

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MILHO E *Brachiaria decumbens* EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA**

SIMÉRIO CARLOS SILVA CRUZ

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Câmpus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia –
Agricultura.

**BOTUCATU – SP
Junho – 2007**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

**MILHO E *Brachiaria decumbens* EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA**

**SIMÉRIO CARLOS SILVA CRUZ
Engenheiro Agrônomo**

Orientador: Prof. Dr. SILVIO JOSÉ BICUDO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Agricultura.

**BOTUCATU – SP
Junho – 2007**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Cruz, Simério Carlos Silva, 1983-
C957m Milho e *Brachiaria decumbens* em sistemas de integração
lavoura-pecuária / Simério Carlos Silva Cruz. - Botucatu :
[s.n.], 2007.
ix, 78 f. : il. color gráfs, tabs.

Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007
Orientador: Silvio José Bicudo
Inclui bibliografia

1. Milho - Produtividade. 2. *Brachiaria decumbens*. 3.
Solos - Manejo. 4. Cobertura morta. I. Bicudo, Silvio
José. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mes-
quita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônômicas. III. Título.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Simério Carlos Silva Cruz, filho de Severino da Cruz Filho e Maria da Soledade Silva Cruz, nasceu na cidade de São José do Egito, Estado de Pernambuco em 11 de fevereiro de 1983.

Diplomou-se em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, em 2006.

Foi aluno de Iniciação Científica no Departamento de Engenharia e Economia Rural, de 2002 a 2005.

Em março de 2006 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Agricultura, no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, obtendo o título em junho de 2007.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MILHO E *Brachiaria decumbens* EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA.

ALUNO: SIMÉRIO CARLOS SILVA CRUZ

ORIENTADOR: PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO



PROF. DR. ABEL WASHINGTON DE ALBUQUERQUE



PROF. DR. JOSÉ ROBERTO SANTOS

Data da Realização: 20 de junho de 2007.

Aos meus pais Severino da Cruz Filho e Maria da Soledade S. Cruz

Aos meus irmãos Sihélio, Sihara e Sidério

A minha namorada Carla Gomes Machado.

DEDICO

Aos que depositaram confiança em mim

A todos que colaboraram para o sucesso deste trabalho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir à realização de mais um sonho.

A Universidade de Federal de Alagoas, pela disponibilidade e oportunidade de realização do experimento.

A Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, pela oportunidade oferecida para realização deste curso.

A coordenação e colegiado do curso de Pós-Graduação em Agricultura por todo apoio concedido ao longo deste curso.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Em especial ao Prof. Dr. Silvio José Bicudo por me receber e orientar, da melhor forma possível.

Ao Prof. Dr. José Roberto Santos, o qual devo toda minha formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque por todo apoio e por se mostrar disposto sempre que precisei.

Aos meus pais por dedicarem suas vidas a realização dos meus sonhos.

A Verinha, Lana e Valéria do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, pela eficiência na excussão de suas tarefas.

Aos funcionários da biblioteca “Paulo de Carvalho Mattos” e da Seção de Pós-Graduação, pelo eficiente atendimento.

A minha namorada Carla por fazer valer a pena cada dia que passei em Botucatu.

Aos todos os funcionários do Centro de Ciências Agrárias - UFAL

Aos amigos Rafael, José Iran, Inocência pela amizade e apoio em todos os momentos.

A todos aqueles que não foram citados, mas contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Págnas
1 RESUMO-----	1
2 SUMMARY-----	3
3 INTRODUÇÃO-----	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA-----	7
4.1 Situação das pastagens brasileiras-----	7
4.2 Sistema integração lavoura-pecuária – SILP-----	9
4.2.1 Sistema integração lavoura-pecuária em plantio direto – SILPPD-----	10
4.2.2 Efeitos na produtividade das culturas-----	13
4.3 Milho-----	15
4.4 <i>Brachiaria decumbens</i> STAPF-----	17
4.5 Sistemas de preparo do solo: efeitos na produtividade e características químicas do solo-----	18
5 MATERIAL E MÉTODOS-----	24
5.1 Localização da área experimental-----	24
5.2 Descrição do clima e dados de precipitação-----	24
5.3 Solo-----	25
5.4 Tratamentos e delineamento experimental-----	25
5.5 Instalação e condução do experimento-----	27
5.5.1 Preparo do solo-----	27
5.5.2 Adubação de fundação e cobertura-----	28
5.5.3 Semeadura do milho (<i>Zea mays</i> L.) e da <i>Brachiaria decumbens</i> -----	28
5.5.4 Controle de plantas daninhas-----	28
5.6 Análise química do solo-----	29
5.7 Avaliação fitotécnica da cultura do milho-----	29
5.7.1 Altura das plantas-----	29
5.7.2 Diâmetro do colmo-----	29
5.7.3 Número de folhas-----	29
5.7.4 Análise foliar do milho-----	30
5.7.5 Componentes de produção-----	30
5.7.5.1 População final de plantas-----	30
5.7.5.2 Comprimento de espigas-----	30
5.7.5.3 Número de fileira de grãos por espiga-----	30
5.7.5.4 Massa de 1000 grãos-----	30
5.7.5.5 Número de espigas por hectare-----	31
5.8 Produtividade-----	31
5.9 Avaliação fitotécnica da <i>Brachiaria decumbens</i> -----	31
5.9.1 Produção de massa verde e seca da parte aérea-----	31
5.9.2 Análise foliar da <i>Brachiaria decumbens</i> -----	32
5.10 Matéria seca de raízes-----	32
5.11 Análise estatística-----	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	34
6.1 Análise química do solo-----	34
6.2 Avaliações fitotécnicas da cultura do milho-----	41
6.2.1 Componentes morfológicos do milho-----	41
6.2.2 Análise foliar da cultura do milho-----	43

6.2.3	Componentes da produção-----	46
6.2.4	Produtividade da cultura do milho-----	47
6.3	Avaliações fitotécnicas da cultura da <i>Brachiaria decumbens</i> -----	50
6.3.1	Matéria verde e seca da <i>Brachiaria decumbens</i> -----	50
6.3.2	Análise de tecido vegetal da <i>Brachiaria decumbens</i> -----	56
6.4	Produção de massa seca do sistema radicular das culturas-----	59
6.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	61
7	CONCLUSÃO-----	62
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	63

1 RESUMO

A busca por uma agricultura ecologicamente sustentável e economicamente viável vem aumentando ao longo dos anos. Preparos conservacionistas e sistemas de produção que visam à maximização do uso do solo e da água de forma sustentável têm surgido como alternativas, particularmente, para regiões caracterizadas por períodos chuvosos relativamente curtos e temperaturas elevadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar sistemas de consorciação entre milho e braquiária que melhor se adaptem as condições edafoclimáticas da região da Zona da Mata do Estado de Alagoas. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2005, na Área Experimental do Campus Delza Gitaí, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias - CECA da Universidade Federal de Alagoas - UFAL. Os tratamentos consistiram do cultivo de um híbrido de milho BRS 3150, nos sistemas: 1) Preparo Convencional do Solo, 2) Cultivo Mínimo do Solo e 3) Semeadura Direta (BRS 3150 em consórcio com *Brachiaria decumbens*), o experimento obedeceu ao esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas em quatro repetições, tendo a área de cada subparcela 44.8 m² (6,4 x 7 m). Durante o período de florescimento da cultura do milho foram tomadas medidas da altura de plantas, diâmetro do colmo e número de folhas fotossinteticamente ativas e foram coletadas folhas da base da espiga para análise nutricional. Foram avaliados após a colheita do milho os componentes da produção e produtividade de grãos. Os componentes da produção estudados foram: população final de plantas por hectare, comprimento de espigas, número de fileira de grãos por espigas, número de espigas e massa de 1000 grãos. Foram

coletadas amostras de solo durante o estágio de florescimento do milho para realização de análise química. Amostras de *Brachiaria decumbens* para análise nutricional e determinação do acúmulo de matérias verde e seca foram coletadas em quatro épocas distintas, sendo uma antes e três após a colheita do milho, com intervalos de 15 dias entre cada coleta. Os diferentes preparos do solo e a presença da *Brachiaria decumbens* no sistema de consócio com milho, não exerceram influência sobre os componentes morfológicos e da produção, porém o cultivo mínimo e a semeadura direta proporcionaram os maiores rendimentos de grãos. Após análise dos resultados pôde-se concluir que a presença da *Brachiaria decumbens* interferiu negativamente na produtividade de grão de milho quando cultivados em sistema de consócio. A *Brachiaria decumbens* obteve melhor desenvolvimento quando semeada em sistema de semeadura direta, o que faz desse sistema a melhor alternativa para implantação da integração lavoura-pecuária na Zona da Mata do Estado de Alagoas.

Palavras chave: Preparo do solo, *Brachiaria decumbens*, produção de milho.

MAIZE AND *Brachiaria decumbens* IN FARMING-PASTURE INTEGRATION SYSTEM. Botucatu, 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: SIMÉRIO CARLOS SILVA CRUZ

Adiviser: SILVIO JOSÉ BICUDO

2 SUMMARY

The search for an ecologically sustainable and economically viable agriculture is growing through the years. Conservation tillages and production systems that aim maximizing soil and water use in a sustainable form, has becoming alternatives, mainly for regions that have relatively short periods of rain and high temperatures. The objective of this research was to evaluate intercropping systems with maize and *Brachiaria* that has better adaptation to the edaphoclimatic conditions in “Zona da Mata” region, State of Alagoas. The experiment was conducted in 2005, in the experimental area of “Campus Delza Gitai” belonging to the “Centro de Ciências Agrárias – CECA, Universidade Federal de Alagoas – UFAL”. The treatments consisted of a BRS 3150 hybrid of maize, cultivated in the systems: 1) Conventional Cropping, 2) Minimum Cultivation and 3) No-tillage (BRS 3150 intercropped with *Brachiaria decumbens*). The randomized block design was used, with subdivided plots and four replications, with an area of 44.8 m² (6.4 x 7 m) for each subplot. During maize flowering period, it was measured plant height, stem diameter and number of photosynthetic active leaves; for these evaluations, leaves from the ear basis were collected for nutritional analysis. After the harvest, production components and grain yield were evaluated. The yield components evaluated were: final population of plants per hectare, ear length, number of grain rows per ear, number of ears and 1000 grain weight. Soil samples were collected during maize flowering stage for chemical analysis. Samples of *Brachiaria decumbens* for nutritional analysis and to evaluate fresh and dry matter accumulation were collected in four different

times, one before and three after the harvest, with intervals of 15 days between each sample. Different soil managements and the use of *Brachiaria decumbens* in intercropping system with maize did not affect morphological and yield components; however, Minimum Cultivation and No-tillage system provided higher grain yield. The results analysis allowed concluding that the use of *Brachiaria decumbens* had negative influence in maize yield when cultivated in intercropping system. *Brachiaria decumbens* had better development when cultivated in No-tillage, which became to be the best alternative to establish integrated crop and livestock systems in “Zona da Mata” region, State of Alagoas.

Palavras chave: Tillage, *Brachiaria decumbens*, production of maize.

3 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos na Zona da Mata do Estado de Alagoas segundo Santos (2002) é de aproximadamente 90.429 cabeças distribuídas em 16 municípios. Sabe-se que a pecuária brasileira em sua grande maioria caracteriza-se pela dependência das pastagens, as quais são cultivadas principalmente em sistemas extrativistas, porém tem sido pesquisado sistemas agrícolas que se mostrem sustentáveis ao longo do tempo. Os sistemas de integração lavoura-pecuária e semeadura direta vêm chamando a atenção pelos benéficos e melhorias que podem proporcionar, principalmente no tocante a maximização do uso do solo e da água.

Em regiões que apresentam períodos chuvosos relativamente curtos e temperaturas elevadas, é notável a dificuldade para implantação de tais sistemas, tendo em vista que nessas condições climáticas torna-se muito difícil à produção de palha para caracterização da semeadura direta e principalmente a produção de duas safras por ano.

O uso do solo, com maior número de cultivos por ano, tem sido intensificado objetivando aumentar a renda dos agricultores e oferta de alimentos, resultando em maior produtividade por área, principalmente quando se adotam tecnologias apropriadas, como melhor manejo e tratos culturais para cada tipo de solo e cultura (FERREIRA, 1997).

Neste sentido a integração lavoura-pecuária surge como uma alternativa para que se possa conduzir sob tais condições uma agropecuária mais viável e competitiva, pois o cultivo de cereais como soja, arroz, sorgo e milho em sistema de consórcio

com espécies forrageiras principalmente do gênero *Brachiaria* pode proporcionar em uma única estação chuvosa a produção de grãos, pasto e palhada com boa persistências e qualidade para instalação do sistema plantio direto nos anos seguintes.

Nos sistemas de manejo de solo conduzidos no Estado de Alagoas, o uso de grades e arados caracteriza o sistema convencional de preparo do solo. Sabe-se também que esses implentos quando usados de forma errôneas levam os solos agrícolas a perdas significativas de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, tornando-os frágeis para desenvolvimento da atividade agrícola.

Desta forma a hipótese deste trabalho é que a integração lavoura-pecuária conduzida em sistema semeadura direta permitirá a produção satisfatória de grãos, forragem e palhada em uma mesma estação de crescimento, em região com condições climáticas não favoráveis a práticas de produção de duas safras por ano.

A partir dessas constatações, torna-se imprescindível à realização de pesquisa, com intuito de fornecer indicadores capazes de permitir uma avaliação sobre os efeitos dos sistemas de manejo do solo em relação à competição de culturas quando consorciada a espécies forrageiras. Assim a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar sistemas de consorciação entre milho e braquiária que melhor se adaptem as condições edafoclimáticas da região da Zona da Mata do Estado de Alagoas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Situação das pastagens brasileiras

No Brasil tropical-subtropical, são semeados, anualmente, cerca de 5,5 milhões de hectares de pastagens perenes, incluindo formação, recuperação e renovação, sendo o interesse pelas braquiárias (*B. decumbens*, *B. brizantha* e *B. humidicola*) correspondente à cerca de 80% do mercado de sementes forrageiras (ZIMMER e CORRÊA, 1993).

Dentre estas se destaca *Brachiaria decumbens*, que tem sido amplamente disseminada pelas regiões tropicais do mundo, devido às suas qualidades como forrageira (LORENZI e SOUZA, 2000).

De acordo com Pereira (2004), nas décadas de 60 e 70, foram utilizados diversos cultivares de *Panicum* (Gree Panic, Sempre Verde, Makueni) e de *Setaria* (Kazungula, Nandi). A partir daí, iniciaram-se os ciclos das braquiárias, destacando-se a *Brachiaria decumbens*, *ruziziensis* e *humidicola*. Estes dados corroboram com os citados por Schunke (2001), nos quais estimam que pelo menos 80% das pastagens brasileiras sejam formadas por gramíneas do gênero *Brachiaria*.

Estimativas da área total de pastagens cultivadas correspondem à cerca de 220 milhões de hectares, divididos pelas regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e

Centro-Oeste (SERRÃO et al., 1993; ZIMMER e EUCLIDES FILHO, 1997; NABINGER et al., 1999; CARVALHO et al., 2005).

Dos quase 50 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil Central, estimam-se que aproximadamente 80% estão degradados ou em estado de degradação e com índices de produção muito abaixo do seu potencial. Apesar desta baixa produtividade, os sistemas de produção de carne a pasto são muito importantes para a economia nacional, pois dos 45 milhões de bovinos abatidos anualmente, apenas 2,42 milhões são terminados em confinamento, 2,72 milhões em semiconfinamento e 0,8 milhões em pastagens anuais de inverno (ANUALPEC, 2005).

Desta forma, observa-se que 87% dos animais são terminados exclusivamente em pastagens perenes, dos quais apenas 10% do total são abatidos precoces, com idade de abate de até 32 meses (conseqüentemente, 90% da pecuária de corte sofre restrição alimentar em alguma fase da vida) (KICHEL e KICHEL, 2002).

Com o maior rebanho comercial do mundo associado às extensas áreas de pastagens, o Brasil tem essa atividade como altamente competitiva. Entretanto, o sistema extensivo predomina em regiões onde a terra apresenta baixo valor, a mão-de-obra é pouco qualificada, as pastagens são manejadas de forma inadequada. Nesse sentido, sistemas de produção com adoção de tecnologia alcançam produtividades mais elevadas. Dessa forma, as pastagens, podem contribuir para viabilizar essa competitividade, representando um papel fundamental no processo produtivo, e, por conseguinte, possibilitando o atendimento da demanda mundial por alimento produzido em moldes que garantam a sustentabilidade agrícola (CARVALHO et al., 2005).

A pecuária brasileira caracteriza-se pela grande dependência de pastagens, que são constituídas, principalmente, por forrageiras tropicais nativas e cultivadas, com produção vegetal sazonal, em conseqüência de fatores climáticos, na época das chuvas, podem ocorrer perdas substanciais por excesso de produção e no período com deficiência hídrica, escassez e baixa qualidade de produção (AGNES et al., 2004).

Segundo Souza e Graça (2006), um dos maiores problemas enfrentados na pecuária nacional, é a degradação das pastagens. Em uma pastagem degradada a produtividade está em torno de 2 arrobas $ha^{-1} ano^{-1}$, enquanto que em uma pastagem bem manejada e em bom estado pode atingir, em média, 16 arrobas $ha^{-1} ano^{-1}$.

O tratamento dado às forrageiras no que diz respeito às condições de solo, no entanto, é o mínimo possível. Por outro lado, nos mais variados sistemas de produção de culturas anuais, tem sido necessária a adição de corretivos e fertilizantes minerais, em quantidade e qualidade equilibradas, para a obtenção de boas colheitas. O uso continuado desses insumos, ao longo do tempo, acaba por melhorar/corrigir a fertilidade química do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Aidar et al. (2003), relatam que na região do Cerrado brasileiro, as áreas utilizadas para produção de grãos permanecem em pousio aproximadamente oito meses, quando se adota apenas uma safra por ano agrícola, em virtude das condições climáticas no início do outono, principalmente no tocante à deficiência hídrica.

4.2 Sistema integração lavoura-pecuária – SILP

Atualmente, sistemas mistos de exploração de lavoura e pecuária têm chamado a atenção pelas vantagens que apresentam em relação aos sistemas isolados de agricultura ou de pecuária. São os chamados sistemas integrados lavoura-pecuária. A integração lavoura-pecuária pode ser definida como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema sinérgico em que há benefícios para ambas. Possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo devido ao sinergismo que se cria entre a lavoura e a pastagem (ALVARENGA, 2004).

Nesse sistema a qualidade do solo também é incrementada, pois há melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas. Para a exploração de lavouras, especialmente em áreas de pastagens degradadas, é necessário que, depois de um planejamento inicial, se faça a conservação e a adequação do solo. Isso consiste na previsão e no controle da erosão, na eliminação, quando necessária, de plantas daninhas perenes, de sulcos de enxurrada e de camadas compactadas, na correção do alumínio tóxico do solo através de calagem e, em alguns casos, na fertilização corretiva. Não é demais lembrar que essas ações devem ser implementadas no início da ILP como maneira de promover, desde já,

sustentabilidade ao sistema e evitar intervenções drásticas no solo depois do sistema implantado. Com elas, a dinâmica da água no solo é melhorada; as raízes das plantas crescem em maior profundidade, explorando maior volume de solo em busca de nutrientes e de água, aumentando a tolerância à deficiência hídrica, resultando no aumento da produtividade tanto das lavouras quanto das forrageiras (ALVARENGA, 2004).

Como resultado tem-se observado um grande aumento do número de propriedades que estão utilizando a implantação, renovação e recuperação de pastagens adotando o sistema de integração lavoura-pecuária através do plantio da gramínea com uma cultura de grãos, como forma de diminuir os custos (SOUZA e GRAÇA, 2006).

A integração lavoura-pecuária consiste na diversificação da produção, possibilitando o aumento da eficiência de utilização dos recursos naturais e a preservação do ambiente, resultando em incrementos nos componentes de produção, e, por conseguinte, maior estabilidade da renda do produtor rural (CARVALHO et al., 2005). Esse sistema tem-se tornado opção vantajosa, beneficiando duas atividades de importância econômica, a produção de grãos e a pecuária, proporcionando ganhos mútuos ao produtor (SALTON et al., 2001).

A concepção do SILP não é nova visto que a formação das pastagens após a abertura dos cerrados foi, inicialmente, precedida de culturas anuais. Porém, esta prática não teve a periodicidade e alternância necessária para evitar a degradação do solo (CARVALHO et al., 2005).

4.2.1 Sistema integração lavoura-pecuária em plantio direto - SILPPD

A combinação do sistema plantio direto com integração e, principalmente, com a rotação e consorciação lavoura/pastagem estabelece as bases de novos paradigmas na sustentabilidade agrícola. O sistema Integração Lavoura-Pecuária em Plantio Direto (SILPPD) apresenta seus benefícios em áreas onde se associem culturas agrícolas anuais com pastagens e a presença de animais em pastejo. Com os novos conhecimentos sobre fertilidade do solo e plantas daninhas, tornou-se possível à semeadura de culturas, como soja e milho, sobre pastagens dessecadas, sem preparo de solo. A pastagem além de manter o solo coberto, permite que ocorra a adição e aumento no teor de matéria orgânica no solo (CARVALHO et al., 2005).

Segundo Vilela et al. (2003), após inúmeros anos de cultivo utilizando espécies com pouca produção de palhada, é freqüente a perda de matéria orgânica e, conseqüentemente, há o comprometimento das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Em contrapartida, as pastagens bem manejadas apresentam elevada capacidade de manter ou até mesmo aumentar o teor de matéria orgânica do solo, sendo mais eficientes na reciclagem de nutrientes que as culturas anuais.

Em regiões caracterizadas com temperatura média anual alta aliada a ocorrência de chuvas de grande intensidade no verão, a agricultura e a pecuária devem ser exploradas em sistemas conservacionistas do solo, sendo que o plantio direto tem se apresentado com grande viabilidade técnica e econômica. Aliado ao plantio direto, o sistema de integração agricultura-pecuária têm contribuído para a viabilidade do setor agropecuário, uma vez que possibilita o fornecimento de alimento na época seca do ano (MELLO, 2003).

Yamada e Abdalla (2006) destacaram os principais fatores relacionados à manifestação do potencial produtivo das espécies cultivadas, que são: genótipo, ambiente de produção e manejo. Assim, a escolha do genótipo em função da época, da região e das estratégias de manejo adotadas reveste-se de suma importância para a obtenção de produtividades lucrativas, sobretudo quando aliada à compreensão das limitações e/ou vantagens do ambiente de produção.

O plantio direto se consolidou como um sistema com muitas vantagens comparativas ao sistema convencional de preparo de solo, com aração e gradagens, diminuindo custos e aumentando a conservação do solo e da água. Apesar disso, ainda predomina o cultivo de apenas uma safra ao ano em regiões de cerrado. No inverno, o clima seco inviabiliza o cultivo de uma segunda safra, exceção a áreas sob irrigação ou a áreas de safrinha, que são de pequena representatividade. Como resultado, na maior parte do ano as áreas agrícolas permanecem ociosas, não dando nenhum retorno ao agricultor, pelo contrário, nessa época multiplicam-se plantas daninhas e outras pragas, o que exige maior gasto com defensivos químicos para o seu controle por ocasião do novo ciclo de cultivo (ALVARENGA, 2004). O controle do primeiro fluxo de plantas daninhas que emerge é fundamental para reduzir a interferência das mesmas sobre a produtividade das culturas que se estabelecerão posteriormente (COSTANTIN e OLIVEIRA, 2005).

Desta forma, torna-se uma oportunidade para pecuaristas e agricultores utilizarem estas áreas de culturas justamente na época de menor disponibilidade de pastagem perenes, aumentando o ganho de peso e tornando a pecuária de um ciclo mais curto (SOUZA e GRAÇA, 2006).

O sistema plantio direto é o grande responsável pelo significativo aumento da produtividade e a continuidade da exploração agrícola dos solos brasileiros. A proteção da superfície do solo é especialmente importante para a manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas, aumentando a atividade de microrganismos que, uma vez inseridos na matéria orgânica, promovem a liberação de nutrientes, aumentando a absorção pelo sistema radicular das plantas (BORGHI, 2004).

O conceito de plantio direto é visto como um sistema, envolvendo a combinação de práticas culturais ou biológicas, tais como: o uso de produtos químicos ou práticas mecânicas no manejo de culturas destinadas à adubação verde, para a formação de coberturas do solo, mediante a manutenção dos resíduos culturais na sua superfície; a combinação de espécies com exigências nutricionais, produção de fitomassa e sistema radicular diferenciados, visando constituir uma rotação de culturas; e a adoção de métodos integrados de controle de plantas daninhas, por meio da cobertura do solo, herbicidas e o não revolvimento do solo, exceto nos sulcos de semeadura. Nesse sentido, a rotação de culturas com inclusão de plantas de cobertura, conciliando o retomo econômico com a preservação da capacidade produtiva do solo, têm grande importância para garantir a sustentabilidade do sistema. Assim, o uso de espécies que possuem sistema radicular agressivo pode permitir a continuidade desse sistema sem interrupções, mesmo quando ocorre a compactação superficial do solo (AMARAL et al., 2004).

De acordo com Lima (2004), as vantagens que a consolidação da prática de integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto proporcionaria aos sistemas produtivos brasileiros da agropecuária são: aumento da produção de grãos; aumento da produção de carne e leite; redução dos custos de produção; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; recuperação da fertilidade do solo com a lavoura em áreas de pastagens degradadas; permite a formação de palhada e com boa persistência; diversificação de culturas favorecendo rotação; incremento de novas áreas de pastagem no sistema integração e

diminuição da necessidade de novos desmatamentos; aumento da eficiência de utilização de fertilizantes e corretivos e maior estabilidade de renda ao produtor.

Desta forma, a “integração lavoura-pecuária” aparece como umas das estratégias mais promissoras para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos, e por sua vez, mais sustentáveis no tempo (DIAZ RSSELLO, 1992).

Quando comparamos a área de pastagens no Brasil, que está em torno de 220 milhões de hectares, com a área da agricultura de grãos, que soma apenas 40 milhões de hectares, produzindo por volta de mais ou menos 120 milhões de toneladas, é possível imaginar o potencial de produção neste sistema de integração lavoura-pecuária (CARVALHO et al., 2005).

4.2.2 Efeitos na produtividade das culturas

Alguns trabalhos relatam os efeitos benéficos das pastagens perenes sobre a produtividade de algumas espécies anuais (Carpenedo e Mielniczuk, 1990), em razão da melhoria da fertilidade de solo (BAYER e MIELNICZUCK, 1997) apud (SANTOS et al., 2003).

Ayarza et al. (1993) encontraram que o rendimento de grãos foi positivamente correlacionado com a idade da pastagem que antecedia as culturas anuais em rotação, esse acréscimo sendo de 127 kg de grãos para cada ano de pastagem. Entretanto, em algumas situações a rotação com pastagens não tem proporcionado efeitos evidentes no rendimento de grãos de milho.

Já em outros casos, o rendimento de soja foi reduzido em 11 a 27% em relação ao cultivo de soja solteira, ao passo que o rendimento de grãos de milho e sorgo não sofreu prejuízos significativos em áreas consorciadas de lavoura e pastagem em sistema plantio direto. Frente a esses resultados, fica evidente a necessidade de minimizar a competição da planta forrageira com a cultura anual por meio de subdoses de herbicidas ou por meio da semeadura da forrageira em pós-emergência, no sentido de garantir rendimentos satisfatórios da cultura de grãos (COBUCCI, 2001).

Pantano (2003) obteve maior produtividade de milho em cultivo solteiro, quando comparada às modalidades de consorciação semeadas concomitantemente à

semeadura ou em cobertura. Segundo o autor, a competição exercida pela *B. brizantha* com o consórcio na linha de semeadura afetou o desenvolvimento do milho, em virtude do período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que vai dos 15 aos 45 dias do ciclo da cultura.

A interferência das forrageiras no estado nutricional da cultura, bem como no rendimento de grãos, depende das condições de solo, de clima, dos cultivares utilizados e do manejo empregado (SILVA, 2004).

Pantano (2003) constatou que a redução no espaçamento de 0,90m para 0,45m não acarretou maior produtividade de grãos, embora com valores aquém aos obtidos neste experimento, exceto quando a forrageira foi semeada na entrelinha misturada ao fertilizante de cobertura. Segundo o autor, no tratamento sem consorciação (solteiro) a produção de grãos foi maior em relação aos sistemas de consorciação empregados, em virtude da ausência de plantas de *B. brizantha* nesta modalidade de consórcio e, também, devido à competição intra e interespecífica entre as espécies consorciadas, principalmente na fase crítica de desenvolvimento do milho.

De acordo com Kluthcouski e Aidar, (2003) em experimento com 18 híbridos de milho em diferentes condições edafoclimáticas, consorciado com Braquiária, apenas três deles sofreram reduções significativas na produtividade. Na maioria dos locais constatou-se uma tendência para o aumento no sistema consorciado, provavelmente devido a não aplicação de herbicidas gramínicidas pós-emergentes, reduzindo possíveis efeitos fitotóxicos. Observou-se ainda, maiores populações finais nas parcelas consorciadas em relação ao monocultivo. Da mesma forma os experimentos demonstram que o aumento da fertilidade do solo proporcionou melhor desenvolvimento do milho.

Estes dados corroboram com os obtidos por Borghi (2004), onde o cultivo do milho solteiro no espaçamento 0,90m, também resultou em menor estande de plantas quando comparado ao milho consorciado com *Brachiaria brizantha*. O autor atribui este fato ao maior índice de infestação de plantas daninhas nas parcelas cultivadas com milho solteiro.

Tsumanuma (2004) estudando o desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de Braquiárias ratificaram a não existência de diferença significativa para produtividade entre todos os tratamentos estudados (milho consorciado e solteiro).

Trabalhos realizados na EMBRAPA-CNPGC, por Miranda et al. (1998) e Kichel et al. (1998), para recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens*, com uso das culturas do arroz e do milho em sistemas de integração, relatam que o efeito residual da adubação foi superior nas pastagens recuperadas com a cultura do milho.

Resultados semelhantes foram obtidos por Barcellos et al. (1997), avaliando a produtividade animal de pastagens renovadas de *B. brizantha* cv. Marandu, com uso da cultura do milho, do arroz e diretamente, com adubação, nos cerrados. Os autores observaram que a pastagem renovada com milho suportou maiores taxas de lotação, em relação às renovadas com arroz e diretamente, devido a maior aplicação dos nutrientes P e N para a cultura do milho.

As respostas na produção de forragem são geralmente positivas na integração lavoura-pastagem, pois as pastagens respondem prontamente ao maior suprimento de nutrientes que fica presente no solo em decorrência do uso da área para lavoura. Como resultado, a capacidade de suporte da pastagem e a produtividade do sistema de produção são substancialmente elevados em relação aos índices observados em pastagens degradadas (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

4.3 Milho

Em consórcio com forrageiras, especificamente *Brachiaria* spp., várias culturas têm sido empregadas, porém o milho tem sido a preferida, devido à sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptados a diferentes regiões ecológicas do Brasil e à excelente adaptação, quando manejado em consórcio (JAKELAITIS et al., 2005).

Considerando a importância econômica do milho, recentemente têm ocorrido importantes mudanças nos sistemas de produção da cultura, ressaltando sua expansão nos sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária (Glat, 2002). No entanto, a eficiência técnica desses sistemas depende de certas condições, que são particulares de cada ambiente (SANCHES e SALINAS, 1981; CRUZ FILHO, 1988).

O milho é considerado excelente competidor com plantas de porte baixo, pois apresenta crescimento inicial rápido. Trabalhos conduzidos por Alvim et al. (1989) e Duarte et al. (1995) demonstraram que, em competição com espécies de *Brachiaria*, a

produtividade do milho não foi alterada. No consórcio de *B. brizantha* com o milho, Cobucci (2001) relata que em vários ensaios a presença da forrageira não afetou a este cereal.

Semelhantemente aos monocultivos, as espécies consorciadas estão sujeitas à competição promovida pelas espécies daninhas. Os efeitos negativos dessa interferência podem inviabilizar esse consórcio, por meio dos prejuízos que podem ocorrer no estabelecimento da forrageira associada, no rendimento de grãos e na qualidade do produto colhido. Desse modo, as práticas culturais – como a forma de implantação da cultura em consórcio com a forrageira, a época e a forma de estabelecimento da forrageira e o arranjo entre plantas – podem minimizar a competição entre as espécies consorciadas e a ocorrência de plantas daninhas (JAKELAITIS et al., 2005).

De acordo com Garcia et al. (2004) as espécies do gênero *Brachiaria* mais utilizadas em sistemas de integração agricultura-pecuária são *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*.

Com a senescência do milho, a forrageira se estabelece sem prejudicar o rendimento e a colheita, proporcionando boa cobertura do solo e pastagem para o gado na época da seca, além de garantir palhada para o cultivo seguinte (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

De acordo com Salton et al. (1995) essa palhada é importante para esse tipo de sistema, pois a integração agricultura-pecuária com o plantio direto proporciona grandes benefícios, principalmente a melhoria da fertilidade do solo, a otimização do uso de maquinário e a obtenção de duas safras por ano: carne e grãos.

Silva et al. (2003) avaliaram diferentes formas de semeadura de *Brachiaria brizantha* em consórcio com milho. Apesar de não ter influenciado a produtividade de milho, o cultivo de duas linhas de braquiária na entrelinha do milho promoveu maior produção de biomassa da forrageira por ocasião da colheita do milho. A aplicação de herbicida (nicosulfuron 8g/ha em mistura com atrazine 1,5 kg/ha) aos 30 dias após a emergência do milho propiciou maior rendimento de grãos, peso de mil sementes e maiores teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas do milho, quando comparados com parcelas sem herbicida.

Jakelaitis et al. (2005) relataram que, no consórcio o vigor das plântulas de milho foi maior em relação às plântulas de *B. brizantha* semeadas na entre linha e

que, por essa razão, o crescimento inicial do milho foi mais rápido, o que gerou uma competição entre elas desfavorável à forrageira, proporcionando um acúmulo de biomassa de *B. brizantha* em monocultivo superior à produção do sistema de semeadura utilizado em consórcio com o milho. Como planta dominante nesse consórcio, o desenvolvimento vegetativo de *B. brizantha* foi retardado devido ao sombreamento e à competição exercida pelo milho.

De acordo com Dias Filho (2002), braquiária sombreada reduz sua capacidade fotossintética, porém mostra determinada tolerância em resposta ao sombreamento, apresentando no ambiente sombreado maior área foliar específica e razão de área foliar, visando maximizar a captura de luz, e baixo ponto de compensação luminoso, promovendo um balanço positivo de carbono mesmo com limitação luminosa.

Ceccon et al. (2005) observaram em experimentos conduzidos que a altura de plantas do milho não foi afetada pela presença da alternativa em consórcio com diferentes espécies de gramíneas forrageiras em três locais avaliados, assim como o rendimento de massa da parte aérea e o rendimento de grãos também não apresentaram diferença estatística significativa.

Segundo Yokoyama et al. (1999), a recuperação de pastagem em consórcio com o milho é a melhor alternativa, desde que se obtenha a produtividade de milho em torno de 3.600 kg ha⁻¹.

4.4 *Brachiaria decumbens* STAPF

A *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk foi introduzida da Austrália, sendo também conhecida no Brasil como braquiária Australiana. É uma cultivar perene, com 60 a 100 cm de altura, subereta, mais robusta, geniculada em alguns dos nós inferiores e pouco radicante. As folhas são rígidas e esparsamente pilosas (SEIFFERT, 1980; ALCÂNTARA e BUFARAH, 1988; ALVES et al., 2007).

Os rizomas apresentam-se na forma de pequenos nódulos e emitem grande quantidade de estolões, bem enraizados e com pontos de crescimento protegidos (rizomas e gemas axilares). A difusão desta cultivar deu-se de forma acentuada, devido à boa produção e germinação de sementes, alta produtividade em solos ácidos e de baixa fertilidade,

com ótima adaptação a solos de cerrado, alta agressividade na competição com vegetação nativa, elevada disseminação pela sementeira natural, formação de populações exclusivas, dispensando roçadas freqüentes e elevada persistência. Apesar da boa tolerância a solos ácidos, responde bem a adubação e tem alto potencial de rendimento em solos férteis (SANTOS e MONTEIRO, 1999; ALVES et al., 2007).

O estabelecimento pode ser feito por sementes ou mudas. Em condições adequadas de sementeira, recomenda-se a utilização de 1,5 a 1,8 kg de sementes puras viáveis por hectare. A maioria das sementes perde a dormência durante o período de armazenamento (ALVES et al., 2007).

4.5 Sistemas de preparo do solo: efeitos na produtividade e características químicas do solo

Em função dos sistemas de preparo a que está submetido, o solo é passível tanto de degradação quanto de melhoramento em seu potencial produtivo, visto que esse recurso natural está inserido em um ecossistema e, portanto, sujeito a variações de vários componentes, tais como chuva, relevo, a macro e a microfauna e flora e ação antropogênica, os quais podem influenciar o processo erosivo. Um manejo de solo inadequado pode provocar perdas de solo e água de grandes magnitudes, com a conseqüente perda da sua capacidade produtiva (MELO FILHO e SILVA, 1993).

O preparo do solo era uma prática bem conhecida na Mesopotâmia pelo menos 2000 anos A.C. As primeiras ferramentas de preparo do solo eram implementos feitos de pedras, madeira e ossos, utilizados com o objetivo de eliminar ervas daninhas e fazer um sulco superficial que permitisse a colocação das sementes no solo. Posteriormente, animais foram utilizados para puxar hastes de madeira, que com o passar do tempo foram substituída por pontas ou partes de metal. A utilização do ferro nos implementos de preparo do solo melhorou grandemente a sua eficiência, aumentando a área que podia ser cultivada anualmente. O preparo do solo nos tempos medievais era uma operação que conseguia apenas riscar a superfície. Como era trabalhosa e demorada, a operação de preparo do solo era evitada

sempre quando possível, deixando a área em pousio ou pastagens ou semeando cereais a lanço (ALLISON, 1973).

O preparo do solo representa uma operação básica na agricultura, caracterizados por objetivos complexos e grande número de métodos, sendo que, em muitos casos as práticas de preparo são influenciadas mais pela tradição do que por um critério racional (GAMERO, 1989). Os propósitos de tal prática são os de manter o solo livre de plantas daninhas, permitir a incorporação dos fertilizantes, da localização uniforme da semente, da rápida germinação, de um bom desenvolvimento inicial da cultura e permitido altas produtividades a baixos custos (LAL, 1991).

O preparo primário do solo quase sempre envolve o uso de arado e grade que enterra os restos vegetais, deixando a superfície do solo descoberto por vários meses, herança dos colonizadores europeus. Outros objetivos podem ser citados tais como eliminação e supressão de plantas daninhas, condições favoráveis para a germinação e desenvolvimento das sementes, incorporação de corretivos e fertilizantes, sistematização do terreno para a irrigação e quebra das crostas superficiais (DERPSCH et al., 1991).

Alguns dos sistemas de preparo do solo introduzidos na agricultura procuram melhorar as produtividades e principalmente reduzir a erosão e evitar a degradação do solo, comumente conhecido como preparo conservacionistas. Entre tais sistemas está o plantio direto, que favorece o acúmulo dos resíduos culturais na superfície, contribuindo para a conservação de água do solo e estabilidade dos agregados (VIEIRA et al., 1978).

As pesquisas concernentes às técnicas de plantio direto foram iniciadas na Estação Experimental de Rothamsted (Inglaterra) em 1940 e em Michigan (USA) por volta de 1946, sendo, no entanto, testadas em lavouras comerciais de milho somente no ano de 1965. Os resultados obtidos favoreceram a evolução e aprimoramento desse novo sistema de plantio (FANCELLI e TORRADO, 1985).

A história do plantio direto no Brasil iniciou-se no Estado do Paraná em 1971, quando o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária Meridional do Ministério da Agricultura – IPAEME/MA realizou pesquisas pioneiras em Londrina e Ponta Grossa. Embora de curta duração, essa iniciativa representou em termos de pesquisa, o marco inicial do plantio direto no Brasil. Em 1972, a ICI do Brasil S/A procedia as primeiras demonstrações de plantio direto em lavouras de trigo e soja no Norte do Paraná e já em 1974 a

mesma empresa estendia o sistema a agricultores pioneiros na região. A partir dessas experiências práticas, o sistema começou a ganhar adeptos, expandindo a área de cultivo de ano para ano (MUZILLI, 1985).

Foi convencionado pela Federação de Associações de Plantio Direto na Palha que, apesar de a operação executada ser uma semeadura, a denominação do sistema como um todo seria Plantio Direto (DALLMEYER, 2001).

Na safra de 2005/2006 foram cultivados 25,5 milhões de hectares sob esse sistema (FEBRAPDP, 2007), o que corresponde a aproximadamente 58% da área cultivada com culturas produtoras de grãos.

Inúmeros resultados têm constatado a maior eficiência desse sistema de manejo do solo em relação ao preparo convencional do solo, não somente na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas, mas também no retorno econômico para o agricultor. A utilização deste sistema de manejo é uma alternativa econômica e ecologicamente viável para a produção de grãos em ambiente tropical (SATURNINO e LANDERS, 1997).

A adoção do sistema de plantio direto tem mostrado que o preparo do solo é dispensável, sendo que as culturas em áreas com alto nível tecnológico, com ou sem revolvimento do solo tem mostrado rendimentos em geral semelhantes e em muitos casos o plantio direto tem apresentado rendimentos maiores do que o sistema convencional, mormente em áreas ou períodos com irregularidade pluviométrica (FUNDAÇÃO CARGIL, 1984; EMBRAPA/FECOTRIGO/ FUNDAÇÃO ABC , 1993).

Estudos comparativos de produtividade de grãos foram realizados nas últimas duas décadas entre os três principais sistemas de cultivo, plantio direto, preparo convencional e preparo reduzido. Contudo, em função do tipo de solo e da forma como cada sistema é conduzido, os resultados obtidos são variáveis (COSTA, 2005).

Segundo Schindwein e Anghinoni (2000) os rendimentos das culturas, em longos períodos, com um grande número de safras e/ou cultivos, na média das avaliações, não apresentam diferenças consistentes e significativas de um sistema em relação ao outro.

Alguns autores como Possamai et al. (2001) e Smart e Bradford (1999) encontraram maiores produtividades sob plantio direto. Costa et al. (2003) e Ciotta (2001) também observaram esta tendência para as culturas de milho, soja, aveia, trigo e cevada.

Outros como Hill (1990) e Soane e Ball (1998) encontraram maiores produtividades sob preparo convencional, já Ismail et al. (1994) observaram maiores rendimentos de grãos de milho sob preparo convencional nos primeiros 12 anos, e após este período o plantio direto passou a ser mais produtivo, sob a justificativa do aumento do teor de carbono orgânico do solo neste sistema.

Entretanto Mehdi et al. (1999), Zimmermann (2001), Pauletti et al. (2003) não observaram diferenças no rendimento do milho entre os sistemas.

Rodrigues e Lal (1977), verificando os efeitos dos sistemas de preparo convencional e plantio direto em um solo ácido sobre a produção de milho obtiveram as seguintes produções: 4,05 t ha⁻¹ e 5,1 t ha⁻¹ respectivamente.

Testando o efeito de diferentes sistemas de preparo do solo, sobre a cultura do milho, Castro et al. (1986), constataram que o escarificador de cinco dentes foi o que apresentou a melhor produção de grãos de milho, enquanto a grade pesada foi o tratamento que apresentou a menor produção deste cereal.

Analisando o efeito do plantio direto versus convencional no rendimento de grãos em rotação de cultura, Santos et al. (1995) observaram que em períodos em que houve déficit de precipitação anual o sistema de plantio direto foi mais eficiente na manutenção da umidade do solo, contribuindo para o aumento da produção em relação ao sistema convencional.

Avaliando o efeito do manejo de solo e da sucessão com ervilhaca sobre o rendimento de grãos de milho, Santos et al. (1998) constataram que a análise conjunta dos resultados para rendimento de grãos de milho apresentou significância para os efeitos anos, para manejo de solo, para interação anos x manejo de solo e para interação anos x sucessão com ervilhaca. Os resultados obtidos indicaram que houve diferenças significativas no rendimento de grãos de milho, em virtude do manejo de solo. Na média de 1987/88 a 1991/92, o rendimento de grãos de milho cultivado após preparo de solo com cultivo mínimo (6,83 t ha⁻¹) e plantio direto (6,77 t ha⁻¹) foram superiores aos de milho cultivado após preparo convencional de solo com arado de discos (6,35 t ha⁻¹) e com aivecas (5,88 t ha⁻¹). Os autores concluíram que dentre os manejos de solo e pelos benefícios preconizados, sugere-se o cultivo de milho sob sistema de plantio direto.

Preparos reduzidos para a cultura do milho foram testados por Santos et al. (1998). Os dados obtidos possibilitaram os seguintes resultados: 1) a semeadura direta apresentou maior quantidade de palha sobre o solo após a semeadura direta do milho, seguidos da escarificação e da gradagem e, 2) as maiores produções de grãos foram obtidas nos tratamentos semeadura direta ($9,32 \text{ t ha}^{-1}$) e escarificação ($8,46 \text{ t ha}^{-1}$), seguidas do tratamento com gradagem ($8,05 \text{ t ha}^{-1}$).

Fernandes et al. (1998), constataram que as maiores produções de matéria seca de palhada e de grãos foram verificadas no sistema de plantio direto, independente da dose de nitrogênio aplicada, enquanto que as menores produções foram verificadas no sistema de plantio onde o implemento era a aiveca.

Os sistemas de preparo reduzido podem alterar a disponibilidade de nutrientes nas camadas mais superficiais, principalmente elementos de baixa movimentação (CENTURION et al., 1985). Demaria et al. (1999) afirma que o constante revolvimento do solo e a incorporação de resíduos culturais modificam a CTC, teores de matéria orgânica, pH, dinâmica de íons e na agregação do solo. Tais modificações são mais evidenciadas quando aumenta o tempo de uso da área. Entretanto, Sidiras e Pavan (1985) demonstraram que o sistema de plantio direto e a cobertura permanente do solo, em comparação com o plantio convencional, proporcionaram aumentos no pH, CTC efetiva, nos teores de bases trocáveis e fósforo, com redução da saturação por alumínio, garantindo uma acentuada recuperação da fertilidade do solo e, conseqüentemente, um ambiente favorável ao desenvolvimento das plantas cultivadas.

Para Costa (2005), o preparo convencional foi o sistema com menor teor de P, provavelmente devido ao revolvimento do solo pela aração e gradagem, uniformizando as camadas avaliadas. Neste sistema, o P foi semelhante de 0-20 cm e não diferiu entre as épocas de coleta, enquanto nos demais sistemas, plantio direto e preparo reduzido, diminuíram com a profundidade. Almeida et al. (2005) avaliando um Cambissolo Húmico após seis anos de condução do experimento, observaram que o P mostrou-se superior no plantio direto comparado ao preparo convencional, principalmente nas camadas superficiais.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Fittipaldi (2006), onde o autor relata que a semeadura direta proporcionou aumentos nos teores de fósforo e matéria orgânica do solo (superfície e em profundidade) e nos teores de enxofre na superfície.

Do ponto de vista químico em geral, os solos cultivados no plantio direto apresentam maior concentração de nutrientes e matéria orgânica na camada superficial, até 5 cm (CENTURION et al., 1985). Peixoto e Eltz (1986), em um levantamento de fertilidade do solo em áreas cultivadas em plantio direto na região dos Campos Gerais, Paraná, verificaram com uma amostragem estratificada do perfil, um gradiente acentuado da concentração de nutrientes, diminuindo da superfície do solo até a profundidade de 10 cm.

De acordo com Santos e Tomm (2003), a manutenção do teor de matéria orgânica em valores mais elevados na camada superficial do solo, principalmente nos sistemas conservacionistas, decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície sob semeadura direta, pela ausência de incorporação física através do revolvimento do solo, praticado no preparo convencional, o que diminui a taxa de mineralização, na semeadura direta.

O não revolvimento do solo proporcionado pela semeadura direta favorece o acúmulo de nutrientes na superfície, aumento dos teores de MO bem como elevação nos valores de pH (FRANCHINI et al., 2000). O acúmulo de MO na superfície proporcionado pela semeadura direta em comparação ao preparo convencional também foram observados por (SANTOS e TOMM, 1999; FITTIPALDI, 2006).

Para Sidiras e Pavan (1985) preparos com menor mobilização do solo favorecem o acúmulo de nutrientes, tais como o fósforo, potássio, cálcio e magnésio, na camada superficial. Também, aumentam a capacidade de troca de cátions, carbono orgânico e nitrogênio total, podendo, ainda, haver redução da saturação de alumínio, observáveis a partir de um período de 4 a 5 anos do estabelecimento dos sistemas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2005, na Área Experimental do Campus Delza Gitaí, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias - CECA da Universidade Federal de Alagoas - UFAL. As coordenadas geográficas de referência são: Latitude Sul 9° 29' 45" e Longitude Oeste 35° 49' 54". A altitude do local do experimento é 165 metros com 3% de declividade.

5.2 Descrição do clima e dados de precipitação

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo As, tropical chuvoso, com verões secos.

Na Figura 1, encontram-se os dados de precipitação pluvial mensal do ano agrícola de 2005, no município de Rio Largo-AL, coletados na Estação Meteorológica/Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Alagoas.

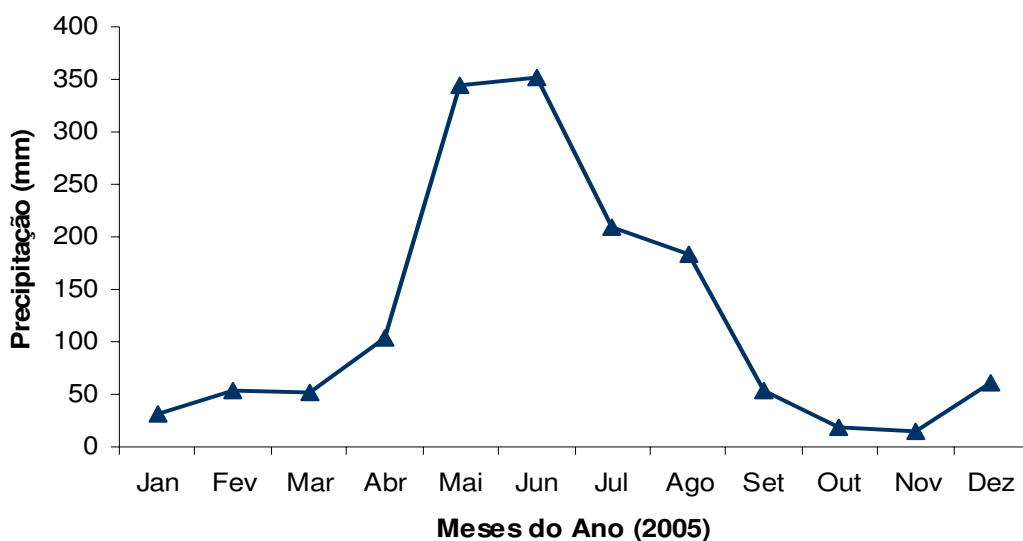


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal no ano agrícola de 2005, no município de Rio Largo-AL.

5.3 Solo

O solo onde as parcelas experimentais foram instaladas foi classificado como Latossolo Amarelo coeso distrófico (Embrapa, 1999), cujas características químicas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm, amostrado antes da instalação do experimento.

pH	MO	P (Melich)	H+Al	K	Ca+Mg	T	V
0-20 cm							
H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----				%
6,2	16	13,2	3,0	0,05	3,8	6,9	56,4
20-40 cm							
5,7	7,7	9,62	6,9	0,05	2,9	9,9	29,8

5.4 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram do cultivo de um híbrido triplo de milho BRS 3150 e de *Brachiaria decumbens*, nos sistemas: 1) Preparo Convencional do Solo, 2) Cultivo Mínimo do Solo e 3) Semeadura Direta, o experimento obedeceu ao esquema de

blocos casualizados com parcelas subdivididas em quatro repetições (Ferreira 2000), tendo a área de cada subparcela 44,8 m² (6,4 x 7 m) (Figura 2). Cada sistema de preparo do solo correspondeu a uma parcela, sendo as subparcelas compostas pelos seguintes sistemas de cultivo: milho solteiro, milho consorciado com *Brachiaria decumbens* (Figura 3) e cultivo solteiro da *Brachiaria decumbens*.

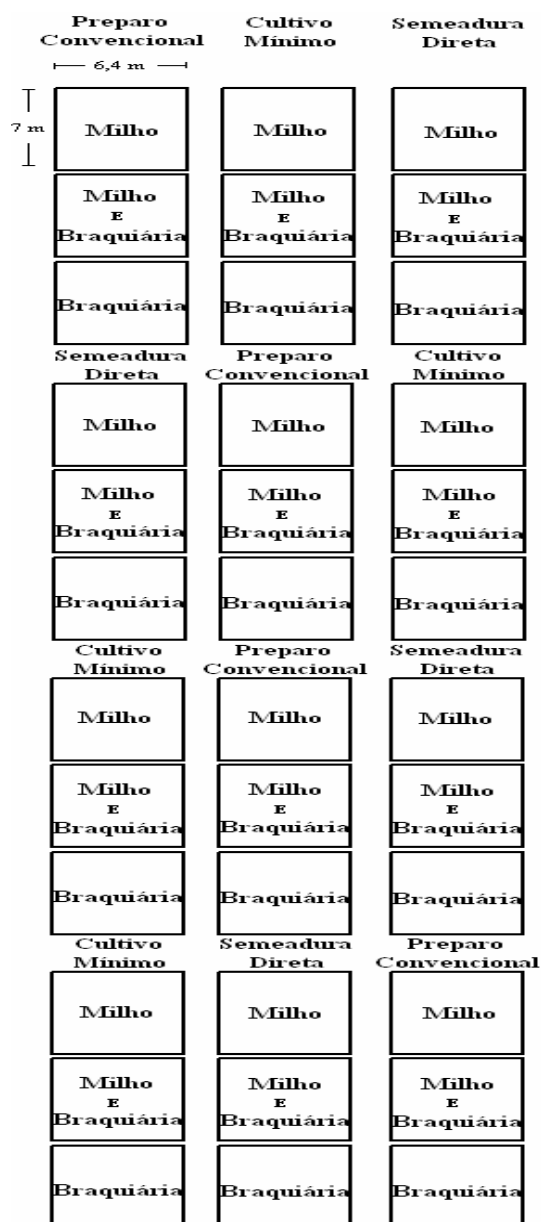


Figura 2. Croqui da área experimental.



Figura 3. Milho consorciado com *Brachiaria decumbens* em preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta, da esquerda para direita respectivamente.

5.5 Instalação e condução do experimento

5.5.1 Preparo do solo

As operações realizadas para caracterização de cada tratamento foram as seguintes:

Preparo convencional – duas arações e duas gradagens.

Cultivo mínimo – uma aração e uma gradagem.

Semeadura direta – para caracterização deste sistema de manejo foi realizada a dessecação da vegetação espontânea e semeadura sobre a palha sem revolvimento do solo.

Os implementos agrícolas utilizados para o preparo do solo no sistema convencional e no cultivo mínimo foram: grade niveladora com 24 discos de 18 polegadas e arado disco com 3 discos de 28 polegadas.

5.5.2 Adubação de Fundação e Cobertura

Por ocasião da semeadura, toda área experimental, exceto o tratamento *Brachiaria decumbens* em cultivo solteiro recebeu 30, 80, 130 e 4 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O e Zn, respectivamente, na forma de uréia, superfosfato triplo, cloreto de potássio e sulfato de zinco. Essa adubação foi realizada no sulco de plantio. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio aos 20 dias após a semeadura. Sendo o adubo distribuído a 20 cm da planta de milho na direção das entrelinhas (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1998).

5.5.3 Semeadura do milho (*Zea mays* L.) e da *Brachiaria decumbens*

A semeadura do milho foi realizada no dia 11/05/2005 utilizando-se semeadora pneumática de tração tratorizada, com quatro linhas individuais espaçadas de 0,80 m, colocando-se 5 sementes por metro. O cultivo da *Brachiaria decumbens* foi realizado manualmente 21 dias após a semeadura do milho. Foi semeada uma linha de braquiária nas entrelinhas do milho com profundidade aproximada de 2 a 3 cm, utilizando-se 4 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis de *Brachiaria decumbens* STAPF, cultivar Brasilik.

5.5.4 Controle de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas antes da semeadura do milho foi realizado por meio de aplicação de herbicidas de manejo, utilizando-se 3,5 L ha⁻¹ da mistura Glyphosate e 7 L ha⁻¹ do herbicida Alachlor + Simazine, em pós-emergência, 7 dias após a semeadura respectivamente.

5.6 Análise química do solo

Foram coletadas amostras de solo, durante o estágio de florescimento do milho, para determinação de P disponível, K, Ca, Mg e Al trocáveis, H+Al, matéria orgânica e pH. As amostras foram coletadas na profundidade de 0-20 e 20-40cm, afastadas 20 cm da planta, na direção das entrelinhas. As amostras de solo foram analisadas de acordo com a metodologia de análises descrita pela (EMBRAPA, 1997).

5.7 Avaliação fitotécnica da cultura do milho

5.7.1 Altura das plantas

Para determinação da altura de cada planta foi considerada a distância entre o nível do solo e o último ramo do pendão. Para esta avaliação foram utilizadas réguas de madeira com fitas métricas aderidas. Foram tomadas medidas de 10 plantas por subparcela quando o milho encontrava-se no estágio de florescimento.

5.7.2 Diâmetro do colmo

Para determinação do diâmetro do colmo, utilizou-se de paquímetro de metal graduado em milímetros. Foram avaliadas 10 plantas por subparcela no estágio de florescimento do milho. Para medição considerou-se o primeiro entrenó a partir da superfície do solo de cada planta.

5.7.3 Número de folhas

A determinação do número de folhas por planta foi realizada por ocasião do florescimento do milho, onde foram contadas todas as folhas fotossinteticamente ativas que permaneciam na planta.

5.7.4 Análise foliar do milho

Para análise foliar da cultura do milho foram coletadas folhas (base da espiga) de 10 plantas por subparcela no período de florescimento. As folhas permaneceram em estufa a 70 °C por 72 horas. Em seguida, as folhas secas, foram processadas em moinho, e o material seco e moído foi analisado no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP-Botucatu, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, e Zn.

5.7.5 Componentes de produção

5.7.5.1 População final de plantas

Para determinação da população final de plantas, foram contadas todas as plantas da área útil de cada subparcela e o resultado extrapolado para plantas por hectare.

5.7.5.2 Comprimento de espigas

O comprimento da espiga foi determinado com auxílio de uma régua graduada em centímetros. Foram avaliadas 10 espigas aleatoriamente por subparcela.

5.7.5.3 Número de fileira de grãos por espiga

O número de fileira de grãos por espiga foi determinado mediante contagem em 10 espigas aleatoriamente.

5.7.5.4 Massa de 1000 grãos

Para determinação desta variável, fez-se a contagem ao acaso de oito repetições de 100 grãos (Brasil, 1992), que tiveram suas massas determinadas e ajustada para 13% de teor de água, possibilitando estimar assim a massa de 1000 grãos.

5.7.5.5 Número de espigas por hectare

Na avaliação do número de espigas por hectare, foram contadas todas as espigas presentes na área útil de cada subparcela 24 m² (4,8 x 5 m) e o resultado extrapolado para espigas por hectare.

5.8 Produtividade

A produtividade foi obtida a partir da massa dos grãos, contidos na área útil de cada subparcela 24 m² (4,8 x 5 m) mediante pesagem, e expressa em toneladas por hectare, ajustadas para 13% de teor de água, baseadas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

5.9 Avaliação fitotécnica da *Brachiaria decumbens*

5.9.1 Produção de massas verde e seca da parte aérea

Foram realizadas coletas de material vegetal da *Brachiaria decumbens* em quatro épocas para determinação de massas verde e seca. Em cada época foi coletada 1 m por subparcela, sempre em áreas diferentes. Os cortes foram realizados a 5 cm do nível solo (Figura 4). As épocas das coletas foram:

1ª coleta = 05/09/2005, quinze dias antes da colheita do milho;

2ª coleta = 20/09/2005, um dia após a colheita do milho;

3ª coleta = 04/10/2005, quinze dias após a colheita do milho e

4ª coleta = 19/10/2005, trinta dias após a colheita do milho.



Figura 4. Coleta de material vegetal da *Brachiaria decumbens* para determinação de massas verde e seca.

5.9.2 Análise foliar da *Brachiaria decumbens*

Para análise foliar da *Brachiaria decumbens* foram utilizadas folhas provenientes da 3ª coleta de matérias verde e seca. As folhas permaneceram em estufa a 70 °C por 72 horas. Em seguida, as folhas secas, foram processadas em moinho, e o material seco moído foi analisado no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP-Botucatu, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, e Zn.

5.10 Massa seca de raízes

Foram coletadas matéria seca de raízes do milho e braquiária em duas profundidades 0-20 e 20-40 cm. Para determinação desta variável, utilizou-se trado tipo caneco, com 3,5 cm de raio do cilindro. As coletas foram realizadas logo após a colheita do milho em todas as subparcelas do experimento. As amostras foram retiradas a 20 cm da planta na direção da entrelinha. O material coletado (solo + raízes) foi levado para laboratório para em seguida ser lavado e peneirado em malha 0,25 mm. As raízes contidas nas peneiras receberam pré-secagem ao ar livre e em seguida foram submetidas à secagem definitiva em

estufa a 70 °C por 72 horas. Através da soma da coleta de 0-20 com a coleta de 21-40 obteve-se a massa seca total de raízes.

5.11 Análise estatística

Para análise estatística dos dados utilizou-se o programa Sisvar. Todos os dados originais foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise química do solo

O resumo da análise de variância para as características químicas do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm se encontra na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da análise da variância para as causas de variação: bloco, parcela, subparcela e suas interações para as propriedades químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, no município de Rio Largo-AL, 2005.

Causas de Variação	Propriedades								
	0-20 cm								
	pH	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	SB	CTC	V
Bloco	0,480	0,366	0,190	0,429	0,925	0,568	0,923	0,903	0,867
Parcela	0,190	<0,01	0,030	0,523	<0,01	0,079	<0,01	0,015	<0,01
Suparcela	0,020	0,355	0,750	0,125	<0,01	0,177	<0,01	<0,01	<0,01
Parcela*Subparcela	0,190	0,849	0,999	0,895	0,239	0,370	0,241	0,265	0,451
20-40 cm									
Bloco	0,621	0,864	0,310	0,113	0,902	0,117	0,902	0,732	0,876
Parcela	0,204	0,206	<0,01	0,096	0,014	0,012	0,014	0,037	0,011
Suparcela	0,053	0,355	0,366	0,998	0,085	<0,01	0,085	<0,01	0,773
Parcela*Subparcela	0,334	0,849	0,495	0,615	0,350	0,846	0,350	0,565	0,480

pH = pH em água; M.O.= Matéria orgânica; P = fósforo extraível; K = potássio trocável; Ca+Mg = cálcio mais magnésio; H+Al = hidrogênio mais alumínio; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions pH=7,0; V = saturação por bases.

Na Tabela 3 encontram-se os valores médios da análise química do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm amostrado durante o estágio de florescimento do milho. De acordo com os dados apresentados, pode-se relatar que não houve diferença significativa para o pH, independente do preparo do solo adotado para as duas profundidades, contudo, percebe-se que este parâmetro comporta-se de maneira inversamente proporcional à intensidade de revolvimento do solo proporcionado por cada preparo. De acordo com Tognon et al. (1997) e Demaria et al. (1999) a intensidade de revolvimento do solo e dos restos culturais promove modificações na CTC, pH, na dinâmica dos nutrientes e na agregação dos solos.

Na maioria dos trabalhos científicos comparando diferentes sistemas manejos do solo, constata-se que há um aumento no pH em sistema plantio direto quando comparado com convencional de preparo do solo (SIDIRAS e PAVAN, 1985; ELTZ et al., 1989; FRANCHINI et al., 2000; FITTIPALDI, 2006).

Diferenças significativas não foram observadas neste trabalho pelo fato da área experimental em anos agrícola anteriores, ter sido conduzida sob sistema plantio direto, sendo submetida às operações mecânicas para caracterização dos cultivos mínimo e convencional, apenas poucos dias antes da instalação deste experimento.

Bayer e Mielniczuk (1997) objetivando avaliar a influência de métodos de preparo e sistemas de cultura sobre as características químicas de um Podzólico vermelho-escuro não constataram diferenças nos valores de pH em profundidade, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Costa (2005) relata que o pH não foi modificado pelos diferentes sistemas de manejo (plantio direto, preparo reduzido, sistema convencional) na integração lavoura-pecuária.

Entretanto, Fittipaldi (2006) observou em cultivo consorciado (Milho com *Brachiaria decumbens*) que os valores de pH foram mais elevados em semeadura direta quando comparado ao preparo convencional nas duas profundidades avaliadas 0-20 e 20-40 cm.

Quanto aos dados de matéria orgânica (MO) percebe-se que o maior revolvimento do solo ocasionado pelo preparo convencional proporcionou a este tratamento menor teor de MO quando comparado aos tratamentos cultivo mínimo e semeadura direta, os

quais não diferiram estatisticamente entre si na profundidade de 0-20 cm. Para profundidade de 20-40 cm não foram constatadas diferenças significativas para esta variável.

O não revolvimento do solo proporcionado pela semeadura direta favorece o acúmulo de nutrientes na superfície, aumento os teores de MO bem como elevação nos valores de pH (FRANCHINI et al., 2000). O acúmulo de MO na superfície proporcionado pela semeadura direta em comparação ao preparo convencional também foram observados por (SANTOS e TOMM, 1999; FITTIPALDI, 2006).

De acordo com Santos e Tomm (2003), a manutenção do teor de matéria orgânica em valores mais elevados na camada superficial do solo, principalmente nos sistemas conservacionistas, decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície sob semeadura direta, pela ausência de incorporação física através do revolvimento do solo, praticado no preparo convencional, o que diminui a taxa de mineralização, na semeadura direta.

Analisando os dados referentes ao teor de fósforo no solo, pode-se observar que ocorreu variação significativa para este elemento no fator preparo do solo nas duas profundidades avaliadas. Na profundidade de 0-20 cm a semeadura direta e o cultivo mínimo não acusaram diferença significativa entre si, sendo que, diferem estatisticamente do preparo convencional, o qual apresentou menor teor. Para a profundidade de 20-40 cm também foram constatadas diferenças nos teores de fósforo, onde a semeadura direta apresentou o maior valor na concentração deste elemento $13,36 \text{ mg dm}^{-3}$, seguido pelo cultivo mínimo $9,57 \text{ mg dm}^{-3}$ e o sistema convencional $2,60 \text{ mg dm}^{-3}$.

O não revolvimento do solo proporcionou o acúmulo de MO favorecendo a liberação de compostos orgânicos que competem com o P pelos sítios de adsorção mantendo este nutriente em formas mais disponíveis (RHEINHEIMER et al., 1998). Além disso, o revolvimento do solo sob preparo convencional promoveu maior contato entre o íon fosfato e a superfície do colóide inorgânico, favorecendo as reações de adsorção e a redução de sua disponibilidade para as plantas. O principal motivo para isto está relacionado com a característica da fração argila constituída principalmente por argilas do tipo 1:1 (caulinita) e por óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (SÁ, 2005).

Vale salientar que este tipo de argila ocorre com predominância na região dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas (Sobral et al. 2007), local onde foi executada a presente pesquisa.

Para Costa (2005), o preparo convencional foi o sistema com menor teor de P, provavelmente devido ao revolvimento do solo pela aração e gradagem, uniformizando as camadas avaliadas. Neste sistema, o P foi semelhante de 0-20 cm e não diferiu entre as épocas de coleta, enquanto nos demais sistemas, plantio direto e preparo reduzido, diminuíram com a profundidade. Almeida et al. (2005) avaliando um Cambissolo Húmico após seis anos de condução do experimento, observaram que o P mostrou-se superior no plantio direto comparado ao preparo convencional, principalmente nas camadas superficiais. Para Fittipaldi (2006) a semeadura direta favoreceu o acúmulo de P até 40 cm de profundidade em relação ao plantio convencional.

Domingues (2004) constatou que os teores de fósforo foram superiores a partir dos 5 cm de profundidade para o tratamento com sistema convencional quando comparado aos tratamentos cultivo mínimo e semeadura direta.

Para o potássio, não foram observadas diferenças significativas quando comparados os preparos do solo adotados independente da profundidade avaliada. Esse elemento encontrava-se com teores considerados muito baixos no período de florescimento do milho, época em que foram realizadas as coletas para análise, e na qual o a absorção de potássio pela planta já está completa (SILVA et al., 2006). Tendo em vista que foram aplicados 130 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio no momento da semeadura do milho, o teor desse nutriente no solo pode ter sido influenciado por perdas que podem ser atribuídas à exportação pela planta para posterior translocação de K para os grãos, a perda de K na água de escoamento superficial e pela lixiviação (Costa, 2005). Segundo a Sociedade... (2004), cada tonelada de grãos de milho produzida extrai 6 kg de K_2O , e considerando que a produtividade média do experimento foi de $3,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ a exportação de K_2O pelos grãos foi de $21,6 \text{ kg ha}^{-1}$. Bertol et al. (2004) encontraram em um Cambissolo Húmico perdas de 13 kg ha^{-1} de K no processo de erosão hídrica pela perda de sedimentos e da água de escoamento superficial.

Discordando dos resultados encontrados neste experimento, muitos trabalhos científicos relam diferenças significativas no teor de potássio do solo em decorrência

dos sistemas de preparo adotados, sinalizando significativo aumento no sistema plantio direto quando comparados com sistemas com operações de aração e gradagem (SIDIRAS e PAVAN, 1985; CENTURION et al., 1985; FITTIPALDI, 2006; ELTZ et al., 1989; MIELNICZUK, 2005). Contudo, os resultados citados acima são provenientes de experimentos de longa duração.

Tabela 3. Análise química do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, coletado durante estágio de florescimento da cultura do milho em preparo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e semeadura direta (SD) no município de Rio Largo-AL, 2005.

0-20 cm									
Tratamentos	pH	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	SB	CTC	V
	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmolc dm ⁻³ -----					
PC	5,29 A	15,00 B	17,98 B	0,11 A	3,33 B	2,98 A	3,34 B	6,31 B	52,81 B
CM	5,39 A	16,40 A	25,50 A	0,10 A	3,89 AB	2,98 A	3,90 AB	6,87 AB	56,52 AB
SD	5,70 A	17,47 A	24,89 A	0,11 A	4,31 A	2,91 A	4,32 A	7,22 A	59,58 A
DMS	0,62	1,10	6,90	0,03	0,63	0,09	0,63	0,66	3,87
CV	7,46	4,41	19,75	19,91	10,76	2,00	10,70	6,28	4,48
20-40 cm									
PC	4,34 A	6,45 A	2,60 C	0,08 A	2,56 B	7,03 A	2,57 B	9,60 A	26,61 B
CM	4,39 A	7,28 A	9,57 B	0,07 A	2,66 B	6,95 A	2,67 B	9,62 A	27,65 B
SD	4,67 A	7,38 A	13,36 A	0,07 A	3,99 A	6,63 B	4,00 A	10,63 A	37,46 A
DMS	0,53	1,52	1,83	0,02	1,13	0,29	1,13	1,04	8,04
CV	7,7	14,10	14,02	14,6	24,05	2,79	23,98	6,80	17,14

pH = pH em água; M.O.= Matéria orgânica; P = fósforo extraível (Melich); K = potássio trocável; Ca+Mg = cálcio mais magnésio; H+Al = hidrogênio mais alumínio; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions pH = 7,0; V = saturação por bases. Médias seguidas com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável Ca+Mg diferiu estatisticamente entre os preparos do solo nas duas profundidades. O cultivo mínimo não acusou diferença significativa quando comparado à semeadura direta e ao preparo convencional, sendo esses últimos diferentes estatisticamente entre si na profundidade de 0-20 cm. Na profundidade de 20-40 cm o preparo convencional não diferiu do cultivo mínimo, sendo a semeadura direta o sistema que apresentou os maiores valores, detectando-se diferença significativa entre os demais. Os teores de Ca+Mg da mesma forma que o pH, também se mostrou inversamente proporcional à intensidade de revolvimento do solo.

Os resultados obtidos por Sidiras e Pavan (1985), corroboram com os encontrados neste experimento. Os autores encontraram maiores teores de Ca+Mg em sistema plantio direto quando comparado com preparo convencional. Silveira e Stone (2001) analisando um Latossolo Vermelho distroférico, com rotação de culturas e sistemas de preparo do solo, também verificaram no plantio direto maior teor de Ca+Mg na superfície do solo.

Para Falleiro et al. (2003) os valores de Ca+Mg foram maiores na camada superficial do tratamento semeadura direta em relação aos tratamentos submetidos à ação de arado e grade. Estes autores atribuem o resultado ao não-revolvimento do solo e à reciclagem dos nutrientes pelas plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por Sampaio (1987) e Franzluebbers e Hons (1996), enquanto Siqueira (1989), Klepker e Anghinoni (1995), Rheinheimer et al. (1998), Vallejos (1998), Costa (2005) e Fittipaldi (2006) não verificaram essas diferenças entre os sistemas de preparo do solo.

O teor de H+Al não diferiu nas amostras coletadas de 0-20 cm para os preparos do solo adotados. Nas amostras de 20-40 cm a semeadura direta apresentou os menores teores para esta variável, diferindo estatisticamente do cultivo mínimo e preparo convencional, os quais não diferiram entre si.

Para Fittipaldi, (2006) a acidez potencial (H+Al) também foi influenciada significativamente pelos sistemas de cultivo. O valor H+Al na semeadura direta foi superior na profundidade de 0-20 cm e inferior na profundidade de 20-40 cm quando comparado ao tratamento com preparo convencional.

A soma de base (SB), a capacidade de troca cátions efetiva (CTC) e a saturação por base (V), apresentaram o mesmo comportamento em relação aos preparos do solo na profundidade de 0-20 cm. O cultivo mínimo não apresentou diferença significativa quando comparado à semeadura direta e ao preparo convencional, sendo que esses dois últimos diferem estatisticamente entre si.

Na profundidade de 20-40 cm a SB e a V no preparo convencional não diferiu do cultivo mínimo, sendo a semeadura direta o sistema que apresentou os maiores valores, registrando diferença significativa entre os demais. Nesta mesma profundidade amostrada a CTC não diferiu estatisticamente entre os diferentes preparos do solo adotados.

Falleiro et al. (2003) afirmam que a CTC foi afetada pela profundidade de amostragem e pelos sistemas de preparo. Dentre os sistemas de preparo, a semeadura direta apresentou valores superiores de CTC, em relação ao tratamento em que se utilizou o arado de aiveca. Rheinheimer et al. (1998) também encontraram valores superiores de CTC na camada superficial do tratamento com semeadura direta, comparada ao convencional.

A MO também pode influenciar a CTC, em virtude do aumento do balanço de cargas negativas ou da diminuição da atividade do H^+ , da qual participam também os cátions presentes na solução do solo. Incrementos nos valores de CTC em semeadura direta, acompanhando as variações de pH e MO, também foram obtidos por (MENDONÇA e ROWELL, 1996) e por (BAYER e BERTOL, 1999).

Na Tabela 4 encontram-se os resultados da análise química do solo na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, coletado durante estágio de florescimento da cultura do milho cultivado em consórcio com *Brachiaria decumbens* e solteiro. O resumo da análise de variância para as características químicas do solo nas profundidades 0-20 cm acusou diferença significativa apenas para os parâmetros pH, Ca+Mg e conseqüentemente CTC, SB e V, porém não foi detectado interação entre os fatores preparo do solo e sistema de cultivo (Tabela 2).

O pH das subparcelas com tratamento milho consorciado com *Brachiaria decumbens* apresentou valores inferiores aos das subparcelas com tratamento milho solteiro. Isto se explica pelo fato dos tratamentos milho consorciado com *Brachiaria decumbens* registrarem maiores quantidades de raízes quando comparado com o tratamento milho solteiro principalmente nos primeiros 20 cm de profundidade (Tabela 23). De acordo com Taiz e Zeiger (2004) as plantas, por meio do processo de absorção de cátions, liberam na rizosfera íons hidrogênio para manter a eletroneutralidade do meio (mecanismo antiporte), contribuindo para a acidificação do solo.

Para o parâmetro Ca+Mg, houve uma diminuição do seu teor no solo quanto da presença da *Brachiaria decumbens* no tratamento milho consorciado com *Brachiaria decumbens* em relação ao tratamento milho solteiro, conseqüentemente os valores da CTC, SB e V apresentaram o mesmo comportamento.

Para as amostra coletadas na profundidade de 20-40 cm pode-se observar diferença significativa apenas para os parâmetros H+Al e CTC, onde o tratamento milho consorciado com *Brachiaria decumbens* apresentou valores superiores estatisticamente

ao tratamento milho solteiro. O maior volume de raízes no tratamento milho consorciado com *Brachiaria decumbens* na profundidade de 20-40 cm (Tabela 23), também pode ter influenciado esses parâmetros como explicado anteriormente.

Tabela 4. Análise química do solo na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, coletado durante estágio de florescimento da cultura do milho cultivado em consórcio com *Brachiaria decumbens* (C/B) e solteiro (S/B), no município de Rio Largo-AL, 2005.

0-20 cm									
Tratamentos	pH	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	SB	CTC	V
	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³			%
C/B	5,34 B	16,44 A	23,11 A	0,10 A	3,55 B	2,94 A	3,56 B	6,50 B	54,56 B
S/B	5,58 A	16,14 A	22,48 A	0,11 A	4,13 A	2,96 A	4,14 A	7,10 A	58,05 A
DMS	0,18	0,69	4,35	0,02	0,23	0,03	0,23	2,3	1,64
CV	3,55	4,6	20,65	18,55	6,57	1,18	6,57	3,58	3,16
20-40 cm									
C/B	4,32 A	7,18 A	8,94 A	0,07 A	3,25 A	7,16 A	2,90 A	10,42 A	30,75 A
S/B	4,61 A	6,89 A	8,09 A	0,07 A	2,90 A	6,58 B	3,26 A	9,48 B	30,39 A
DMS	0,29	0,69	2,01	0,01	0,41	0,18	0,41	0,50	2,73
CV	6,97	10,66	25,6	20,91	14,59	2,88	14,57	5,45	9,67

pH = pH em água; M.O.= Matéria orgânica; P = fósforo extraível (Melich); K = potássio trocável; Ca+Mg = cálcio mais magnésio; H+Al = hidrogênio mais alumínio; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions pH = 7,0; V = saturação por bases. Médias seguidas com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

6.2 Avaliações fitotécnicas da cultura do milho

6.2.1 Componentes morfológicos do milho

A análise de variância mostrou não haver diferença significativa para os efeitos preparo do solo, sistema de cultivo e para interação entre os efeitos preparo do solo e sistema de cultivo para todos os componentes morfológicos avaliados (Tabela 5). A avaliação dos componentes morfológicos do milho se encontra na Tabela 6.

Os preparos do solo não exerceram influência sobre a altura de planta de milho, diâmetro do colmo, número de folhas e área da folha da base da espiga, assim como a forma de cultivo (solteiro ou consorciado) também não contribuiu para ocorrência de diferenças significativas.

Tabela 5. Resumo da análise da variância para as causas de variação: bloco, parcela, subparcela e suas interações para os componentes morfológicos do milho, no município de Rio Largo-AL, 2005.

Causas de Variação	Componentes Morfológicos			
	Altura de Planta	Diâmetro do Colmo	Nº de Folhas	Área Foliar
Bloco	0,022	0,098	0,229	0,170
Parcela	0,326	0,062	0,143	0,359
Subparcela	0,679	0,879	0,998	0,925
Parcela*Subparcela	0,377	0,511	0,274	0,627

Corroborando com os resultados obtidos, Furtado (2005) constatou que os diferentes preparos do solo não exerceram influência sobre a altura de plantas. Da mesma forma Costa (2005), também não registrou diferenças significativas entre os sistemas de manejo semeadura direta, preparo reduzido e sistema convencional para altura de plantas e índice de área foliar, número de folhas e diâmetro do colmo do milho 85 dias após a semeadura.

Porém os resultados encontrados por Fittipaldi (2006) divergem dos encontrados neste experimento. O autor verificou que na semeadura direta a altura de plantas de milho cultivado em consórcio com braquiária foi inferior em relação ao sistema convencional. Possamai et al. (2001) também observaram resultados diferentes aos apresentados neste experimento. Para estes autores o sistema de semeadura direta proporcionou maior diâmetro de colmo e maior altura de plantas.

Furlani et al. (1999) verificaram plantas mais altas nos sistemas de preparo convencional e reduzido, diferindo do plantio direto. Silva (2000), Marques (1999), Pontes (1999) e Siquiera (1999) apud Leite (2002), observaram diferenças na altura das plantas devido ao sistema de preparo do solo. Por outro lado, Domingues (2004) encontrou alturas de plantas e diâmetros de colmo de milho menores no tratamento com semeadura direta em relação ao cultivo mínimo e sistema convencional.

Tsumanuma (2004) avaliando o comportamento do milho solteiro e em consórcio com diferentes espécies de braquiária não evidenciou diferença estatística entre o tratamento milho solteiro e os demais, para altura de plantas, número de folhas, índice de área foliar e diâmetro do colmo de plantas de milho, demonstrando a inexistência da influência das presenças das braquiárias no desenvolvimento do referido cereal.

De acordo com Cobucci (2003) a ausência de diferença estatística para estas variáveis pode ser explicada pelo fato da braquiária apresentar crescimento inicial lento, não interferindo dessa forma sobre o desenvolvimento do milho.

A importância destas características é que normalmente elas estão relacionadas à produtividade de grãos, e que podem indicar possíveis limitações enfrentadas pelas plantas, no seu desenvolvimento (DOMINGUES, 2004). Desta forma pode-se constatar que a cultura do milho não encontrou restrições para seu pleno desenvolvimento dentre os sistemas de manejos adotados.

Tabela 6. Componentes morfológicos do milho em preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta e em consórcio (C/B) ou não com a *Brachiaria decumbens* (S/B) no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamento	Altura de Planta	Diâmetro do Colmo	Nº de Folhas	Área Foliar *FBE
	m	mm	unidade	cm ²
P. Convencional	1,83 A	18,29 A	8,88 A	626,08 A
Cultivo Mínimo	1,90 A	18,40 A	9,50 A	653,09 A
Semeadura Direta	1,85 A	19,31 A	9,38 A	641,78 A
DMS	0,13	1,14	0,87	53,21
CV	4,47	3,97	6,11	5,42
C/B	1,85 A	18,64 A	9,25 A	641,07 A
S/B	1,87 A	18,69 A	9,25 A	639,56 A
DMS	0,08	0,70	0,27	35,27
CV	4,37	4,06	3,12	5,96

Médias seguidas com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. * Folha da base da espiga.

6.2.2 Análise foliar da cultura do milho

A análise de variância mostrou não haver interação entre o efeito de preparo do solo e sistema de cultivo para os teores de macronutrientes avaliados (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise da variância para as causas de variação: bloco, parcela, subparcela e suas interações para os teores macronutrientes no milho no município de Rio Largo-AL, 2005.

Causas de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	0,873	0,334	0,062	0,070	0,051	0,541
Parcela	0,141	0,096	0,042	0,422	0,005	0,414
Subparcela	0,551	0,914	0,623	0,016	0,397	0,028
Parcela*Subparcela	0,476	0,910	0,302	0,421	0,739	0,396

Os teores de macro nutrientes nas folhas das plantas de milho submetidas ao fator de variação preparo do solo e sistema de cultivo se encontram na Tabela 8.

Do ponto de vista nutricional pode-se observar teor abaixo do considerado crítico por Büll (1993) para o nitrogênio. Dentre os macronutrientes apenas o K e o Mg apresentaram diferença significativa para o fator de variação preparo do solo. O teor de K na folha do milho cultivado sob cultivo mínimo não mostrou variação significativa para aquelas cultivadas em preparo convencional e semeadura direta, sendo esses dois últimos tratamentos diferentes estatisticamente entre si. Já o teor de Mg foi significativamente menor nas plantas cultivadas sob preparo convencional de preparo do solo, entretanto não foram constatadas diferenças estatísticas entre os tratamentos cultivo mínimo e semeadura direta.

A análise estatística referente ao fator de variação sistema de cultivo foi realizada com intuito de verificar se a presença da *Brachiaria decumbens* de alguma forma exerceu influência sobre os teores de nutrientes na planta de milho.

De acordo com o resultados apresentados na Tabela 08, para os teores de macronutrientes, pode-se observar que a variação foi significativa apenas para os teores de Ca e S. Apesar não ter encontrado explicação científica, nota-se que presença da braquiária de alguma forma beneficiou a absorção destes nutrientes pela planta de milho.

Tabela 8. Teores foliares dos macronutrientes no milho sob preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta e em consórcio (C/B) ou não com *Brachiaria decumbens* (S/B), no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
-----g kg ⁻¹ -----						
P. Convencional	23,38 A	2,59 A	23,75 B	2,88 A	2,26 B	1,86 A
Cultivo Mínimo	22,25 A	2,96 A	26,00 AB	2,75 A	2,71 A	2,33 A
Semeadura Direta	24,75 A	3,23 A	27,38 A	3,13 A	2,55 A	2,11 A
DMS	3,27	0,74	3,34	0,83	0,26	0,99
CV	9,08	16,44	8,47	18,52	6,76	30,79
C/B	23,17 A	2,93 A	25,42 A	3,25 A	2,56 A	2,32 A
S/B	23,75 A	2,92 A	26,00 A	2,58 B	2,46 A	1,88 B
DMS	2,13	0,34	2,59	0,51	0,25	0,38
CV	9,83	12,6	10,92	18,95	10,98	19,39

Médias seguidas com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade

Não foram detectadas diferenças significativas entre os teores de micronutrientes nas folhas de plantas de milho submetidas aos diferentes preparos do solo (Tabela 10). Interação entre preparo do solo e sistema de cultivo também não foi verificada (Tabela 09). Porém, foram observados que os teores de B, Cu e Mn, encontravam-se abaixo dos níveis considerados críticos para cultura do milho (BÜLL, 1993), com exceção para o Cu que no tratamento semeadura direta se encontrava acima deste nível.

Tabela 09. Resumo da análise da variância para as causas de variação: bloco, parcela, subparcela e suas interações para os teores de micronutrientes no milho no município de Rio Largo-AL, 2005.

Causas de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	0,496	0,310	0,654	0,088	0,098
Parcela	0,940	0,177	0,253	0,118	0,068
Subparcela	0,998	0,468	0,041	0,196	0,509
Parcela*Subparcela	0,400	0,829	0,516	0,702	0,748

Para os micronutrientes não foram constatadas diferenças significativas para o fator de variação sistema de cultivo (Tabela 10).

Bernardo (2003) e Tsumanuma (2004) não verificaram diferenças significativas para os teores de macro e micronutrientes em plantas de milho em cultivo

solteiro quando comparado com o cultivo de tal cereal consorciado com espécies de *Brachiaria*.

De acordo com Bull (1993), os níveis nutricionais críticos para cultura do milho são: N (27,5 g kg⁻¹), P (1,9 g kg⁻¹), K (17,5 g kg⁻¹), Ca (2,3 g kg⁻¹), Mg (1,5 g kg⁻¹), S (1,5 g kg⁻¹) para macronutrientes; e B (15 mg kg⁻¹), Cu (6 mg kg⁻¹), Fe (50 mg kg⁻¹), Mn (42 mg kg⁻¹), Zn (15 mg kg⁻¹) para micronutrientes.

Tabela 10. Teores foliares dos micronutrientes no milho sob preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta e em consórcio (C/B) ou não com *Brachiaria decumbens* (S/B), no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg kg ⁻¹ -----				
Preparo Convencional	11,50 A	5,50 A	80,63 A	16,88 A	18,25 A
Cultivo Mínimo	12,00 A	5,88 A	89,13 A	12,38 A	25,38 A
Plantio Direto	11,75 A	7,75 A	90,88 A	14,75 A	29,50 A
DMS	4,337	3,4148	18,026	5,526	11,847
CV	24,07	34,93	13,53	24,57	31,69
C/B	11,75 A	6,50 A	90,50 A	15,25 A	25,25 A
S/B	11,75 A	6,25 A	83,25 A	14,08 A	23,50 A
DMS	1,71	0,75	6,88	1,89	5,75
CV	15,8	12,67	8,57	13,96	25,54

Médias seguidas com letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

6.2.3 Componentes da produção

Os componentes de produção do milho se encontram na Tabela 11; onde a análise de variância mostrou não haver diferença significativa para os efeitos preparo do solo, sistema de cultivo e para interação entre os efeitos preparo do solo e sistema de cultivo na população final de plantas, número de espigas, comprimento de espigas, número de fileira e massa de 1000 grãos (Tabela 12).

Domingues (2004) também não constatou diferenças significativas para população final de plantas de milho semeado sob sistema convencional, cultivo mínimo e semeadura direta, porém neste mesmo trabalho o autor encontrou diferença significativa para massa de 100 grãos onde a semeadura direta proporcionou os menores valores. Furtado

(2005), não encontrou variação significativa para população final de plantas, comprimento da espiga e massa de 100 grãos, quando submetidas a oito tipos de preparo do solo.

Entretanto, para Fittipaldi (2006) o preparo do solo influenciou significativamente o estande final de plantas, onde o plantio direto apresentou menor número de plantas quando comparado ao sistema convencional. Contudo, Possamai et al. (2001) relatam que o sistema de semeadura direta proporcionou maiores populações de plantas, maior número de espigas por hectare e maior índice de espigas de milho.

Resultados discordantes aos obtidos neste experimento foram relatados por Kluthcouski e Aidar (2003), em experimento com 18 híbridos de milho em diferentes condições edafoclimáticas, consorciado com braquiária, onde os autores observaram maiores populações finais nas parcelas consorciadas em relação ao monocultivo. Da mesma forma os experimentos demonstram que o aumento da fertilidade do solo proporcionou melhor desenvolvimento do milho.

Em relação aos tipos de preparo do solo, Carvalho et al. (2004) e Silva e Alves (2002) evidenciaram resultados diferentes, em que o sistema convencional obteve maiores valores de massa de 100 grãos em comparação ao plantio direto.

6.2.4 Produtividade da cultura do milho

A produtividade de grãos de milho se encontra na Tabela 11. A análise de variância mostrou haver efeito significativo para os efeitos preparo do solo e sistema de cultivo, porém não se constata interação entre esses dois efeitos (Tabela 12).

A produtividade na semeadura direta não apresentou diferença significativa quando comparado ao cultivo mínimo, sendo esses diferentes do preparo convencional o qual apresentou a menor média. A superioridade na produtividade apresentada pelo cultivo mínimo e semeadura direta em relação ao sistema convencional, pode está relacionada com as melhores condições químicas do solo nos tratamentos com menor revolvimento (Tabela 2).

Estudos comparativos de produtividade de grãos foram realizados nas últimas duas décadas entre os três principais sistemas de manejo, plantio direto, preparo convencional e preparo reduzido. Contudo, em função do tipo de solo e da forma como cada

sistema é conduzido, os resultados obtidos são variáveis (Costa, 2005).

Gamero (1985) verificou maiores valores de produtividade nos preparos convencionais, em relação ao preparo reduzido, sendo os mesmos obtidos por Furlani et al. (1999) e Centurion e Demattê (1992). Possamai et al. (2001) e Silva e Alves (2002) também evidenciaram diferenças nos sistemas de preparo do solo, mas as maiores produtividades foram obtidas no sistema de plantio direto, discordando dos resultados obtidos no presente trabalho.

Alguns autores como Possamai et al. (2001) e Smart e Bradford (1999) encontraram maiores produtividades sob plantio direto. Costa et al. (2003) e Ciotta (2001) também observaram esta tendência para as culturas de milho, soja, aveia, trigo e cevada.

Outros como Hill (1990) e Soane e Ball (1998) encontraram maiores produtividades sob preparo convencional. Já Ismail et al. (1994) encontraram maiores rendimentos de grãos de milho sob preparo convencional nos primeiros 12 anos, e após este período o plantio direto passou a ser mais produtivo, sob a justificativa do aumento do teor de carbono orgânico do solo neste sistema.

Silva (2000), entretanto, utilizando três sistemas de manejo de solo e sete cultivares de milho, verificou diferenças significativas de produtividade apenas entre os cultivares, concluindo que o tipo de manejo do solo não influenciou na produtividade do milho. Benatti Júnior et al. (1984), Bayer et al. (1998), Marques (1999), Mehdi et al. (1999), Kluthcouski et al. (2000), Zimmermann (2001), Leite (2002) e Pauletti et al. (2003) também não observaram influência dos preparos de solo sobre a produtividade de grãos.

Avaliando o efeito do manejo de solo e da sucessão com ervilhaca sobre o rendimento de grãos de milho, Santos et al. (1998) indicaram que houve diferença significativa no rendimento de grãos de milho, em virtude do manejo de solo. Na média de 1987/88 a 1991/92, o rendimento de grãos de milho cultivado após preparo de solo com cultivo mínimo $6,83 \text{ t ha}^{-1}$ e plantio direto $6,77 \text{ t ha}^{-1}$ foram superiores aos de milho cultivado após preparo convencional de solo com arado de discos $6,35 \text{ t ha}^{-1}$ e com aivecas $5,88 \text{ t ha}^{-1}$. Os autores concluíram que dentre os manejos de solo e pelos benefícios preconizados, sugere-se o cultivo de milho sob sistema de plantio direto.

Fittipaldi (2006) observou em cultivo consorciado (Milho com *Brachiaria decumbens*) que o preparo convencional garantiu maior produtividade de grãos em

relação à semeadura direta. Para Domingues (2004), a produtividade de grãos de milho em sistema de integração lavoura-pecuária sofreu influência dos sistemas de manejo adotados, onde a semeadura direta proporcionou o menor rendimento para o referido cereal.

Nos sistemas mistos de produção, comumente chamados de integração lavoura-pecuária as pesquisas ainda são escassas e existem poucos resultados de pesquisa sobre crescimento das plantas cultivadas para produção de grãos nos diferentes sistemas de manejo do solo predominantemente utilizados (COSTA, 2005).

Pântano (2003) e Jakelaitis et al. (2005), encontraram diferença significativa na produtividade do milho consorciado com braquiária, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

Entretanto, Tsumanuma (2004), Portela (2003), Klutcouski e Aidar (2003) e Jakelaitis et al. (2004), encontraram resultados diferentes aos obtidos neste experimento. Estes autores não observaram diferença significativa na produtividade do milho consorciado com espécies de *Brachiaria*.

Bernado (2003) estudando a semeadura do capim braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema plantio direto, relata que o sombreamento do solo pelo milho muito provavelmente restringiu o desenvolvimento da braquiária, impedindo a competição interespecífica e não interferindo na produção de grãos, apesar da instalação do consórcio (estádio V5 e V7 do milho) ter ocorrido dentro do período em que vários autores tais como Blanco et al. (1976), Ramos e Petelli (1994), Haniz et al. (1996) e Duarte (2000), concluíram que a presença das plantas daninhas reduziu a produtividade de grãos.

Analisando os dados apresentados por Severino et al. (2005), observa-se que o milho consorciado com *Brachiaria decumbens* produziu em média 4107 kg.ha⁻¹, produtividades bem próximas das encontradas neste experimento.

Tabela 11. Componentes da produção e produtividade do milho em preparo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e semeadura direta (SD) e em consórcio (C/B) ou não com a *Brachiaria decumbens* (S/B) no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamento	População	Número de espigas	Comp. de Espigas	Fileiras de grãos	Massa de 1000 grãos	Produtividade
	plantas ha ⁻¹	espigas ha ⁻¹	cm	fil. espigas ⁻¹	g	kg ha ⁻¹
PC	53.229 A	48.854 A	12,29 A	13,48 A	239,86 A	3.097 B
CM	53.229 A	46.667 A	12,96 A	13,70 A	255,85 A	3.977 A
SD	53.542 A	50.104 A	13,13 A	13,49 A	242,78 A	3.810 A
DMS	4.160	6.480	1,12	0,60	29,89	658
CV	5,09	8,7	5,72	2,89	7,92	11,83
C/B	52.847 A	47.292 A	12,55 A	13,50 A	250,83 A	3.299 B
S/B	53.819 A	49.792 A	13,03 A	13,61 A	241,49 A	3.957 A
DMS	2.916	2.504	0,98	0,37	16,66	321,00
CV	5,92	5,58	8,33	2,99	7,33	9,59

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Resumo da análise da variância para as causas de variação: bloco, parcela, subparcela e suas interações para os componentes de produção e produtividade do milho no município de Rio Largo-AL, 2005.

Causas de Variação	Componentes da Produção e Produtividade					
	População	Número de espigas	Comp. de Espigas	Fileiras de grãos	Massa de 1000 grãos	Produtividade
Bloco	0,198	0,082	0,251	0,025	0,089	0,312
Parcela	0,965	0,327	0,128	0,479	0,291	0,014
Subparcela	0,470	0,050	0,295	0,529	0,236	<0,01
Parcela*Subparcela	0,407	0,381	0,877	0,542	0,645	0,820

6.3 Avaliações fitotécnicas da cultura da *Brachiaria decumbens*

6.3.1 Massas verde e seca da *Brachiaria decumbens*

Os valores referentes à produção de massas verde e seca da parte aérea da *Brachiaria decumbens* provenientes de quatro avaliações se encontram nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13. Produção de massa verde (MV) de *Brachiaria decumbens* coletada em quatro épocas (MV coleta I = 82, MV coleta II = 97, MV coleta III = 112 e MV coleta IV = 127 dias após o plantio) sob preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta, no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamento	MV Coleta I	MV Coleta II	MV Coleta III	MV Coleta IV
	-----kg ha ⁻¹ -----			
P. Convencional	4.932 A	11.164 B	23.375 A	16.250 B
Cultivo Mínimo	3.711 B	10.891 B	16.094 B	14.531 B
Semeadura Direta	4.406 A	12.500 A	16.953 B	22.188 A
DMS	601	847	1.165	2.402
CV	9,01	4,79	4,04	8,87

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Produção de massa seca (MS) de *Brachiaria decumbens* coletada em quatro épocas (MS coleta I = 82, MS coleta II = 97, MS coleta III = 112 e MS coleta IV = 127 dias após o plantio) sob preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta, no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamento	MS Coleta I	MS Coleta II	MS Coleta III	MS Coleta IV
	-----kg ha ⁻¹ -----			
P. Convencional	1.349 A	2.905 B	7.211 A	7.170 B
Cultivo Mínimo	1.134 B	2.738 B	4.600 C	5.459 C
Semeadura Direta	1.277 AB	3.290 A	5.013 B	8.779 A
DMS	148	219	325	819
CV	7,70	4,80	3,78	7,48

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Do ponto de vista zootécnico, a quantidade de massa verde representa o alimento disponível para os animais, por outro lado, para agricultura, é importante avaliar a quantidade de massa seca produzida pela braquiária em consórcio a qual promoveria a cobertura do solo e formação de resíduo vegetal para o plantio direto (TSUMANUMA, 2004).

Analisando os dados para massas verde e seca da braquiária entre os diferentes preparos do solo, pode-se observar que, para massa verde na primeira coleta (MV coleta I) o cultivo mínimo apresentou o menor valor. O preparo convencional e semeadura direta não diferiram significativamente entre si. Entretanto, para matéria seca (MS coleta I) a semeadura direta não diferiu estatisticamente dos demais sistemas, sendo o preparo convencional significativamente diferente quando comparado ao cultivo mínimo. Na segunda

coleta de (MV coleta II) e (MS coleta II) os resultados mostram diferença significativa, onde a semeadura direta mostrou-se superior ao preparo convencional e ao cultivo mínimo, sendo esses últimos não diferentes significativamente entre si.

Nos dados referentes à terceira coleta de massa verde (MV coleta III) o preparo convencional apresentou os maiores resultados diferindo dos sistemas cultivo mínimo e semeadura direta. Esses por sua vez não diferiram significativamente quando submetidos a comparações de suas médias. Quanto à (MS coleta III), o sistema convencional comportou-se de forma superior aos demais, seguido pela semeadura direta e cultivo mínimo em ordem decrescente.

Na quarta coleta de massas verde (MV coleta IV) e seca (MS coleta IV) realizada trinta dias após a colheita do milho, foi observado que as plantas de *Brachiaria decumbens* sentiram o efeito na redução da disponibilidade hídrica, principalmente nos sistemas onde houve a mobilização do solo e conseqüente incorporação dos resíduos vegetais antes da instalação do experimento. Os valores de massas verde e seca quando submetidos à análise de regressão (Figuras 5 e 6), ajudam a reforçar esta hipótese, pois, dos preparos avaliados, apenas a semeadura direta apresentou comportamento linear. Este fato está ligado a maior capacidade de armazenagem de água nos sistemas conservacionistas com menor revolvimento do solo e menor incorporação dos restos culturais.

Costa (2005) avaliando a qualidade do solo, crescimento e desenvolvimento do milho sob diferentes sistemas de manejo na integração lavoura-pecuária, afirma que aos 191 DAS do milho a umidade volumétrica na camada superficial foi maior nos sistemas de plantio direto em relação ao preparo convencional e intermediário no preparo reduzido.

Fittipaldi (2006) avaliando preparos do solo e gesso nas características químicas do solo e produtividade de milho consorciado com braquiária, concluiu que a produção de massa seca do capim braquiária foi beneficiada pelo menor revolvimento do solo proporcionado pela semeadura direta, indicando ser tecnicamente viável para a integração lavoura-pecuária. Domingues (2004), afirma que o cultivo mínimo e sistema convencional permitiram menor produção de matéria seca em relação à semeadura direta.

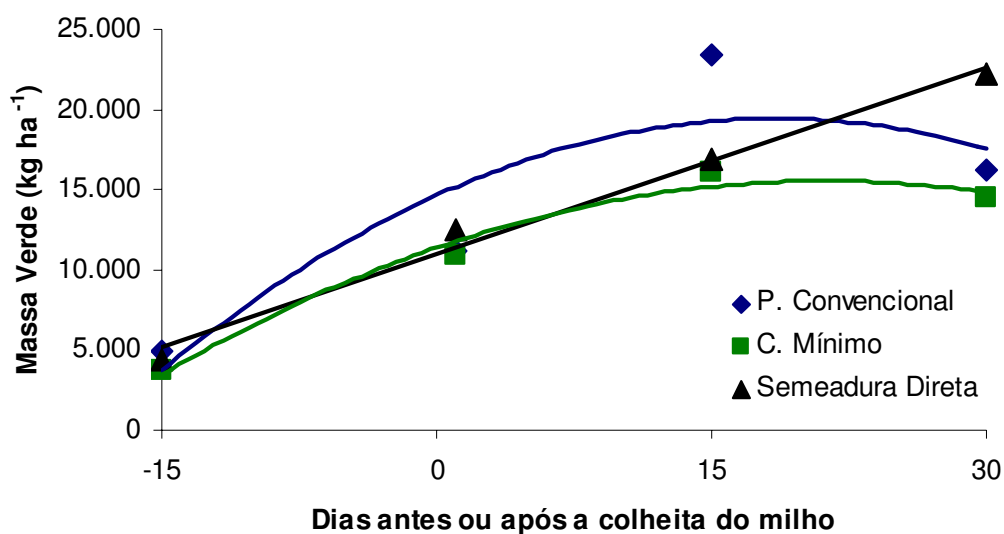


Figura 5. Massa verde de *Brachiaria decumbens* coletada em quatro épocas (dias antes ou após a colheita do milho) em preparo convencional $y = -14,006x^2 + 517,68x + 14649$ $R^2 = 0,804^{ns}$, cultivo mínimo $y = -9,2281x^2 + 391,21x + 11391$ $R^2 = 0,981^{**}$ e semeadura direta $y = 388,89x + 10998$ $R^2 = 0,988^{**}$.

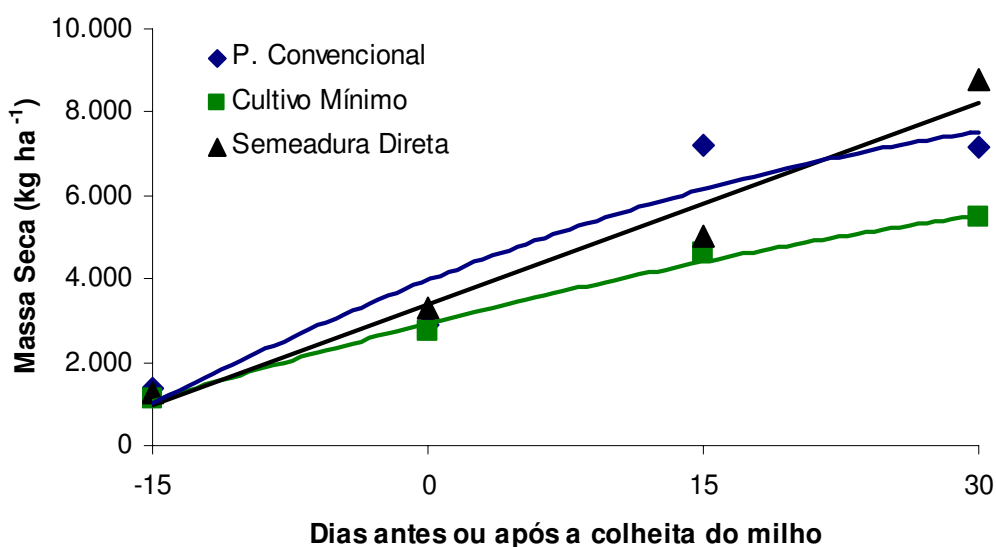


Figura 6. Massa seca de *Brachiaria decumbens* coletada em quatro épocas (dias antes ou após a colheita do milho) em preparo convencional $y = -1,7744x^2 + 171,47x + 3969,6$ $R^2 = 0,906^*$, cultivo mínimo $y = -0,8278x^2 + 111,33x + 2927,2$ $R^2 = 0,992^{**}$ e semeadura direta $y = 161,53x + 3378,3$ $R^2 = 0,966^*$.

Com relação às comparações entre os tratamentos braquiária consorciada com milho e braquiária solteira (Tabelas 15 e 16), pode-se observar que o milho controlou de forma eficiente o desenvolvimento da forrageira, proporcionando um crescimento inicial mais lento quando comparado com o desenvolvimento no tratamento *Brachiaria decumbens* solteira, pois a massa verde produzida por essa última diferiu significativamente e foi 9,8 e 6,2 vezes superior ao tratamento *Brachiaria decumbens* consorciada com milho na (MV coleta I) e (MV coleta II) respectivamente. Para massa seca essa diferença foi significativa e superior 5,4 e 6,1 vezes em relação à (MS coleta I) e (MS coleta II) respectivamente. Na (MV coleta III) e (MV coleta IV) o tratamento *Brachiaria decumbens* solteira também foi superior ao tratamento *Brachiaria decumbens* consorciada com milho. A massa seca (MS) em todas as coletas apresentou o mesmo comportamento da massa verde, onde o tratamento *Brachiaria decumbens* solteira mostrou-se superior estatisticamente ao tratamento *Brachiaria decumbens* consorciada com milho.

Este resultado pode ser explicado pelo fato do milho ser considerado excelente competidor com plantas de porte baixo, apresentando crescimento inicial rápido, além de ter seu desenvolvimento favorecido pela semeadura da forrageira após 27 dias de sua emergência. Esse intervalo em relação ao tempo de emergência das culturas foi suficiente para que o milho desenvolvesse maior área foliar, principalmente após a adubação nitrogenada em cobertura, fechando rapidamente a área dificultando o desenvolvimento da forrageira.

Os resultados encontrados por Jakelaitis et al. (2005), corroboram com obtidos neste experimento, pois os autores encontraram maiores produções de biomassa de braquiária solteira quando comparado com a produção dessa consorciada com milho.

Portes et al. (2000) avaliaram o crescimento do capim braquiária, em consórcio com milho, sorgo, milheto e arroz, bem como a sua rebrota após a colheita dos cereais. Os autores observaram que a presença dos cereais provocou redução do número de perfilhos, índice de área foliar, massa seca total da parte aérea, massa seca das folhas verdes e dos colmos do capim braquiária. De acordo com Alvarenga et al. (2006) o milho, por ser uma planta muito competitiva, afeta negativamente a forrageira quando essa é implantada em pós-emergência do milho.

Um estudo sobre o consórcio de milho com braquiária e com o capim mombaça mostrou que mesmo com ou sem a aplicação de herbicida para reduzir o

crescimento das forrageiras, a taxa assimilatória líquida (TAL) do milho foi maior que a das forrageiras em grande parte do ciclo da cultura. A TAL indica a eficiência fotossintética e devido ao maior crescimento do milho e o conseqüente sombreamento que esse exerce nas forrageiras, resultou em uma maior taxa de crescimento da cultura do milho, superando o das forrageiras e tornando o consórcio dessas espécies muito seguro (ALVARENGA et al, 2006).

De acordo com Silva et al. (2004) os fatores que determinam a competitividade entre as espécies são: o porte e arquitetura da planta; a velocidade de germinação e estabelecimento de plantas; a velocidade de crescimento e maior extensão do sistema radicular; a suscetibilidade das espécies a intempéries climáticas; o índice de área foliar, e a capacidade de produção e liberação de substâncias químicas com propriedades alelopáticas.

Tabela 15. Produção de massa verde (MV) de *Brachiaria decumbens* coletada em quatro épocas (MV coleta I = 82, MV coleta II = 97, MV coleta III = 112 e MV coleta IV = 127 dias após o plantio) cultivada em consórcio com milho (C/M) e solteira (SM) no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamento	MV Coleta I	MV Coleta II	MV Coleta III	MV Coleta IV
	-----kg ha ⁻¹ -----			
C/M	802 B	3.203 B	5.948 B	6.979 B
S/M	7.897 A	19.833 A	31.667 A	28.333 A
DMS	336	494	893	1.672
CV	8,38	4,65	5,14	10,25

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 16. Produção de massa seca (MS) de *Brachiaria decumbens* coletada em quatro épocas (MS coleta I = 82, MS coleta II = 97, MS coleta III = 112 e MS coleta IV = 127 dias após o plantio) cultivada em consórcio com milho (C/M) e solteira (SM) no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamento	MS Coleta I	MS Coleta II	MS Coleta III	MS Coleta IV
	-----kg ha ⁻¹ -----			
C/M	390 B	839 B	1.535 B	2.579 B
S/M	2.117 A	5.117 A	9.681 A	11.694 A
DMS	91	124	258	636
CV	7,89	4,49	4,99	9,65

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

6.3.2 Análise de tecido vegetal da *Brachiaria decumbens*

A análise de variância mostrou não haver interação entre os efeitos preparo do solo e sistema de cultivo para os teores de macro e micronutrientes avaliados (Tabela 17 e 18). Os teores de macro nutrientes do material vegetal da *Brachiaria decumbens* submetido à causa de variação preparo do solo se encontram na Tabela 19.

Tabela 17. Resumo da análise da variância para as causas de variação: bloco, parcela, subparcela e suas interações para os teores de macronutrientes na *Brachiaria decumbens* no município de Rio Largo-AL, 2005.

Causas de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	0,563	0,660	0,873	0,652	0,577	0,276
Parcela	0,314	0,137	0,065	<0,01	0,026	0,516
Subparcela	<0,01	<0,01	<0,01	0,740	<0,01	0,073
Parcela*Subparcela	0,552	0,219	0,543	0,148	0,291	0,410

Tabela 18. Resumo da análise da variância para as causas de variação: bloco, parcela, subparcela e suas interações para os teores de micronutrientes na *Brachiaria decumbens* no município de Rio Largo-AL, 2005.

Causas de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	0,153	-	0,356	0,392	0,817
Parcela	0,063	-	0,428	0,039	0,213
Subparcela	<0,01	-	<0,01	0,263	<0,01
Parcela*Subparcela	0,226	-	0,667	0,128	0,462

Os teores de macronutrientes encontrados no material vegetal da *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes preparos do solo (Tabela 19), apresentaram variações significativas apenas para os teores de Ca e Mg.

Para o teor de Ca observa-se que as plantas de braquiária cultivadas em preparo convencional apresentaram os maiores teores deste nutriente. O tratamento cultivo mínimo não diferiu significativamente do tratamento semeadura direta. Com relação ao Mg, o tratamento preparo convencional não diferiu dos demais tratamentos, sendo a semeadura direta superior estatisticamente ao tratamento cultivo mínimo.

Tabela 19. Teores foliares dos macronutrientes na *Brachiaria decumbens* sob preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta, no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
-----g kg ⁻¹ -----						
P. Convencional	11,84 A	1,47 A	21,66 A	3,08 A	3,64 AB	1,13 A
Cultivo Mínimo	12,15 A	2,03 A	23,44 A	2,75 B	3,54 B	1,25 A
Semeadura Direta	12,66 A	1,55 A	20,65 A	2,64 B	4,10 A	1,29 A
DMS	1,50	0,79	2,90	0,30	0,49	0,41
CV	8,03	30,43	8,63	6,85	8,48	21,96

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre os micronutrientes apenas o manganês apresentou variação significativa, para esse o tratamento cultivo mínimo não diferiu estatisticamente dos demais. O preparo convencional mostrou-se superior nos teores deste elemento quando comparado a semeadura direta (Tabela 20).

Tabela 20. Teores foliares dos micronutrientes na *Brachiaria decumbens* sob preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta, no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----mg kg ⁻¹ -----					
P. Convencional	12,82 A	4,00 A	96,38 A	31,50 A	23,50 A
Cultivo Mínimo	11,33 A	4,00 A	101,88 A	29,63 BA	23,25 A
Plantio Direto	13,52 A	4,00 A	94,13 A	22,88 B	17,75 A
DMS	2,27	-	17,46	8,15	9,92
CV	11,81	0,00	11,68	18,98	30,08

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando as diferenças referentes ao fator *Brachiaria decumbens* consorciada com milho e *Brachiaria decumbens* solteira para os teores de macro (Tabela 21) e micronutrientes (Tabela 22), pode-se observar a ação do efeito residual da adubação realizada na semeadura do milho, sobre a *Brachiaria decumbens*.

Pelos resultados da análise estatística percebe-se que houve um aumento na concentração de N, P e K na massa seca da *Brachiaria decumbens* cultivada em consórcio com milho quando comparada às concentrações destes nutrientes na massa seca da

forrageira cultivada solteira. Esse aumento pode ter sido influenciado por dois fatores. O primeiro seria o efeito residual da adubação química realizada para a cultura do milho e o segundo seria o efeito de diluição na concentração destes nutrientes nas plantas de *Brachiaria decumbens* em cultivo solteiro, tendo em vista o maior desenvolvimento e conseqüente produção de massa seca proporcionada por estas plantas em relação àquelas cultivadas em sistema de consórcio. Porém, para os teores de Mg a presença do milho interferiu significativamente na absorção deste nutriente pela espécie forrageira, onde o tratamento *Brachiaria decumbens* solteira mostrou teores mais elevados quando comparados ao tratamento *Brachiaria decumbens* consorciada com milho (Tabela 21).

Tabela 21. Teores foliares dos macronutrientes na *Brachiaria decumbens* em consórcio com milho (C/M) e solteiro (S/M) no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
C/M	12,88 A	2,15 A	26,27 A	2,81 A	3,35 B	1,35 A
S/M	11,54 B	1,21 B	17,57 B	2,83 A	4,16 A	1,10 A
DMS	0,87	0,44	1,51	0,17	0,28	0,27
CV	7,68	28,12	7,44	6,35	8,07	24,21

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre os micronutrientes apenas o Mn não apresentou diferença significativa entre os tratamentos *Brachiaria decumbens* consorciada e *Brachiaria decumbens* solteira, para os demais, o cultivo consorciado favoreceu o aumento na concentração destes no tecido vegetal da forrageira (Tabela 22).

Tabela 22. Teores foliares dos micronutrientes na *Brachiaria decumbens* cultivado em consórcio com milho (C/M) e solteiro (S/M) no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg kg ⁻¹ -----				
C/M	14,44 A	4,00 A	108,58 A	26,67 A	29,67 A
S/M	10,68 B	4,00 A	86,33 B	29,33 A	13,33 B
DMS	1,68	-	11,04	5,06	5,24
CV	14,52	0,00	12,27	19,55	26,40

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os dados de massa seca da *Brachiaria decumbens* em consórcio com milho na última coleta (Tabela 16) e os resultados referentes à análise de tecido vegetal da mesma (Tabela 21), pode-se verificar a importância da forrageira na reciclagem de macronutrientes e consequente liberação destes quanto da sua decomposição ao longo do tempo. Pois, a massa seca da forrageira estaria proporcionando, quando em estágio de decomposição, a liberação de 33, 6, 68, 7, 9, 4 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S respectivamente, para cultura subsequente caso não se faça a opção pelo pastejo.

6.4 Produção de massa seca do sistema radicular das culturas

Os resultados referentes à produção de massa seca de raízes nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, e massa seca total de raízes encontram-se na Tabela 23.

Não foram verificadas diferenças significativas entre os preparos do solo adotados para as duas profundidades e consequentemente para produção de massa seca total de raízes. Quanto ao sistema de cultivo, pode-se observar diferença significativa nas coletas realizadas a 0-20 cm e a 20-40 cm e massa seca total de raízes. O tratamento com *Brachiaria decumbens* solteira proporcionou os maiores resultados para as duas profundidades avaliadas e para massa seca total de raízes, seguido pelo tratamento milho consorciado com *Brachiaria decumbens* e milho solteiro.

A massa seca total de raízes no tratamento milho consorciado com *Brachiaria decumbens* foi 48% superior ao tratamento milho solteiro, demonstrando a superioridade do sistema milho-braquiária, com possível aumento na reciclagem de nutrientes e no teor de matéria orgânica na superfície e subsuperfície do solo com a continuidade desse sistema. Segundo Muzilli (1996), as raízes de gramíneas são fontes de resíduos orgânicos mais duradouros e estáveis.

Tabela 23. Massa seca de raízes das culturas: milho solteiro, milho consorciado com *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria decumbens* solteira em duas profundidades e total no município de Rio Largo-AL, 2005.

Tratamento	0 – 20 cm	20 – 40 cm	Total
	-----kg ha ⁻¹ -----		
Preparo Convencional	3.941 A	1.048 A	4.989 A
Cultivo Mínimo	3.772 A	1.245 A	5.016 A
Semeadura Direta	3.621 A	1.744 A	5.365 A
DMS	772	490	506
CV	16,31	29,09	7,89
Milho Solteiro	2.493 C	600 C	3.093 C
Milho/Braquiária	3.118 B	1.471 B	4.589 B
Braquiária Solteira	5.723 A	1.966 A	7.689 A
DMS	674	291	683
CV	17,11	20,77	12,79

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados por Bernardo (2003) corroboram com os obtidos neste experimento, pois o autor relata que no tratamento com braquiária a massa seca de raízes foi 79% superior ao verificada no tratamento testemunha (milho solteiro). Houve maior concentração de raízes na camada de 0-20 cm de profundidade, onde 80,6%, 68,0% e 74,4% de massa seca de raiz de milho solteiro, milho consorciado com *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria decumbens* solteira respectivamente encontravam-se nessa profundidade.

Kanno et al. (1999) também evidenciaram aumento na biomassa radicular com utilização da braquiária em relação ao milho solteiro.

Tsumanuma (2004), estudando o cultivo do milho em consórcio com diferentes espécies forrageiras, também constatou maior acúmulo de matéria seca de raízes na profundidade de 0-20 cm. Broch (2000), avaliando concentração de raízes de *Brachiaria decumbens*, verificou que aproximadamente, 76% da massa seca de raízes situavam-se na profundidade de 0-20 cm.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se observar que a opção por semear apenas uma linha de braquiária na entre linha do milho não permitiu uma produção de massa seca mais expressiva por parte da braquiária, o que leva a imaginar que a semeadura de duas linhas proporcionaria uma maior quantidade de forragem e cobertura morta para solo quando do uso da integração lavoura-pecuária.

A escolha adequada do preparo do solo é uma das decisões mais importantes na atividade agrícola, pois cada região possui características edafoclimáticas para as quais adapta-se melhor a um determinado preparo de solo. No caso deste experimento, como a região da Zona da Mata Alagoana que caracteriza-se por apresentar período chuvoso relativamente curto, é fundamental o uso de sistemas de manejo conservacionistas como plantio direto o qual proporciona um melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

A integração lavoura-pecuária se manejada corretamente pode contribuir para produção de duas safras ao ano e com a formação de palha para o plantio direto na região da Zona da Mata do Estado de Alagoas.

7 CONCLUSÕES

As melhores condições químicas de solo apresentadas pelos sistemas cultivo mínimo e semeadura direta exerceram influência direta na produtividade de milho, proporcionando os maiores rendimentos para este cereal.

A presença da *Brachiaria decumbens* interferiu negativamente na produção de grão de milho quando cultivados em sistema de consórcio.

A *Brachiaria decumbens* obteve melhor desenvolvimento quando semeada em sistema de semeadura direta, o que faz desse sistema a melhor alternativa para implantação da integração lavoura-pecuária na Zona da Mata do Estado de Alagoas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNES, E. L.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R. Situação atual da integração agricultura-pecuária em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA, 1., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 251-285.

AIAR, H.; RODRIGUES, J. A. S.; KLUTHCOUSKI, J. Uso da integração lavoura-pecuária para produção de forragem na entressafra. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. cap. 8, p. 225-262.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1988. 150 p.

ALLISON, F. E. **Soil organic matter and its role in crop production**. Elsevier: Amsterdam, 1973. 639 p.

ALMEIDA, J. A. et al. Propriedades químicas de um cambissolo húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 437-445, 2005.

ALVARENGA, R. C. Integração lavoura – pecuária. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. 3. 2004, Belo Horizonte: **Anais...** UFMG, 2004. CD ROM.

ALVES, J. S. et al. **Espécies forrageiras recomendadas para produção animal.** 2º SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA COM QUALIDADE. Disponível em: < <http://www.fundepecpr.org.br/tev/forrageira.asp>>. Acesso em: 12 abr. 2007.

ALVIM, J. M. et al. Métodos de estabelecimento de *Brachiaria decumbens* em associação com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 18, n. 5, p. 417-425, 1989.

AMARAL, A. S. et al. Movimentação de partículas de calcário no perfil de um cambissolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 359-367, 2004.

ANUALPEC: Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP, 2005. p. 359.

AVARENGA, R. C. et al. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária.** Sete Lagoas: EMBRAPA. 2006. 12 p.

AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo de Cerrado: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24. 1993, Goiânia, GO. **Cerrados: fronteira agrícola do século 21: anais...** Goiânia: SBCS, 1993. v. 3, p. 121-122.

BARCELLOS, A. O. et al. Produtividade animal em pastagens renovadas em solo arenoso de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v. 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 207-209.

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

BAYER, C.; MIELNICZUCK, I; PAVINATO, A. Sistemas de manejo do solo e seus efeitos sobre o rendimento de milho. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 28, n. 1, p. 23-28, 1998.

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

BENATTI JÚNIOR, R.; MOREIRA, C. A.; FRANÇA, G. V. de. Avaliação dos efeitos de sistemas de cultivo na produção de milho e nas propriedades edáficas em latossolo roxo no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 139-144, 1984.

BERNADO, L. F. **Semeadura do capim braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BERTOL, I. et al. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 485-494, 2004.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; ARAÚJO, J. B. M. Épocas em que uma associação de mato provocava prejuízo por competição à produção de milho. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E HERVAS DANINHAS, 11., 1976. Londrina. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, 1976. p. 18.

BORGHI, E. **Integração agricultura-pecuária do milho consorciado com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

BROCH, D. L. Integração agricultura-pecuária no Centro Oeste do Brasil. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4. 1999, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 53-60.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Eds.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 63-121.

CARVALHO, G. G. P. de. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 5, n. 8, ago. 2005. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria/>>. Acesso em: jan. 2007.

CARVALHO, M. A. C. de. et al. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 47-53, jan. 2004.

CASTRO, O. M. de. et al. Sistemas convencional e reduzido de preparo do solo e as perdas por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 10, p. 167-171, 1986.

CECCON et al. Milho safrinha em consórcio com alternativas de outono-inverno para produção de palha e grãos, em MS. Mato Grosso do Sul: Embrapa. Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/noticias/artigos/artigo4.html>>. Acesso em: 15 maio 2005.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I.; FERNANDES, F. M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, p. 267-270, 1985.

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

CIOTTA, M. N. **Componentes da acidez do solo e calagem superficial em um Latossolo Bruno alumínico sob plantio direto há 20 anos**. 2001. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo)—Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2001.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

COBUCCI, T. Sistema Santa Fé: integração agricultura pecuária. In: DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Feijão irrigado: Tecnologia e produtividade**. Piracicaba: USP, ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2003. 165 p.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco:** segunda aproximação, segunda revisão. Recife: IPA/ EMBRAPA/UFRPE/ UFPE/ EMATER, 1998. 198 p.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA, R. S. Dessecação antecedendo a semeadura direta pode afetar a produtividade. **Informações Agrônomicas**, Maringá, n. 109, p. 14-15, mar. 2005.

COSTA, A. **Qualidade do solo, crescimento e desenvolvimento do milho sob diferentes sistemas de manejo na integração lavoura-pecuária.** 2005. 157 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo)–Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2005.

COSTA, F. S. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 527-535, 2003.

CRUZ FILHO, A. B. Práticas agrônômicas para o estabelecimento de pastagens. In: **Manejo de pastagens.** Pindamonhangaba: DIRA, 1988. p. 10-25.

DALLMEYER, A. U. Opções na semeadura. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 6-9, 2001.

DEMARIA, 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, v. 23, p. 703-709, 1999.

DERPSCH, R. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil:** sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ, 1991. 272 p.

DIAS FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 65-68, 2002.

DIAZ RSSELLO, R. Evolucion del nitrogeno total em rotaciones com pasturas. **Revista Investigación Agronómica**, Moçambique, v. 1, p. 27-35, 1992.

DOMINGUES, L. A. da S. **Milho em plantio direto sobre *Brachiaria brizanta* em sistema integração agricultura-pecuária.** 2004. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)–Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

DUARTE, J. M. et al. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupi (*Vigna unguiculata*) sembrados en asociación con gramíneas en el trópico húmedo. **Pasto Tropical**, v. 17, n. 2, p. 12-19, 1995.

DUARTE, N. F. **Determinação do período de competição de plantas daninhas fundamentados nos estádios fonológicos da cultura do milho (*Zea mays* L.).** 2000. 81 f. Dissertação (Mestrado/Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p. 259-267, 1989.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Atual, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo: CNPT; FECOTRIGO; FUNDAÇÃO ABC; Aldeia Norte, 1993. 166 p.

FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo do solo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 1097-1104, 2003.

FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V. Alternativas para o sistema de plantio direto no Estado de São Paulo. In: FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. (Coords.). **Atualização em plantio direto.** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 197-218.

FEBRAPDP. Federação brasileira de plantio direto na palha. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html>>. Acesso em: maio 2007.

FERNANDES, L. A.; NASCENTE, C. M.; SILVA, M. L. N. **Sistemas de preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo vermelho-escuro fase cerrado** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, n. 12, 1998, Fortaleza. **AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NO SEMI-ÁRIDO...** Fortaleza: UFC/SBCS, 1998. p. 17-18.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 606 p.

FERREIRA, P. A. Tecnologias aplicadas ao planejamento de projetos hidroagrícolas. In: SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. (Eds.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA; SRH; ABEAS. Viçosa: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1997. p.191-207.

FITTIPALDI, W. L. S. L. **Sistemas de cultivo e gesso nas características químicas do solo e produtividade de milho consorciado com braquiária**. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Área de Concentração em Fitotecnia)–Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade e Marília, Marília, 2006.

FRANCHINI, J.C. et al. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de cultura em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 459-467, 2000.

FRANZLUEBBERS, A.J. e HONS, F.M. Soil-profile distribution of primary and secondary plant-available nutrients under conventional and no tillage. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 39, p. 229-239, 1996.

FUNDACAO CARGILL. **Plantio direto no Brasil**. Campinas, 1984. 124 p.

FURLANI, C. E. A. et al. Características da cultura do milho (*Zea mays* L) em função do tipo preparo do solo e velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 177-86, 1999.

FURTADO, M. B. **Sistemas de preparo do solo e populações de plantas em espaçamento reduzido**: comportamento de cultivares de milho (*Zea mays* L.). 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

GAMERO, C. A. Desagregação do solo em diferentes métodos de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18, 1989, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1989. v. 1, p. 254-67.

GAMERO, C. A. **Efeitos dos tipos de preparo sobre características do solo e da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1985. 102 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas)–Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

GARCIA, R. et al. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA, 1., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 331-351.

GLAT, D. Perspectivas do milho para 2002. **Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 69, p. 15-17, 2002.

HANIZ, G.; HOKSHOUSER, D. L.; CHANDLER, J. M. The critical period of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Control in Field Corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 4, p. 944-947, 1996.

HILL, R. L. Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 54, p. 161-166, 1990.

ISMAIL, I.; BLEVINS, R. L.; FRYE, W. W. Long-term no-tillage effects on soil properties and continuous corn yields. **Soil Science American Journal**, Madison, v. 58, p.193-198, 1994.

JAKELAITIS, A. A. A. SILVA, L. R. FERREIRA, A.F. SILVA e F. C. L. FREITAS. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Brasília, v.23, n. 1, p. 59-67. Mar 2005.

KANNO, T. et al. Root biomass of five tropical grass pastures under continuous grazing in Brazilian savannas. **Grassland Science**, Tochigi, v. 45, n. 1, p. 9-14, 1999.

KICHEL, A. N.; KICHEL, A. G. Sistemas extensivos e intensivos de produção de carne custo/benefício. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. 2. 2002, Lavras. **Anais...**, Lavras MG: UFLA, DZO, 2002. p. 19-42.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; MACEDO, M. C. M. Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 40-42.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 395-401, 1995.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Integração lavoura-pecuária**. (Eds.). Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA, Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KLUTHCOUSKI J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 407- 441.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Sistema Santa Fé: **Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás.: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular técnica, 38).

LAL, R. Tillage and agricultural sustainability. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 20, p.133-46, 1991.

LEITE, M. A. S. **Efeito de três sistemas de preparo do solo e dois espaçamentos sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2002. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

LIMA, R. C. Ilha Solteira; UNESP, Faculdade de Engenharia, 2004. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/ju092004.php>> Acesso em: 14 abr. de 2004.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 349 p.

MARQUES, L. P. **Manejo da vegetação espontânea para implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto e convencional do solo.** Botucatu, 1999.98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

MEHDI, B. B.; MADRAMOOTOO, C. A.; MEHUYS, G. R. Yield and nitrogen content of corn under different tillage practices. **Agronomy Journal**, Madison, v.91, p. 631-636, 1999.

MELLO, L. M. M. Integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 3003, Ribeirão Preto. **Palestra...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD – ROM.

MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um podzólico vermelho-amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 291-297, 1993.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Potássio na agricultura brasileira.** Piracicaba: POTAFOS, 2005. p. 165-176.

MIRANDA, C. H. B.; KICHEL, A. N.; MACEDO, M. C. M. Uso da cultura do arroz para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 477-479.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo no contexto da agricultura sustentável. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 12., 1996, Águas de Lindoia. **Anais...** Águas de Lindoia: Comissão de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 1996.

MUZILLI, O. O plantio direto no Brasil. In: FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. (Coords). **Atualização em plantio direto.** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 3-16.

NABINGER, C.; MARASCHIN, G. E.; MORAES, A. Pasture related problems in beef cattle production in southern Brazil. In: INTERNATIONAL SIMPÓSIO GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 23-48.

- PANTANO, A. C. **Semeadura de braquiária em consorciação com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto.** 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.
- PAULETTI, V. et al. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 491-495, 2003.
- PEIXOTO, R. T. G.; ELTZ, F. L. F. Avaliação da fertilidade do solo em plantio direto na região dos Campos Gerais, Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17., 1986, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBCS; EMBRAPA; IAPAR, 1986. p. 56-57.
- PEREIRA, J.C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA, 1., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 2004. p. 287-330.
- PORTELA, C. M. de O. **Efeito de herbicidas e diferentes populações de forrageiras consorciadas com as culturas de soja e milho, no Sistema Santa Fé.** 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado/Agronomia)–Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.
- PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.
- POSSAMAI, I. M.; SOUZA, C. M. de ; GAL VÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.
- RAMOS, L. R. M.; PITELLI, R. A. efeito de diferentes períodos de controle de comunidades infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 10, p. 1523-1531, 1994.
- RHEINHEIMER, D. S. et al. Modificações em atributos químicos de solos arenoso sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 713-722, 1998.

RODRIGUES, M.; LAL, R. Comparison of zero and conventional systems in a acidic soil. In: LAL, R., ed. **Soil tillage and crop production**, Conference, 2, Ibadan, 1977. Proceeding. Ibadan, IITA, 1977. p.197-205.

SÁ, J. C. de M. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. p. 201-222.

SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. M.; HERNANI, L. C. Integração lavoura-pecuária: alternativas de rotação de culturas. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 5., 2001, Dourados. **Anais...** Dourados: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/EMBRAPA Centro Nacional Pesquisa Agropecuária Oeste, 2001. p. 31-32 (Documentos, 31).

SALTON, J. C. et al. Avaliação do sistema de plantio direto na sucessão de soja sobre pastagens de braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira Ciência do Solo/Universidade Federal de Viçosa, 1995, v. 4, p. 1816-1818.

SAMPAIO, G. V. **Efeito de sistemas de preparo do solo sobre o consórcio milho-feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo**. 1987. 121 f. Dissertação (Mestrado/Fitotecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

SANCHES, P. A.; SALINAS, J. G. Low input technology for managing Oxisols in Tropical América. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 34, p. 279-406, 1981.

SANTOS, A. F. (**Anuário Estatístico de Alagoas**). Características demográficas e sócio-econômicas da população da micro-região da Zona da Mata Alagoana. Maceió, 2002. 5 p.

SANTOS, A. R. dos; MONTEIRO, F. A. Produção e perfilhamento de *Brachiaria decumbens* Stapf. em função de doses de enxofre. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56 n. 3; Jul. 1999.

SANTOS, H. P. et al. Atributos químicos e físicos de solo em sistemas de produção com pastagens anuais de inverno, sob plantio direto. In: EMBRAPA TRIGO. **Soja: resultados de pesquisa 2001/2002 e 2002/2003**. Passo Fundo, 2003. p. 214-234. (Documentos, 39).

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33 n. 3, p. 477-486, 2003.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, p. 259-265, 1999.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O.; LHAMBY, J. C. B Plantio direto versus convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 449-459, 1995.

SANTOS, J. R.; MARQUES, J. P.; LIMA, C. L. C. e BICUDO, S. J. **Preparos reduzidos para a cultura do milho** (*Zea mays* L.). In: Balbuena, R.H; Benez, S.H; Jorajuria, D. ed. *Ingenieria rural y mecanizacion agraria en el ámbito Latinoamericano*. La Plata: EUNLP, 1998. p.165-170.

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Associação de Plantio Direto do Cerrado: Goiânia, 1997.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Variabilidade vertical de fósforo e potássio disponíveis e profundidade de amostragem do solo no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30 n. 4, jul./ago. 2000.

SCHUNKE, R. M. **Alternativas de manejo de pastagens para melhor aproveitamento do nitrogênio de solo**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2001. 26 p. (Documentos, n. 111).

SEIFFERT, N. F. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria***. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1980. 74 p. (Circular técnica, 1).

SERRÃO, E. A. S.; UHL, C.; NEPSTAD, D.C. **Deforestation for pasture in the humid tropics: is it economically and enviromentally sound in the long term?** In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 2215-2221.

SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 589-596, 2005.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 249-254, 1985.

SILVA, A. F. et al. Técnicas para viabilização do consorcio milho/*Brachiaria brizantha*. In: XIII SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 13. 2003, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 310.

SILVA, A. R. B. da. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo de solo**. 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, A. R. B. da. **Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2004. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SILVA, A. R. B. et al. Desempenho operacional na semeadura e produtividade de cultivares de milho semeados em diferentes sistemas de preparo do solo e espaçamentos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, F. C.; ALVES, M. C. Efeito de diferentes preparos de solo (convencional, escarificador e plantio direto) nas características fenológicas e na produtividade do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2002. 1 CD-ROM.

SILVA, W. J. da, et al. Cultivo do milho no plantio direto: exigências climáticas do milho em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p.1-136, jun./ago. 2006.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 387-394, 2001.

SIQUEIRA, N. de S. **Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo.** 1989. 106 f. Dissertação (Mestrado/ Fitotecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

SMART, J. R.; BRADFORD, J. M. Conservation tillage corn production for a semiarid, subtropical environment. **Agronomy Journal**, Madison, v.91, p. 116-121, 1999.

SOANE, B.D.; BALL, B.C. Review of management and conduct of long-term tillage studies with special reference to a 25 years experiment on barley in Scotland. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 45, p. 17-37, 1998.

SOBRAL, L. F.; SILVEIRA, K.R.; VIANA, R. D. **Relatório executivo de acompanhamento.** EMBRAPA Tabuleiro Costeiros. Disponível em: < www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/item/ >. Acesso em: 23 maio 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10. ed., Porto Alegre, 2004. 400 p.

SOUZA, G. M. de; GRAÇA, D. S. Integração agricultura – pecuária na recuperação de pastagens degradadas. Disponível em: <www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_20.pdf>. Acesso em: 20 out. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOGNON, A. A.; DEMATT, J. A. M.; MAZZA, J. A. Alterações nas propriedades químicas de latossolos roxos em sistemas de manejo intensivos e de longa duração. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 21. p. 271-278, 1997.

TSUMANUMA, M. G. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP.** 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VALLEJOS M., F. J. **Influência de sistemas de preparo do solo em algumas propriedades químicas e físicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico argiloso, e na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1998. 70 f. Dissertação (Mestrado/Fitotecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

VIEIRA, M. J.; COGO, N. P.; CASSOL, E. A. Perdas por erosão em diversos métodos de preparo do solo para soja com o uso de chuvas simuladas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 2, p. 209-214, 1978.

VILELA, L. et al. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 143-170.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Estratégias de manejo para alta produtividade do milho. **Informações Agrônomicas**. Piracicaba, n. 113 mar. 2006.

YOKOYAMA, L. P. et al. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34 n. 8 ago. 1999.

ZIMMER, A. H.; CORRÊA, E. S. A pecuária nacional: uma pecuária a pasto? In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. p. 1-25.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 349-379.

ZIMMERMANN, F. L. **Crescimento de plantas de milho e armazenamento de água no solo em dois sistemas de cultivo**. 2001, 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.