).

3.6.1. Análises físicas do solo

3.5.1.1 Porosidade total, macroporosidade e microporosidade

A porosidade total foi realizada pelo método do anel volumétrico; a microporosidade pelo Método da Mesa de Tensão com coluna de água de 0,060 kPa; a macroporosidade foi calculada por diferença entre a porosidade total e a microporosidade. Metodologias descritas em EMBRAPA (1997).

3.5.1.2 Densidade do solo

Utilizando-se as mesmas amostras, usadas para a determinação da porosidade do solo, determinou-se também a densidade do solo. A mesma foi avaliada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997).

3.6.2. Análises das propriedades químicas do solo

As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983) e foram avaliados os teores de fósforo, potássio, magnésio e cálcio pelo método de extração com resina trocadora de íons.

O teor de matéria orgânica foi determinado pelo método colorimétrico e o pH, em cloreto de cálcio, além da acidez potencial (hidrogênio + alumínio) a pH 7,0. Foram

calculadas as somas de bases ($SB = Ca + Mg + K$), capacidade de troca catiônica ($CTC + SB + (H + AL)$) e saturação por bases ($V \% = (100 \times SB) / CTC$).

3.6. Análises das plantas de braquiária

Para a análise das plantas de braquiária, coletaram-se amostras de plantas em $1,00 \text{ m}^2$, em dois pontos de cada parcela, após aproximadamente 45 dias as mesmas terem sido manejadas (rebaixadas) com roçadeira costal, a 5 cm do nível do solo.

Foi avaliada a produção de massa seca e proteína bruta, de acordo com a metodologia descrita por Weende (1864).

Para a análise das plantas de braquiária, a primeira coleta ocorreu no dia 10 de março de 2006 e a segunda no dia 16 de junho de 2006.

3.7. Tratamento estatístico dos dados

Os resultados foram analisados efetuando-se a análise de variância e teste de Tukey para as comparações de média no nível de 5 % de probabilidade. A análise foi realizada comparando os tratamentos entre si após a aplicação dos tratamentos e também se comparando as propriedades físico-químicas em duas épocas (antes e após a implantação dos tratamentos referentes às fertilizações). Foi usado o programa computacional SAS (1990) para a realização da análise estatística.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Propriedades físicas do solo

Os resultados da caracterização inicial da área experimental encontram-se na Tabela 2. Analisando os valores de macroporosidade da condição de vegetação natural comparando-se com a área de pastagem implantada há 13 anos, para as duas camadas de solo estudadas, se verificou que, com exceção da parcela onde foi instalado o tratamento Ajifer + 50 % da dose recomendada, os valores encontraram-se abaixo do limite considerado crítico para um bom desenvolvimento das culturas, que é de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (BAVER; GARDNER; GARDNER, 1972 ; GREENLAND, 1981). O comportamento referente ao solo sob pastagem é explicado pelo fato do pisoteio dos animais levarem a compactação superficial do solo, conforme já verificado por outros autores (CENTURION; CARDOSO; NATALE, 2001; SOUZA; ALVES, 2003). Já com relação à condição de vegetação natural, os resultados não estão coerentes com a literatura, indicando que a área sofre alguma forma de impacto, pois não é isolada com cerca. Porém para a microporosidade, porosidade total e densidade do solo os resultados concordam com Oliveira, Alves e Hipólito (2006).

Vários indicadores de qualidade do solo têm sido utilizados e, se tomarmos como referência a densidade do solo (Tabela 2), pelos critérios adotados por Reichert, Reinert e Braida (2003) que consideram $1,55 \text{ kg dm}^{-3}$ como densidade do solo crítica para o bom crescimento do sistema radicular em solos de textura média, o solo em estudo não estaria com problemas físicos.

Após a aplicação dos tratamentos, decorridos 58 dias, verificou-se que houve diferença estatística entre os tratamentos para a macroporosidade e porosidade total na camada de 0,00-0,05 m (Tabela 3). Notou-se que entre os tratamentos que receberam adubação mineral e aplicação de Ajifer o comportamento da macroporosidade e porosidade total do solo foram semelhantes. A diferença ocorreu entre a testemunha e os demais tratamentos, apresentando maiores valores.

Tabela 2. Propriedades físicas do solo, por parcela, nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, antes do início da pesquisa (setembro/05).

Tratamento	Camada de solo de 0,00-0,05 m			
	Macro	Micro	P. Total	Ds
	-----m ³ m ⁻³ -----	-----m ³ m ⁻³ -----	-----	-- kg dm ⁻³ ---
Testemunha	0,043	0,313	0,356	1,50
Veg. natural	0,055	0,357	0,412	1,41
Ad. Mineral	0,042	0,313	0,355	1,50
Ajifer recom.	0,050	0,319	0,369	1,44
Ajifer + 50 %	0,128	0,321	0,368	1,36
Ajifer – 50 %	0,058	0,304	0,362	1,48
Ajifer + 25 %	0,076	0,310	0,387	1,43
Ajifer – 25 %	0,055	0,319	0,364	1,44
Tratamento	Camada de solo de 0,05-0,10 m			
	Macro	Micro	P. Total	Ds
Testemunha	0,045	0,313	0,359	1,49
Veg. natural	0,057	0,336	0,393	1,46
Ad. Mineral	0,036	0,310	0,344	1,54
Ajifer recom.	0,046	0,306	0,353	1,52
Ajifer + 50%	0,041	0,312	0,351	1,52
Ajifer – 50%	0,061	0,303	0,364	1,49
Ajifer + 25%	0,059	0,304	0,364	1,48
Ajifer – 25%	0,040	0,309	0,348	1,52

Veg. Natural= vegetação natural; Ad. Mineral = Adubação Mineral; Ajifer recom.= Ajifer recomendado; Ajifer + 50 %= Ajifer recomendado mais 50 % da recomendação; Ajifer – 50 %= Ajifer recomendado menos 50 % da recomendação; Ajifer + 25 %= Ajifer recomendado mais 25 % da recomendação; Ajifer - 25 %= Ajifer recomendado menos 25 % da recomendação. Macro= macroporosidade; Micro= microporosidade; P.Total= porosidade total e Ds= densidade do solo.

Para a camada de 0,05-0,10 m não houve diferença significativa (Tabela 3) e os valores foram semelhantes aos verificados na avaliação inicial. A avaliação da qualidade do solo tem dimensão espacial e temporal. O intervalo entre medições para que o indicador avalie mudanças, portanto, depende do tempo necessário para que dado manejo produza alterações quantificáveis, e sua frequência no espaço deve considerar as variações espaciais provocadas pelo solo (REICHERT; REINERT; BRAIDA, 2003).

Tabela 3. Valores médios de macroporosidade (macro), microporosidade (micro), porosidade total (P.Total) e densidade do solo (Ds) para os tratamentos estudados nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m; valores de F e coeficiente de variação (CV), após 58 dias (junho/06).

Tratamento	Camada de solo de 0,00-0,05 m			
	Macro	Micro	P. Total	Ds
	-----m ³ m ⁻³ -----			--- kg dm ⁻³ ---
Testemunha	0,091 A	0,313	0,404 A	1,35
Veg. natural	0,019 C	0,336	0,355 B	1,46
Ad. Mineral	0,027 BC	0,333	0,360 B	1,44
Ajifer recom.	0,031 BC	0,342	0,374 AB	1,39
Ajifer + 50%	0,051 ABC	0,308	0,358 B	1,30
Ajifer – 50%	0,072 AB	0,314	0,387 AB	1,40
Ajifer + 25%	0,048 ABC	0,335	0,383 AB	1,35
Ajifer – 25%	0,055 ABC	0,348	0,402 A	1,34
F – 5 %	5,49*	1,33 ^{ns}	4,79*	1,62 ^{ns}
CV - %	41,75	7,82	4,72	6,15
Tratamento	Camada de solo de 0,05-0,10 m			
	Macro	Micro	P. Total	Ds
	-----m ³ m ⁻³ -----			--- kg dm ⁻³ ---
Testemunha	0,067	0,267	0,334	1,49
Veg. natural	0,022	0,339	0,361	1,49
Ad. Mineral	0,021	0,299	0,276	1,55
Ajifer recom.	0,031	0,303	0,334	1,49
Ajifer + 50%	0,037	0,276	0,318	1,50
Ajifer – 50%	0,074	0,279	0,354	1,46
Ajifer + 25%	0,032	0,304	0,336	1,51
Ajifer – 25%	0,038	0,228	0,346	1,48
F – 5 %	1,29 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,00 ^{ns}
CV - %	117,83	21,22	13,23	3,26

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Ns = não significativo; * = significativo no nível de 5 % de probabilidade.

Comparando-se as épocas de avaliação e tratamentos (Tabela 4) verificou-se que houve diferença significativa entre épocas, na camada de 0,00-0,05 m, para microporosidade, porosidade total e densidade e, entre tratamentos quando se analisou a densidade do solo. Não houve interação significativa.

Tabela 4. Valores de F (5 % de probabilidade), coeficiente de variação (CV) e valores médios de macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), porosidade total (P.Total) e densidade do solo (Ds), para os tratamentos e épocas (setembro/05 e junho/06), nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m.

C. de Variação	Macro	Micro	P. Total	Ds
	-----m ³ m ⁻³ -----			-- kg dm ⁻³ ---
Camada de 0,00-0,05 m				
Época (E)	0,76 ^{n s}	7,01*	5,02*	14,3*
Tratamento (T)	1,14 ^{n s}	1,79 ^{n s}	1,94 ^{n s}	2,29*
E x T	0,29 ^{n s}	0,29 ^{n s}	1,67 ^{n s}	0,32 ^{n s}
CV - %	81,69	5,96	0,65	5,83
Testemunha	0,067	0,313	0,380	1,42 AB
Ad. Mineral	0,034	0,323	0,358	1,47 A
Ajifer recom.	0,041	0,330	0,371	1,41 AB
Ajifer + 50 %	0,090	0,314	0,364	1,33 B
Ajifer – 50 %	0,065	0,309	0,374	1,44 AB
Ajifer + 25 %	0,062	0,322	0,385	1,39 AB
Ajifer – 25 %	0,055	0,333	0,398	1,39 AB
Época 1 – 09/05	0,065	0,314 A	0,367 A	1,45 A
Época 2 – 06/06	0,053	0,328 A	0,381 A	1,37 A
Camada de 0,05-0,10 m				
Época (E)	0,34 ^{n s}	5,28*	7,59*	1,29 ^{n s}
Tratamento (T)	1,20 ^{n s}	0,61 ^{n s}	1,55 ^{n s}	2,78*
E x T	1,19 ^{n s}	0,74 ^{n s}	0,69 ^{n s}	0,87 ^{n s}
CV - %	90,70	15,86	10,39	2,28
Testemunha	0,056	0,290	0,346	1,49 B
Ad. Mineral	0,029	0,304	0,310	1,54 A
Ajifer recom.	0,038	0,305	0,343	1,50 B
Ajifer + 50 %	0,039	0,294	0,334	1,50 AB
Ajifer – 50 %	0,068	0,291	0,359	1,48 B
Ajifer + 25 %	0,046	0,304	0,350	1,50 AB
Ajifer – 25 %	0,079	0,268	0,347	1,50 AB
Época 1 - 09/05	0,047	0,308 A	0,354 A	1,51
Época 2 - 06/06	0,054	0,279 A	0,328 A	1,50

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Ns = não significativo; * = significativo no nível de 5 % de probabilidade.

Apesar do teste F ter resultado significativo para microporosidade, porosidade total e densidade do solo, na camada de 0,00-0,05 m (Tabela 4), para épocas de avaliação, o teste de Tukey não detectou diferenças entre as mesmas. Pode-se observar que na época 2, após a ação dos tratamentos por um período de 58 dias, há um comportamento promissor quanto ao aumento da microporosidade e porosidade total e, diminuição da densidade do solo.

Entre os tratamentos não houve diferença significativa quando se analisou a porosidade do solo (Tabela 4). Comportamento semelhante ao verificado por Oliveira, Alves

e Hipólito (2006), segundo os autores o Ajifer é um produto que possui alta concentração de nitrogênio, o que contribui para maior desenvolvimento das culturas, além de levar matéria orgânica também ao solo. Somente com uma aplicação do produto e após seis meses, concluíram que o uso do Ajifer não influenciou as propriedades físicas do solo.

Já a densidade do solo (Tabela 4) mostrou-se mais eficiente em detectar alterações nas condições físicas do solo, pois houve diferença entre o tratamento que recebeu 50 % a mais da recomendação do Ajifer comparado com o que recebeu adubação mineral. Campos (2006) também verificou que a densidade do solo foi melhor indicadora da recuperação das condições físicas do solo.

Na camada de solo de 0,05-0,10 m (Tabela 4) o comportamento foi semelhante ao encontrado para a camada de 0,00-0,05 m, para a microporosidade e porosidade total, porém, com tendência, apesar de não significativa pelo teste de Tukey a serem menores na segunda época de avaliação. A inconsistência de alguns resultados leva a necessidade de se monitorar as propriedades físicas do solo por um período de tempo mais longo, pois a variabilidade do solo, somada a dinâmica dos organismos do solo, leva a comportamentos que se alteram no decorrer do ano.

4.2. Propriedades químicas do solo

Na Tabela 5 pode-se observar os resultados da análise química do solo no início da pesquisa, antes da implantação dos tratamentos. Verifica-se conteúdos muito baixo para P, médio para M.O., acidez alta, médio para K, alto para Ca, médio para Mg e saturação por bases baixa (RAIJ et al., 1996). No mesmo quadro constam as propriedades químicas do solo em estudo com vegetação natural. Observa-se que com exceção do K e da CTC as demais propriedades químicas do solo cultivado comparado com a condição de vegetação natural são semelhantes. Fato que pode ser atribuído à qualidade da M.O., tendo em vista que o conteúdo foi semelhante em ambas as condições de uso do solo. Outro fator a considerar é a perda de K por escoamento superficial.

Comparando-se os tratamentos após 58 dias após a aplicação, verificou-se que houve diferença estatística na camada de 0,00-0,10 m apenas para o teor de K no solo, enquanto que para a camada de 0,10-0,20 m houve diferença para o teor de K, acidez e CTC (Tabela 6). Na camada superficial o solo com as condições de vegetação natural tem maior teor de K e, entre os tratamentos o que recebeu a dosagem recomendada de Ajifer foi semelhante à condição do solo sob mata. Os demais tratamentos não diferiram entre si, inclusive o que foi semelhante ao

solo de mata. Pela caracterização inicial das propriedades químicas do solo (Tabela 5) pode-se explicar este comportamento, pois, o mesmo ocorreu, possivelmente porque anteriormente ao tratamento já havia na parcela um teor maior de K no solo. Não devendo, portanto, atribuir esta diferença a adição do Ajifer, mas sim a variabilidade espacial do solo. A mesma hipótese pode ser atribuída para o comportamento da camada de 0,10-0,20 m.

Quanto às diferenças entre os tratamentos após 58 dias após a aplicação, verificou-se, que não houve diferença entre as propriedades químicas. Tanto se comparando o efeito da adubação mineral, quanto o efeito da aplicação do Ajifer. Comportamento semelhante foi verificado por Batista et al. (2005), pois o uso do Ajifer L-40 na primeira aplicação não interferiu nas propriedades químicas do solo. Os autores mencionam que provavelmente isso ocorreu devido à rápida decomposição do material orgânico presente.

O Ajifer L-14 tem como principal fonte os elementos N, S e, a principal forma de ocorrência do nitrogênio nos solos são as combinações orgânicas. No entanto, para os vegetais são as formas inorgânicas que estão disponíveis (RAIJ, 1981). O processo de mineralização do nitrogênio, que converte as formas orgânicas de N às formas inorgânicas, ocorre à medida que os microrganismos do solo decompõem a matéria orgânica (CEMBRANELLI, 2006). Em condições favoráveis ao crescimento das plantas a maior parte do íon amônio é rapidamente convertido a nitrato (N-NO_3^-) por ação de bactérias nitrificantes. Nem todo nitrogênio aplicado ao solo será absorvido pelas plantas, parte dele poderá ser imobilizado por microrganismos, percolar pelo perfil do solo a profundidades não atingíveis pelo sistema radicular das plantas ou ainda se perder para a atmosfera pela volatilização das formas NH_3 , N_2 , N_2O e NO (BYRNES, 2000).

Na Tabela 7 pode-se verificar que somente houve diferença estatística para H+Al, na camada de 0,00-0,10 m, entre as épocas de avaliação (início da pesquisa e após a aplicação dos tratamentos), sendo que 58 dias após a aplicação dos tratamentos o solo apresentou-se mais ácido. No processo de nitrificação, com a liberação de íons H^+ , ocorre a acidificação do solo (MELGAR; CAMOZZI; FIGUEROA, 1999). Na camada de 0,10-0,20 m (Tabela 7) houve diferença entre épocas para P e entre tratamentos para a M.O.

Para a M.O. o tratamento com adubação mineral apresentou menor conteúdo comparado à testemunha, não diferindo dos demais. Por estarem os elementos minerais prontamente disponíveis neste tratamento, provavelmente a atividade microbiana foi mais intensa, promovendo maior mineralização da matéria orgânica.

Tabela 5. Propriedades químicas do solo, por parcela, nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m, antes do início da pesquisa (setembro/05).

Tratamento	P mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
-----mmol _c dm ⁻³ ----- -----%-----											
Camada de solo de 0,00-0,10 m											
Testemunha	5,5	26,2	4,9	2,42	9,50	7,00	18,50	1,00	18,58	37,08	49,50
Veg. natural	7,5	31,0	4,9	3,65	15,00	7,75	27,00	0,25	28,80	55,80	52,50
Ad. Mineral	3,2	21,2	4,8	1,62	8,75	5,75	18,75	0,75	15,82	34,18	45,75
Ajifer recom.	3,2	26,5	4,9	3,12	9,75	5,75	18,25	0,88	18,72	36,98	50,50
Ajifer + 50 %	3,5	24,0	4,8	1,88	9,00	6,50	18,50	1,00	17,38	35,88	48,00
Ajifer - 50 %	3,2	23,2	4,9	1,48	9,00	6,50	17,50	0,88	16,78	34,28	48,75
Ajifer + 25 %	4,5	25,8	5,0	2,38	10,50	7,25	17,50	0,75	20,18	37,68	53,50
Ajifer - 25 %	4,0	21,2	4,8	2,10	8,75	5,25	18,75	1,00	16,10	34,85	46,00
Camada de solo de 0,10-0,20 m											
Testemunha	3,2	20,7	4,8	1,85	8,75	5,00	20,75	1,50	15,80	36,55	42,75
Veg. natural	4,5	19,7	4,6	4,05	9,50	7,50	23,00	2,00	21,25	44,25	48,25
Ad. Mineral	3,0	15,7	4,8	0,95	10,25	5,25	18,50	1,12	16,05	34,55	46,25
Ajifer recom.	2,8	19,2	4,9	1,88	10,50	5,25	19,25	0,75	17,52	36,78	47,50
Ajifer + 50 %	3,8	18,2	4,8	1,50	10,25	5,50	18,25	1,00	16,95	35,20	47,75
Ajifer - 50 %	3,0	18,5	4,9	1,15	10,75	5,50	18,75	1,12	17,20	35,95	47,75
Ajifer + 25 %	3,2	20,5	4,9	2,05	11,50	5,50	18,00	0,75	19,25	37,25	51,75
Ajifer - 25 %	3,5	18,0	4,8	1,68	11,00	4,50	19,75	1,38	17,02	36,78	46,25

Veg. Natural=vegetação natural; Ad. Mineral = Adubação Mineral; Ajifer recom.= Ajifer recomendado; Ajifer + 50 %= Ajifer recomendado mais 50 % da recomendação; Ajifer - 50 %= Ajifer recomendado menos 50 % da recomendação; Ajifer + 25 %= Ajifer recomendado mais 25 % da recomendação; Ajifer - 25 %= Ajifer recomendado menos 25 % da recomendação.

Tabela 6. Valores médios de P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V %, para os tratamentos estudados nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m; valores de F e coeficiente de variação (CV), após 58 dias (junho/06).

C. de variação	P mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V %
Camada de solo de 0,00-0,10 m											
Testemunha	3,0	23,5	4,9	1,78 AB	9,00	7,25	20,50	1,00	18,02	38,52	45,75
Veg. natural	2,0	20,0	4,8	3,02 A	9,50	8,50	21,75	1,00	20,78	42,52	48,50
Ad. Mineral	2,0	22,0	4,9	1,45 B	8,50	6,25	18,50	0,75	16,60	35,10	47,50
Ajifer recom.	3,0	21,5	4,9	2,22 AB	9,00	7,25	19,25	0,88	18,42	37,68	48,75
Ajifer + 50 %	2,0	22,1	4,9	1,48 B	8,75	6,75	19,25	1,00	17,22	36,48	47,25
Ajifer – 50 %	2,0	22,2	4,8	1,28 B	8,25	7,75	19,00	0,88	17,08	36,05	47,25
Ajifer + 25 %	2,5	24,8	4,7	1,50 B	8,25	6,75	20,00	0,75	16,45	36,45	44,75
Ajifer – 25 %	3,0	22,0	4,7	1,68 B	9,00	6,75	20,50	1,00	47,28	37,78	45,50
F – 5 %	1,05 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,86 ^{ns}	3,69*	0,63 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,42 ^{ns}	2,27 ^{ns}
CV - %	36,66	17,64	3,52	33,08	20,66	20,62	11,06	42,57	19,41	10,17	11,80
Camada de solo de 0,10-0,20 m											
Testemunha	2,5	18,0	4,8	1,25 B	9,00	4,75	20,75 AB	1,50	15,00	35,75	B 42,00
Veg. natural	2,0	16,0	4,6	3,10 A	7,75	7,00	23,75 A	3,25	18,45	42,50	A 43,50
Ad. Mineral	2,0	16,5	4,8	1,08 B	10,50	5,00	19,50 B	1,12	16,48	35,98	B 45,50
Ajifer recom.	2,0	18,8	4,9	1,98 AB	10,25	5,00	19,25 B	0,75	17,52	36,78AB	47,25
Ajifer + 50 %	2,0	16,0	4,9	1,28 B	10,00	5,25	19,50 B	1,00	16,52	36,02	B 465,00
Ajifer – 50 %	2,5	15,8	4,8	0,82 B	8,75	5,25	19,75 B	1,12	15,32	35,08	B 43,75
Ajifer + 25 %	2,0	16,5	4,8	1,08 B	10,00	5,75	19,50 B	0,75	16,92	36,42	B 46,25
Ajifer – 25 %	2,0	16,5	4,8	1,00 B	9,75	5,00	20,25 B	1,38	15,65	35,90	B 43,25
F – 5 %	0,82 ^{ns}	0,90 ^{ns}	2,28 ^{ns}	5,81*	0,93 ^{ns}	1,67 ^{ns}	4,6*	2,62*	0,67 ^{ns}	3,75*	0,53 ^{ns}
CV - %	24,08	13,32	2,78	4,72	20,22	20,70	7,27	52,63	17,21	6,32	11,11

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Ns = não significativo; * = significativo no nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 7. Valores de F (5 % de probabilidade), coeficiente de variação (CV) e valores médios de P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V %, para os tratamentos e épocas (setembro/05 e junho/06) de avaliação estudados, nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m.

C. de variação	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂				mmol _c dm ⁻³				%
Camada de solo de 0,00-0,10 m											
Época (E)	15,64 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,39 ^{ns}	6,56 ^{ns}	2,57 ^{ns}	5,12 ^{ns}	5,98*	0,49 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,47 ^{ns}	2,24 ^{ns}
Tratamento (T)	1,13 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,57 ^{ns}	2,56*	0,39 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,48 ^{ns}
E x T	0,58 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,75 ^{ns}
CV - %	44,46	17,15	3,54	40,16	16,67	17,78	10,69	44,36	16,72	8,17	11,42
Testemunha	4,25	25,0	4,9	2,10 AB	9,25	7,12	19,50	1,30	18,30	37,80	47,62
Ad. Mineral	2,62	21,6	4,8	1,54 AB	8,62	6,12	18,62	1,40	16,21	34,84	46,62
Ajifer recom.	3,12	22,5	4,9	2,68 A	9,38	6,50	18,75	1,23	18,58	37,32	49,62
Ajifer + 50 %	2,75	23,4	4,9	1,68 AB	8,88	6,62	18,88	1,21	17,30	36,18	47,62
Ajifer - 50 %	3,12	22,8	4,8	1,38 B	8,62	7,12	18,25	1,00	16,92	35,16	48,00
Ajifer + 25 %	3,50	25,2	4,9	1,94 AB	9,38	7,00	18,75	1,50	18,31	37,06	49,12
Ajifer - 25 %	3,50	21,6	4,9	1,89 AB	8,88	6,00	18,62	1,25	16,69	36,31	45,75
Época 1- 09/05	4,03	23,64	4,9	2,14	9,32	6,29	18,25 B	1,33	17,65	35,90	48,86
Época 2- 06/06	2,50	22,68	4,8	1,62	8,68	7,00	19,57 A	1,20	17,30	36,86	46,70
Camada de solo de 0,10-0,20 m											
Época (E)	25,16*	12,28 ^{ns}	0,0 ^{ns}	3,11 ^{ns}	2,87 ^{ns}	0,08 ^{ns}	4,30 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,99 ^{ns}	0,10 ^{ns}	3,06 ^{ns}
Tratamento (T)	0,45 ^{ns}	2,86*	0,71 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,82 ^{ns}	2,21 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,47 ^{ns}
E x T	0,63 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,32 ^{ns}
CV - %	29,84	11,15	3,03	55,97	14,87	18,38	0,67	42,11	14,48	5,39	10,64
Testemunha	2,87	19,38 A	4,8	1,55	8,88	4,88	20,75	1,50	15,40	36,15	42,38
Ad. Mineral	2,50	16,12 B	4,8	1,01	10,38	5,12	19,00	1,60	10,26	35,26	45,88
Ajifer recom.	2,38	19,00 AB	4,9	1,92	10,38	5,12	19,25	1,18	17,52	36,78	27,38
Ajifer + 50 %	2,88	17,12 AB	4,9	1,39	10,12	5,38	18,88	1,66	16,74	35,61	26,88
Ajifer - 50 %	2,75	17,12 AB	4,9	0,99	9,75	5,38	19,25	1,12	16,26	35,51	45,75
Ajifer + 25 %	2,62	18,50 AB	4,9	1,56	10,75	5,62	18,75	1,18	18,01	36,84	49,00
Ajifer - 25 %	2,75	17,25 AB	4,8	1,34	10,38	4,75	20,00	1,82	16,34	36,34	44,75
Época 1- 09/05	3,21 A	18,71	4,8	1,58	10,43	5,21	19,06	1,36	17,11	36,15	47,14
Época 2- 06/06	2,14 B	16,86	4,8	1,21	9,75	5,14	19,78	1,46	16,20	35,99	44,86

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

O comportamento dos resultados de M.O. foi semelhante aos verificados por Oliveira e Trivelin e Oliveira e Corsi (2005), pois os autores encontraram queda de M.O. em função do tempo.

4.3. Produção de massa seca da braquiária e teor de proteína bruta

Com relação à produção de massa seca da braquiária e a qualidade da mesma observou-se que houve diferença significativa para a interação entre as épocas de avaliação e tratamentos, ou seja, após a aplicação do Ajifer L-14 (Tabela 8). Apesar das propriedades químicas do solo não terem sido um bom indicador para detectar as alterações causadas pela aplicação do Ajifer L-14, no período avaliado, o mesmo não ocorreu com a braquiária. O tratamento que recebeu a dosagem recomendada de Ajifer diferiu do que recebeu 50 % menos da dosagem e do tratamento que recebeu a adubação mineral, quanto à produção de massa seca. Quanto à proteína bruta o tratamento que recebeu 25 % a mais da dosagem recomendada de Ajifer foi melhor do que os tratamentos testemunha, com adubação mineral e com a dosagem de 50 % menos de Ajifer. Melhores respostas em produção de forragem, em relação às doses de N podem estar relacionadas à necessidade de recuperação das estruturas da planta forrageira, como a coroa e o sistema radicular, para que a mesma possa expressar seu potencial de resposta em produtividade (OLIVEIRA, 2001, OLIVEIRA et al., 2005) e também em relação a melhor eficiência do uso do nitrogênio pela pastagem (OLIVEIRA; CORSI, 2001).

O aumento de produção de massa seca com a aplicação de N também foi verificado por Oliveira e Trivelin e Oliveira (2003), os autores também constataram produção superior nos tratamentos que receberam fertilização, comparado à testemunha. Oliveira et al. (2005) no primeiro ano de recuperação de pastagem com *Brachiaria brizantha* encontraram produção de matéria seca igual a 2.200 kg ha⁻¹ e, após a fertilização com N, 7.000 kg ha⁻¹. No presente trabalho a produção de massa seca no início estava em melhores condições, porém, a resposta à fertilização com N foi menor, pois a maior produção de massa seca atingida foi de 4.588 kg ha⁻¹.

Na Tabela 8 verifica-se que os conteúdos de proteína bruta na massa seca da braquiária foram, de forma geral, médios (5 a 10 %) (GOMIDE, 1982). Para Fernandes et al. (2002) considera-se baixa a proteína bruta menor que 6 %. Após o efeito das fertilizações verificou-se que a testemunha e o tratamento com adubação mineral diferiram dos tratamentos onde foram aplicadas as dosagens de 25 % e 50 % a mais da quantidade de Ajifer L-14

recomendada. Ressalta-se que o tratamento com adubação mineral, o que recebeu 50 % menos da quantidade de Ajifer recomendada, bem como a testemunha foram os menos promissores quanto às produtividades de massa seca e proteína bruta da braquiária.

Tabela 8. Valores médios de massa seca e proteína bruta de *Brachiaria brizantha* para os tratamentos estudados, avaliadas em duas épocas (setembro/05 e junho/06).

Tratamento	Massa Seca	Proteína Bruta	Massa Seca	Proteína Bruta
	----kg ha ⁻¹ -----	-----%-----	----kg ha ⁻¹ -----	-----%-----
	-----Primeiro Corte-----		-----Segundo Corte-----	
Testemunha	3.275 aA	6,24 aA	3.700 aAB	5,21 a CD
Ad. Mineral	3.300 aA	5,08 aA	3.362 a B	4,69 a D
Ajifer recom.	3.300 bA	5,51aA	4.588 aA	6,74 aABCD
Ajifer + 50 %	3.350 bA	5,64 bA	4.425 aAB	8,05 aAB
Ajifer – 50 %	3.338 a A	6,02 aA	3.362 a B	6,11 a BCD
Ajifer + 25 %	2.638 bA	6,37 bA	4.212 aAB	8,96 aA
Ajifer – 25 %	3.038 aA	5,38 bA	3.600 aAB	7,37 aABC
Valor F – 5 %	Época (E)		23,70*	12,90*
	Tratamento (T)		1,88 ^{ns}	5,75*
	E x T		2,43*	3,92*
CV - %	Massa Seca		15,57	
	Proteína Bruta		16,48	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Com os resultados encontrados, pode-se concluir que:

1. A aplicação do Ajifer L-14 influenciou positivamente a densidade do solo, dentre as propriedades físicas.
2. A aplicação do Ajifer L-14 não influenciou as propriedades químicas do solo.
3. A aplicação do Ajifer L-14, na dose recomendada, influenciou a produção de massa seca, já a com 25 % a mais que a recomendada, influenciou a produção de massa seca e também, a proteína bruta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJINOMOTO. Meio ambiente. **www.ajinomoto.com.br**. Acesso em: 22 mar. 2007.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. ; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. R. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

ALVES, M.C. **Cultura do algodão, soja, milho e feijão em sucessão com quatro adubos verdes em dois sistemas de semeadura**. 1992. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

ALVES, M.C. **Recuperação do subsolo de um Latossolo Vermelho usado para terrapleno e fundação da usina hidrelétrica de Ilha Solteira - SP**. Ilha Solteira, 2001. 83 f. Tese (Livre Docência em Solos) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.E.A.S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.1, p.27-34, 2004.

ANCHÃO, P.P. **Algumas considerações sobre a recuperação de pastos degradados**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.1-4. (Boletim do Leite, 39).

ANDRÉ, E. M.; MATTIAZZO, M. E. Biodegradabilidade de um resíduo de curtume aplicado a latossolos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Resumos Expandidos...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD-ROM.

ARAÚJO, A. S. F. **A compostagem do lodo têxtil e seu efeito sobre indicadores biológicos**. 2004. 89 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

ASSAD, M.L.L. Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA, 1997. 524 p.

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Soil physics**. 4.ed. New York: J. Wiley, 1972. 529 p.

BONFIM-SILVA, E.M.; MONTEIRO, F.A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.4, p.1289-1297, 2006.

BONINI, C. S. B.; PEREZ, A. A. G.; HIPOLITO, J. L.; ALVES, M. C. Caracterização de algumas propriedades químicas de um solo tratado com Ajifer L40. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicab: Fealq, 2005. CD-ROM.

BYRNES, B. H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: INTERNATIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER. **Fertilizer Manual**. Alabama: Klumer Academic, 2000. cap.2, p.20-44.

CAMPOS, F.S. **Uso de lodo de esgoto na reestruturação de um Latossolo Vermelho degradado**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

CAMPOS, F. S.; ALVES, M. C.; KAMIMURA, K. M. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho tratado com Ajifer L-40. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, Recife, PE, **Anais ...** Recife: S.n, 2005. CD-ROM.

CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. Reações da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.70-89.

CARVALHO, P.C.T.; BARRAL, M.F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, Piracicaba, v. 3, p.14, 1981.

CASTILHOS, D. D.; TEDESCO, M. J.; VIDOR, C. Rendimentos de culturas e alterações químicas do solo tratado com resíduos de curtiúme e cromo hexavalente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, p.1083-1092, 2002.

CAVENAGE, A.; MORAES, M.L.T.; ALVES, M.C.; CARVALHO, M.A.C.; FREITAS, M.L.M.; BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.23, n.4, p.997-1003, 1999.

CEMBRANELLI, M. A. R. **Lixiviação de íons inorgânicos em solos que receberam fertilizantes nitrogenados**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2006.

CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Sistemas de preparo de solos de cerrado: efeitos nas propriedades físicas e na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.27, n.2, p.315-324, 1992.

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

CHESCHIRE, M.V.; SPARLING, G.P.; MUNDIE, C.M. Effect of periodate treatment of soil and carbohydrate constituents and soil aggregation. **Journal of Soil Science**, Cambridge, v.34, p.105-112, 1983.

COLODRO, G.; ESPINDOLA, C.R. Alterações na fertilidade de um latossolo degradado em resposta à aplicação de lodo de esgoto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 1-15, 2006.

COSTA, M. C. G.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H. N-NH₃ losses from nitrogen sources applied over unburned sugarcane straw. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p.631-637, 2003.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.23, n.3, p.703-709, 1999.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. et al. (Eds) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: ASA / SSSA, 1994. p.3-21.

EDR – Escritório de Desenvolvimento Rural de Araçatuba. **Plano de microbacia hidrográfica – córrego borboleta**, Araçatuba, p 07, 2003.

EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-273.

FERNANDES, M.R. **Alterações em propriedades de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrentes da mobilidade de uso e manejo**. 1982. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; LEDIC, I.L.; MANZAN, R.J. Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, p.1325-1332, 2002.

FLOHR, L.; BRENTANO, D.M.; CARVALHO-PINTO, C.R.S.; MACHADO, V.G.; MATIAS, W.G. Classificação de resíduos sólidos industriais com base em testes ecotoxicológicos utilizando *Daphnia magna*: uma alternativa. **Biotemas**, Florianópolis, v.18, p.7-18, 2005.

FREITAG, E. E.; CORRÊA, J. C.; BULL, L. T. Atributos físicos do solo em função de doses de resíduos industriais e urbanos em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005, Recife. **Anais ...** Recife: S.n., 2005. CD-ROM.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; POSSENTI, R.A.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29, n. 4, p.955-963, 2000.

GOMIDE J. A., Valor nutritivo e produtividade do Capim Colonião submetido a diferentes intervalos entre cortes com ou sem adubação de reposição, **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.11, p.508-592, 1982.

GREENLAND, D.J. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, London, v.31, p.301-322, 1981.

GUTERRES, D. B.; SALTON, J. C.; MIELNICZUC, J.; BAYER. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005, Recife. **Anais..** Recife: S.n, 2005. CD-ROM.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, A. Perdas por erosão e rendimentos de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.21, p.667-676, 1997.

JASTROW, J.D.; MILLER, R.M.; LUSSENHOP, J. Contributions of interacting biological mechanisms to soil aggregate stabilization in restored prairie. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v.30, n.7, p.905-916, 1998.

KEMPER, W.D; ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A.(Ed.). **Methods of soils analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison: ASA, SSSA, 1986. p.425-442.

KITCHEL, A.N. & MIRANDA, C.H.B. Recuperação e renovação de pastagens degradadas. In: CURSO DE PASTAGENS, 1997, Campo Grande. **Palestras Apresentadas...** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1997.

KONRAD, E. E.; CASTILHOS, D. D. Atividade microbiana em um planossolo após a adição de resíduos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, p. 131-135, 2001.

LAL, R.; PIRCE, F.J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIRCE, F.J. (Ed.) **Soil management for sustainability**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1991. p.1-5.

LAUDE, H.M. External factors tiller development. In: YOUNGNER, V.B.; McKELL, C.M. (Eds.) **The biology and utilization of grasses**. New York: Academic Press, 1972. p.146-154.

LORIMER, M.S.; DOUGLAS, L.A. Effect of management practice on properties of a Victorian red brown earth. I. Soil physical properties. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.33, p.851-857, 1995.

MATEUS, L. A. N. et al. Aspectos Ambientais do Setor de Curtumes. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, v.3, n. 16, p.18–20, 2001.

McLEAN, R. W.; KERRIDGE, P. C. Effect of fertilizer phosphorus and sulphur on the diet of cattle grazing buffel grass/siratro pastures. In: INTERNACIONAL SIMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 2., 1987, Brisbane. **International...** Research paper presented.[S.I.:s.n.],1987.p.93-94.

MELGAR, R.; CAMOZZI, M. E.; FIGUEROA, M.M. **Guia de fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, 1999. p.13-25.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. SANTIAGO, G.; CHELLI, R.A.; LEITE S.A.S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações de matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.449-455, 1994.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M.T. et al. (Ed.). **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. Cap.11, p.289-363.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Ecossistemas Tropicais & Subtropicais, 1999. p.1-8.

MYERS, R.K.; ROBBINS, G.B. Sustaining productive pastures in the tropics. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.25, n.2, p.104-110, 1991.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.28, n.2, p.385-392, 2004.

OLIVEIRA, B.A.de; ALVES, M.C.; HIPÓLITO, J.L. **Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho tratado com Ajifer L-40**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 2006, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 2006. CD-ROM.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, EMBRAPA, 1999. 64 p. (Legenda Expandida)

OLIVEIRA, P.P.A. **Manejo da calagem e da fertilização nitrogenada na recuperação de pastagens degradadas de Brachiaria sp. em solos arenosos**. 2001. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

OLIVEIRA, P.P.A.; CORSI, M. Eficiência da fertilização nitrogenada e sulfatada em pastagens. In: WORKSHOP SOBRE MANEJO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SULFATADOS NA AGRICULTURA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. CD-ROM.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL, P. S. F.; TORMENA, C. A. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.25, p.443-450, 2001.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S. de; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em neossolo quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, p.1121-1129, 2005.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S. Eficiência da fertilização nitrogenada com uréia (^{15}N) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, p.613-620, 2003.

PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1, 1992, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Fundação Cargill, 1992. p.140.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.

RAIJ, B. van. Uso agrícola de bio-sólidos. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS DO MERCOSUL, 1., 1998, Curitiba. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPAR 1998. p. 147–151.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

RAIJ, B.van.; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996.

REES, M. C. **Effects of components of superphosphate as fertilizers or supplements on the nutrition of grazing animals**. [s.l.: s.n.], 1981. 3p. (CSIRO, Mimeogr.).

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. ; BRAIDA, J.A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiental**, Santa Maria, v.27, p.29-48, 2003.

RODRIGUES, R.A.F.; ALVES, M.C. **Bacia Hidrográfica do rio Paraná: clima e zonas agro-ecológicas**. In: _____. **Bases para la conservación de suelos y águas**. Entre Rios, Argentina: Ed. Universidad nacional de Entre Rios, 2006, p.9-16.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's Guide: version 6.4**. Cary: NC; SAS Institute Inc., v.2, 1990.

SCHUNKE, R. M.; VIEIRA, J. M.; SOUSA, J. C.; GOMES, R. F. C.; COSTA, F. P. **Resposta à suplementação fosfatada e à suplementação mineral de bovinos de corte sob pastejo em Brachiaria decumbens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1991. 24 p. (Embrapa Gado de Corte. Boletim de Pesquisa, 5).

SILVA, W. D.; ALVES, M. C.; COLODRO, G. Estabilidade de agregados de um solo tratado com lodo de esgoto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2004. CD-ROM.

SIQUEIRA, C. H.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência agronômica e efeito no solo de resíduos da indústria de celulose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: S.n., 2003. CD-ROM.

SOARES FILHO, C.V. Tratamento físico-químico, correção e adubação para recuperação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1, 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. p.79-117.

SOMMERS, L.E; NELSON, D. W.; SILVEIRA D.J. Transformations of carbon, nitrogen, and metals in soils treated with waste materials. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.8, p. 287-294, 1979.

SOUZA, M.I. **Interferências do Ajifer I-40 nas propriedades físicas de um latossolo vermelho**. 2006, 35 f Monografia (Trabalho de Graduação) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana, MS. 2006.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.27-34, 2003a.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, p.133-139, 2003b.

STOMBERG, A.L.; HEMPHILL, D.D. Jr. ; VOLK, V.V. Yield and elemental concentration of sweet corn grown on tannery waste-amended soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.13, p.162-166, 1984.

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

TEIXEIRA, J.A.O.S. **Descarte de resíduo de curtume no solo**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981. 84p.

TISDALL, J.A.; OADES, J.M. Stabilization of soil aggregates by the roots systems of ryegrass. **Australian Journal of Soil Science Research**, Melbourne, v.17, p.429-441, 1979.

TISDALL, J. A.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **The Journal of Soil Science**, Oxford, v.33, p.141-163, 1982.

ZABOWSKI D.; HENRY C.L. Soil and foliar nitrogen after fertiliser treatment of *Pinus ponderosa*. **New Zealand Journal Forestry Science**, Rotorua, v. 24, n. 23, p. 333-343, 1994.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A.O. Estabelecimento e recuperação de *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994.