



GABRIELA OLIVEIRA ALMEIDA

**CULTIVO DE MILHO E SOJA EM SOLOS SOB DIFERENTES
TIPOS DE MANEJO**

SETE LAGOAS- MG

2017



GABRIELA OLIVEIRA ALMEIDA

**CULTIVO DE MILHO E SOJA EM SOLOS SOB DIFERENTES TIPOS DE
MANEJO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

SETE LAGOAS - MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB) e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

A444c Almeida, Gabriela Oliveira, 1992 –
2017

CULTIVO DE MILHO E SOJA EM SOLOS SOB DIFERENTES
TIPOS DE MANEJO / Gabriela Oliveira Almeida. --2017.
41 p.

Orientador Ernani Clarete da Silva.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências
Agrárias) -- Universidade Federal de São João del-Rei, 2017.

Rotação de Culturas. 2. Manejo de Solo. 3. Cultivo em sucessão. 4.
Milho. 5. Soja. I. Silva, Ernani Clarete da, orient. II. Título.



GABRIELA OLIVEIRA ALMEIDA

**CULTIVO DE MILHO E SOJA EM SOLOS SOB DIFERENTES TIPOS DE
MANEJO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

Sete Lagoas, 27 de novembro de 2017

Banca examinadora:

Prof Dr. José Carlos Moraes Rufini – UFSJ

Prof. Dr. Thomaz Corrêa E Castro da Costa - EMBRAPA

Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende - EMBRAPA

Orientador: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela proteção e saúde.

Ao Dr. Álvaro Vilela de Resende.

Ao Dr. Ernani Clarete da Silva, por todo apoio e acolhimento.

Ao Dr. Thomaz Corrêa e Castro da Costa, pelos ensinamentos e experiência de vida.

Ao Dr. Daniel Pereira Guimarães, pela ajuda com análise de imagens.

Aos meus avós pelo apoio e incentivo.

Aos meus amigos da casinha, pela amizade, companheirismo e ensinamentos.

À minha amiga Denize Carvalho por todos os momentos compartilhados.

À Carla Patrícia por todo carinho e amizade construída.

À banca examinadora, Dr. José Carlos Moraes Rufini e Dr. Thomaz Corrêa e Castro da Costa, pela contribuição na melhoria do trabalho.

À UFSJ, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores da UFSJ que participaram da minha formação científica. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem digital da área experimental.....	13
Figura 2- Materiais utilizados para abertura das trincheiras.....	14
Figura 3- Etapas da análise de imagens digitais de raízes pelo software SAFIRA.....	15
Figura 4- Dados de precipitação pluviométrica (mm) na área experimental em Sete Lagoas – MG, nos anos de 2015 e 2016.....	18
Figura 5 - Imagens digitais, avaliação da porcentagem de solo exposto. A. Monocultivo de Milho, B.Rotação Milho/Soja, C. Rotação + Consórcio Milho + Braquiária/Soja.....	19
Figura 6 - Imagens digitais, avaliação do volume de raiz de soja no perfil do solo.....	22
Figura 7- Imagens digitais, avaliação do volume de raiz de soja no perfil do solo. Sistema de cultivo: Rotação + Consórcio Soja + Braquiária/Soja.....	23
Figura 8 - Imagens digitais, avaliação da porcentagem de solo exposto. A. Monocultivo de Soja, B.Rotação Soja/Milho, C. Rotação + Consórcio Soja + Braquiária.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Sistemas intensificados de produção.....	3
2.2 Cobertura do solo em sistemas intensificados.....	5
2.3 Sistema radicular das plantas	8
2.4 Análise de raízes	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1 Experimento Milho	17
4.2 Experimento Soja	21
6. REFERÊNCIAS:.....	27

CULTIVO DE MILHO E SOJA EM SOLOS SOB DIFERENTES TIPOS DE MANEJO

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo analisar o cultivo de milho e soja em solos sob diferentes tipos de manejo. Dois experimentos distintos e independentes foram instalados, um para a cultura do milho (faixas 1, 2 e 3) e outro para a cultura da soja (faixas 1, 2 e 3). Respectivas faixas com dimensões de 0,5 ha cada, foram distinguidas por atividades agrícolas anteriores a instalação dos experimentos caracterizando os tratamentos para o experimento milho: Faixa 1 (Milho em monocultura e médio investimento tecnológico em adubação e tratos culturais; Faixa 2 (Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico em adubação e tratos culturais) e Faixa 3 (Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico, com inclusão de braquiária em consórcio nos cultivos de milho e de soja) e, para o experimento soja: Faixa 1 (Soja em monocultura e médio investimento tecnológico em adubação e tratos culturais); Faixa 2 (Milho e soja rotacionados com inclusão de braquiária em consórcio nos cultivos de milho) e Faixa3 (Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico em adubação e tratos culturais). Cinco subáreas georeferenciadas em cada faixa de tratamento foram utilizadas para as avaliações e as médias absolutas obtidas de cada característica avaliada foram analisadas em estatística descritiva. Os materiais utilizados foram a cultivar de soja BRS 7780IPRO híbrido de milho AG8088PRO MAX. Concluiu-se que as características avaliadas (massa de raízes, volume de raiz nos extratos A,B e C do solo, porcentagem de solo exposto, porcentagem de palhada na cobertura do solo, produtividade de grãos, produtividade de palha e biomassa total) tiveram valores absolutos variados indicando tendências.

Palavras chave: rotação de culturas; manejo do solo, cultivo em sucessão

Palavras chave: rotação de culturas; manejo do solo, cultivo em sucessão, milho, soja.

MAIZE AND SOYBEAN CULTIVATION IN SOILS UNDER DIFFERENT TYPES OF HANDLING

ABSTRACT: The objective of this present study was to analyze the cultivation of maize and soybean in soils under different types of management. Two separated and independent experiments were performed, one for maize (strips 1, 2 and 3) and one for soybean (strips 1, 2 and 3). The respective strips had 0.5 ha each and were characterized by agricultural activities prior to the installation of the experiments, being the treatments for the maize experiment: Strip 1 (Maize under monoculture conditions and medium technological investment in fertilization and cultivation), Strip 2 (Maize and soybeans under crop rotation system, and high technological investment in fertilization and cultivation) and Strip 3 (Maize and soybeans under crop rotation system and high technological investment, including intercropped brachiaria in maize and soybean crops) and, for soybean experiment: Strip 1 (Soybean under monoculture conditions and medium technological investment in fertilization and cultivation), Strip 2 (Maize and soybeans under crop rotation system including intercropped brachiaria in maize crops) and Strip 3 (Maize and soybeans under crop rotation system and high technological investment in fertilization and cultivation). Five georeferenced subareas in each treatment strip were used for the evaluations and the absolute averages obtained from each evaluated characteristic were analyzed using descriptive statistics. The materials used were soybean cultivar BRS 7780IPRO and maize hybrid AG8088PRO MAX. It was concluded that the evaluated characteristics (root mass, root volume in extracts A, B and C of soil, soil exposed percentage, straw in the soil cover percentage, grain yield, straw yield and total biomass) showed varying absolute values indicating trends.

Key words: crop rotation; soil management, cultivation in succession, maize, soybean.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de produção são compostos pelo conjunto de sistemas de cultivo, definidos a partir dos fatores de produção. Estes podem ser classificados baseados na complexidade e no grau de interação entre as práticas de manejo adotadas, visando produtividade. Os sistemas de produção são classificados em monocultura, sucessão, rotação, consorciação ou ainda sistema em integração que têm como objetivo maximização do uso da área e dos meios de produção (Hirakuriet al., 2012).

Dentro desses conceitos, visando à intensificação dos cultivos que satisfaçam o aumento na demanda da produção de alimentos enquanto cumpre os padrões de qualidade do ambiente de produção, surge a definição de intensificação ecológica. (Cassman, 1999).

O melhor aproveitamento dos fatores de produção, a redução das perdas de nutrientes, uma maior eficiência produtiva, associadas às bases do plantio direto e ao aumento da rentabilidade, fundamentam o sucesso deste novo conceito de sistema de cultivo.

Assim deve ser realizado um planejamento para execução e sucesso na implantação deste método de manejo.

A escolha de espécies vegetais que possam agregar múltiplos benefícios ao sistema é de grande importância, visto que estas são empregadas com a função de melhorar a qualidade química, física e biológica do solo, proteger a camada mais superficial do solo e favorecer um melhor desenvolvimento e distribuição das raízes no perfil. A manutenção da cobertura na superfície do solo potencializa os processos de aproveitamento de água, incorporação de carbono e ciclagem de nutrientes, culminando em melhorias destes atributos, tornando o ambiente de cultivo mais tamponado e resiliente.

Outro fator a ser considerado neste sistema de produção é adição de matéria orgânica ao solo, influenciando positivamente nas propriedades físicas, químicas e biológicas (Costa et al. 2013).

O sistema radicular das plantas pode ser considerado o principal agente na manutenção da qualidade do solo, sendo um fator determinante na produtividade das culturas. O estudo do comportamento das raízes permite determinar se um cultivo será bem-sucedido ou não uma vez que é através do sistema radicular que as plantas absorvem os nutrientes, água e oxigênio. Deste modo, em condições ideais, quanto mais bem desenvolvidas forem as raízes por área ou volume de solo, melhor será o resultado do cultivo, sendo a caracterização do crescimento e distribuição das raízes fundamental para explicar a resposta da cultura (Santos, 2010).

No entanto, as pesquisas de avaliação do sistema radicular das culturas agrícolas, principalmente em sistemas intensificados de produção, ainda são pouco eficientes devido às dificuldades na reprodução das metodologias, visto que os métodos conhecidos são demorados, trabalhosos e os resultados, geralmente, têm baixa acurácia. Desta forma, é indiscutível a necessidade de mais informações sobre o desenvolvimento e distribuição de raízes de plantas em diferentes solos e diversas condições ecológicas (Vasconcelos et al., 1999). Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar o cultivo de milho e soja em solos sob diferentes tipos de manejo

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas intensificados de produção

A alta demanda de produção de alimento vem exercendo uma pressão sobre a agricultura brasileira e mundial. A necessidade de aumentar a produção faz com que produtores busquem técnicas mais eficiente, tanto no aproveitamento da área quanto no uso de insumos, sem comprometer os recursos naturais (Vilela et al., 2011).

No Brasil, a região do Cerrado é a principal produtora de grãos e é caracterizada pela baixa fertilidade natural dos seus solos. A ampliação das atividades agrícolas nesta região vem provocando o uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos, além de cultivos sucessivos sem rotação de culturas (Soares et al., 2007), causando a degradação dos solos e do ambiente.

Em busca de atender a demanda de produção de alimento de uma forma mais sustentável, a intensificação dos sistemas de produção se tornaria uma forma capaz de satisfazer o aumento na demanda de produção de alimentos enquanto cumpre os padrões aceitáveis de qualidade do ambiente de produção.

A imprevisibilidade climática também é uma das preocupações no atual cenário da agricultura brasileira, que nos últimos anos se tornou muito intensa em determinadas regiões. Alguns atributos adquiridos pelo sistema de produção adotado podem ser capazes de amenizar os efeitos negativos do clima sobre a cultura, a ponto de tornar a planta mais tolerante às adversidades climáticas (Ceccon&Ximenes,2013).

A utilização destes sistemas combinados ao sistema plantio direto estabelecem bases de novos paradigmas na sustentabilidade agrícola. Na região do Cerrado brasileiro, é necessária a implantação de uma exploração agrícola que preconize sistemas conservacionistas do solo, visando melhorias no sistema produtivo e maximizando o uso dos recursos naturais. De acordo com Vilela et al. (2011), em

experimento realizado na região do Cerrado brasileiro, após vários anos de cultivo utilizando espécies de baixa produção de palhada, houve uma significativa perda de matéria orgânica, comprometendo a capacidade produtiva do sistema. O inverso ocorre quando são utilizadas espécies vegetais com alta capacidade de produção de biomassa, influenciando na qualidade química, física e biológica destes solos (Costa et al., 2013).

A intensificação da produção, especialmente de grãos, é uma das estratégias mais promissoras para o desenvolvimento de sistemas eficientes e sustentáveis ao longo do tempo. Entre as modalidades de intensificação ecológica mais comuns no Brasil está o sistema de Safra/Safrinha, com o cultivo consorciado de milho de safrinha com espécies forrageiras tropicais, que possibilitam a longevidade da cobertura do solo, para a semeadura da soja que será realizada no verão (Portes et al., 2000; Jakelaitis et al., 2004). No entanto, algumas regiões não possuem aptidão climática para a implantação deste sistema, como a região central de Minas Gerais.

A introdução da palhada no sistema de produção melhora as condições de conservação da umidade do solo, chegando ao ponto de aumentar a rentabilidade do milho cultivado em sequeiro, principalmente quando as condições ambientais são instáveis (Crusciol et al., 2009), fato importante para reduzir os efeitos negativos dos veranicos que são muito comuns durante o período de produção na região do Cerrado e estão mais intensos nos últimos anos.

A presença de gramíneas aumenta a eficiência de introduzir carbono ao sistema de produção, principalmente em função da grande capacidade de produção de biomassa, da relação C/N da gramínea que conserva por maior tempo a biomassa sobre o solo e ao fato de possuir um sistema radicular mais agressivo com maior capacidade de exploração do solo (D'Andréa et al., 2004, Nunes et al., 2006). Além disso, essa consorciação de culturas com gramínea favorece proteção do solo contra erosão devido

a deposição da cobertura do solo, incrementa a fertilidade do solo, aumenta a ciclagem nutrientes, melhora as condições físicas do solo e controle de plantas daninhas (Calegari, 2008).

Antes da escolha das culturas que vão compor o sistema consorciado, deve-se ter conhecimento sobre a fisiologia de cada uma, a fim de reduzir os efeitos da competição entre plantas (Kluthcouski, 2003; Parizet al., 2011). Outro fato importante a ser considerado é a capacidade de controlar as culturas introduzidas no sistema para não se tornar uma planta invasora nos cultivos em sequência (Reis et al., 2011). Apesar dos benefícios do uso de sistemas intensificados de produção, a adoção destes ainda é relativamente pequena no Brasil (Balbino et al., 2011). Migrar de sistemas especializados para sistemas mais complexos demanda um maior investimento. Estes tipos de manejo adaptam-se a qualquer tamanho de propriedade, desde que as condições edafoclimáticas não sejam restritivas (Vilela et al. 2011).

Assim, é necessária a realização estudos sobre sistemas de manejo que promovam incremento na produtividade visando o aumento da eficiência dos sistemas de produção, que beneficiem quanto à conservação e melhoria das qualidades químicas, físicas e biológicas do solo.

2.2 Cobertura do solo em sistemas intensificados

A cobertura de solo é importante para a proteção da superfície do solo, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas (Costa et al., 2013) e aumentando a eficiência de uso da água. Atualmente, tem-se buscado sistemas de uso do solo que sejam embasados nos moldes do desenvolvimento sustentável, com vertentes econômicas, ecológicas e sociais (Teixeira et al., 2012).

Os restos culturais adicionam matéria orgânica ao solo, favorecendo a atividade microbiana que promovem a liberação de nutrientes e aumentam a absorção pelo

sistema radicular das plantas (Borghi et al., 2006), além de promover a ciclagem de nutrientes que reduz os custos com fertilizantes. Conforme Costa et al. (2013), o aumento da matéria orgânica no solo tem relação positiva com a utilização dos nutrientes, resultando em aumento da produtividade.

A utilização de sistemas de manejo que priorizam o preparo com o mínimo revolvimento do solo e o uso de espécies alternativas a cultura de exploração, como plantas de cobertura, fundamenta a sustentabilidade dos sistemas de produção (Cavaliere et al., 2006).

A adoção do sistema de plantio direto encaixa-se perfeitamente na atual necessidade de utilização sustentável dos recursos do solo, pois este tem como características básicas a rotação de culturas, a manutenção da cobertura do solo com restos vegetais e o revolvimento do solo apenas na linha de semeadura. Além disso, sabe-se que a manutenção da palha na superfície do solo é um dos grandes responsáveis pelo aumento da produtividade e continuidade da exploração agrícola dos solos brasileiros (Costa et al., 2015).

A popularização e a difusão cada vez maior dos sistemas intensificados de produção estão diretamente relacionadas ao sucesso dos sistemas de cultivo em plantio direto. A conservação da palha na superfície do solo atua principalmente na proteção contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo a desagregação, o escoamento superficial, o transporte de sedimentos e, conseqüentemente, a erosão. Os benefícios da palha podem amenizar ainda os efeitos da estiagem, reduzindo a evaporação da água e mantendo o solo úmido por um período mais prolongado (Cruz et al., 2007).

A escolha da planta utilizada como cobertura depende de diversos fatores, como condições climáticas, disponibilidade de sementes na região ou possibilidade de utilização comercial. Assim, é desejável que as plantas de cobertura apresentem alta

capacidade de produção de biomassa e uma elevada resistência quanto à decomposição, que depende da relação C/N (Crusciolet al., 2005) ou ao nível de recalcitrância dos resíduos (Giacomini et al., 2004).

O uso de espécies para a formação de palhada que possuam sistema radicular agressivo permite a continuidade desse sistema sem interrupções, visto que plantas de cobertura proporcionam a descompactação do solo sem o revolvimento, devido à penetração do sistema radicular (Amaral et al., 2004, Santos et al., 2014), além de favorecer a incorporação de carbono em profundidade. Gramíneas do gênero *Urochloa* são comumente utilizadas para a formação de palhada em sistema de plantio direto devido a sua alta capacidade de produção de biomassa, promovendo proteção ao solo por períodos longos (Nunes et al., 2006).

As plantas de cobertura podem ainda promover modificações nos atributos químicos do solo, através da liberação de nutrientes, pela decomposição dos resíduos culturais (Torres et al., 2008), resultando consequentemente na produtividade das culturas de grãos subsequentes.

Em estudo realizado por Fabian (2009), a adição dos resíduos vegetais das plantas de coberturas do solo e sua decomposição e liberação de nutrientes, possibilitaram elevação dos valores de K e Mg e diminuição de H+Al, significativamente, na camada de 0,0-2,5 cm no solo. De acordo com Torres et al. (2005), com o aumento do teor de matéria orgânica no solo têm-se possibilidades de maior suprimento de N às plantas cultivadas, que pode ser adicionado ao solo, via mineralização da matéria seca de plantas de cobertura durante a entressafra.

Em estudo realizado por Ferreira et al. (2009) foi observado que a proteção da superfície do solo, além dos benefícios químicos, tem efeito significativo no desenvolvimento radicular do milho. Oliveira et al. (2002), observou que o rendimento

de grãos da cultura do feijoeiro em sistema de plantio direto é influenciado pelas diferentes palhadas das plantas de cobertura, sendo mais afetado pela espécie produtora de palha que pela sua forma de cultivo.

No entanto, devido às condições climáticas que limitam o acúmulo e a manutenção dos resíduos na superfície do solo durante longo período, a sustentabilidade do sistema de plantio direto no Cerrado é extremamente dependente da definição das espécies vegetais adequadas, para a produção e manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo, além destas representarem um papel fundamental no desenvolvimento das culturas de maior interesse agrônômico.

Assim, estudos de campo, envolvendo o acúmulo de massa e a liberação de nutrientes pela decomposição de resíduos vegetais, com enfoque na distribuição de nutrientes, nos vários compartimentos do sistema palhada-solo, ao longo do tempo, são essenciais (Kliemann et al., 2006, Teixeira et al., 2010).

2.3 Sistema radicular das plantas

A principal função das raízes na estrutura de uma planta são a absorção de água e nutrientes e sustentação. No entanto, podem desempenhar outras funções, como armazenamento de substâncias de reserva, propagação e dispersão, nicho para simbiontes e organismos livres associados, produção de metabólitos secundários e síntese de reguladores vegetais (Ravenet al., 1996). Com isso, é desejável que o sistema radicular das plantas apresente bom desenvolvimento em volume e boa arquitetura, para uma melhor utilização dos recursos disponíveis no solo (Taiz&Zeiger, 2004; Lynch, 1995).

É importante ressaltar que o crescimento e a arquitetura radicular variam amplamente devido às interações dinâmicas com grande número de fatores físicos,

químicos e biológicos no solo (Lynch,1995). Assim, o sistema radicular das plantas pode ser considerado o principal agente na manutenção da qualidade do solo.

Em sistemas de produção a utilização de plantas que apresentam desenvolvimento rápido e distribuição radicular agressiva proporciona uma melhoria significativa e continua nos aspectos relacionados à qualidade do solo e ao desenvolvimento das culturas em sucessão, já que, o tamanho e a morfologia do sistema radicular das culturas estão intimamente relacionados à extração de água e nutrientes (Caires et al., 2001).

Deste modo, as plantas que apresentam um sistema radicular mais desenvolvido, raízes mais finas, bem distribuídas, com maior proporção de pelos absorventes, apresentam uma maior exploração do volume do solo e maior capacidade de absorção, refletindo positivamente na produtividade (Horn et al., 2006).

O bom posicionamento do sistema radicular faz com que a planta aumente a capacidade em explorar recursos do solo, visto que a maioria destes se encontra distribuídos de forma irregular pelo perfil (Lynch, 1995). Através do sistema radicular, é possível explicar a produtividade de uma cultura, pois a sua distribuição em diferentes camadas do solo, sua massa, volume, comprimento e superfície são responsáveis por mudanças na produtividade da parte aérea da planta (Corsi et al., 2001). Por isso, tem se buscado culturas para uso na rotação, as quais proporcionem benefícios, principalmente às culturas produtoras de grãos e ao solo (Suzuki et al., 2007).

Com isso, a avaliação da distribuição do sistema radicular de uma cultura torna-se uma prática fundamental para o diagnóstico da eficiência de sistemas de manejo que visem à otimização da produtividade agrícola. O manejo do solo deve proporcionar às plantas condições adequadas para um bom desenvolvimento do sistema radicular, a fim de permitir a exploração de maior volume de solo (Fante, 1997).

2.4 Análise de raízes

Os métodos de avaliação de produção e distribuição de raízes vem sendo melhorados e atualizados ao longo do tempo, evidenciando a importância do estudo e avaliação do sistema radicular das culturas de valor agrônômico agregado.

O estudo do comportamento das raízes permite determinar se um cultivo será bem-sucedido ou não. É através do sistema radicular que as plantas absorvem do solo os nutrientes essenciais para seu desenvolvimento. Deste modo, em condições ideais, quanto mais bem desenvolvidas forem as raízes por área, volume de solo e profundidade, melhor será o resultado do cultivo, sendo a caracterização do crescimento e distribuição das raízes fundamental para explicar a resposta da cultura (Santos, 2010).

A escolha do método de avaliação das raízes irá depender da cultura, das condições edafoclimáticas, da disponibilidade de mão de obra, dos equipamentos disponíveis e principalmente do objetivo do estudo (Böhm, 1979). Este estudo pode assumir duas direções: o estudo do desenvolvimento de raízes fora do seu substrato natural, ou o estudo das raízes em seu substrato natural por meio dos chamados métodos não destrutivos ou métodos destrutivos.

Estes métodos foram classificados por Böhm (1979): os métodos destrutivos são aqueles que necessitam de remoção de colunas do solo ou escavações de trincheiras ou covas para amostrar as raízes das plantas da parcela experimental. Eles destroem as porções do perfil do solo ou as plantas dentro da parcela. As técnicas não destrutivas permitem o monitoramento contínuo do crescimento da raiz com a profundidade do solo, e por todo o período de crescimento sem destruição da planta ou do solo. Simultaneamente, podem ser medidos os parâmetros de crescimento da parte aérea da planta por todo o período.

Dependendo dos objetivos de estudo, para uma avaliação adequada da distribuição das raízes no perfil do solo, em função de diferentes variáveis de quantificação, a aplicação de um conjunto de metodologias distintas que se complementam pode ser necessária. Com isso, Longsdon&Linden (1992) destacaram a necessidade da ampliação a utilização de técnicas auxiliadas por processamento de imagens e/ou desenvolvimento de novas técnicas, a fim de possibilitar uma melhor compreensão da interface solo-raiz, bem como contribuir para o desenvolvimento de modelos mais complexos sobre a distribuição do sistema radicular (Diggle, 1988).

As metodologias que utilizam técnicas auxiliadas por imagens para avaliar o sistema radicular tem se mostrado como poderosas ferramentas. Crestana et al. (1994) e Jorge et al. (1994) apresentaram novas metodologias auxiliares para o estudo do sistema radicular através da técnica de processamento de imagens, metodologias que também tem se apresentado como relevantes para estes estudos.

Porém, as pesquisas de avaliação do sistema radículas das culturas agrícolas, ainda apresentam pouca expressão na ciência, devido a razões metodológicas, pois os métodos conhecidos são demorados, trabalhosos e os resultados, geralmente, têm baixa acurácia. Entretanto, é indiscutível a necessidade de mais informações sobre o desenvolvimento e distribuição de raízes de plantas em diferentes solos e diversas condições ecológicas (Vasconcelos et al., 1999).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de produção na biomassa de raízes e produtividade das culturas de milho, soja e braquiária.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental localizada a 12 km da cidade de Sete Lagoas, na região central de Minas Gerais, com coordenadas geográficas 19° 28' 30" de latitude sul e 44° 15' 08" de longitude oeste, com altitude de 732 metros, durante os anos de 2015 e 2016.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, cujo clima, segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cwa (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente), temperatura média anual de 21,75°C e precipitação média anual de 1.345,23 mm.

Dois experimentos distintos e independentes foram instalados, um para a cultura do milho (faixas 1, 2 e 3) e outro para a cultura da soja (faixas 1, 2 e 3). Respectivas faixas foram distinguidas por atividades agrícolas anteriores a instalação dos experimentos caracterizando os tratamentos, conforme Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1- Caracterização da área experimental

Experimento 1- Milho	
Faixas (0,5 ha)	Plantio Anterior
Tratamento 1	Milho em monocultura e médio investimento tecnológico em adubação e tratos culturais
Tratamento 2	Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico em adubação e tratos culturais
Tratamento 3	Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico, com inclusão de braquiária em consórcio nos cultivos de milho e de soja
Experimento 2- Soja	
Tratamento 1	Soja em monocultura e médio investimento tecnológico em adubação e tratos culturais
Tratamento 2	Milho e soja rotacionados com inclusão de braquiária em consórcio nos cultivos de milho
Tratamento 3	Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico em adubação e tratos culturais



Figura 1: Imagem digital da área experimental

Para os cultivos da soja e do milho, a área foi previamente descompactada, teve o solo corrigido e fertilidade construída de acordo com análise e objetivos pretendidos. As operações de tratos culturais, semeadura e posterior colheita foram efetuadas mecanicamente para obtenção de dados condizentes ao modelo de lavoura comercial do país.

Não houve delineamento estatístico onde cinco subáreas georeferenciadas em cada faixa de tratamento foram utilizadas para as avaliações. Foram computadas as médias destas subamostras como resultados e os dados obtidos foram analisados em estatística descritiva considerando a média dos valores absolutos de cada resultado.

Os materiais utilizados foram a cultivar de soja BRS 7780IPRO que apresenta ciclo semi-precoce e o híbrido de milho AG8088PRO MAX com ciclo precoce, estes com transgenia para tolerância de lagartas. A inclusão de braquiária *ruziziensis* em consórcio com o milho foi feita junto ao adubo na semeadura e, com a soja, em sobresemeadura no início da fase de maturação dos grãos, na proporção de 10 quilos de semente por hectare.

Tanto para a soja quanto para o milho foram avaliadas as seguintes características:

Massa de raiz: O desenvolvimento do sistema radicular foi avaliado através de dois métodos: o método da trincheira e método do monólito.

O método de avaliação através da abertura de trincheiras teve o perfil analisado por meio do uso de imagens digitais (Jorge e Silva, 2010). Em cada um dos tratamentos foram abertas cinco trincheiras transversais a linha de cultivo, nos pontos anteriormente georreferenciados, onde a parede vertical da trincheira foi posicionada a 0,05 m da planta, expondo a raiz dessa planta através de escarificação com espátula e ferramentas adaptadas, para elevar o contraste de cores entre o solo e as raízes, estas receberão uma fina camada de tinta spray branca (Figura 2). Após a exposição das raízes em seção transversal à linha de cultivo e próxima ao eixo da planta, o perfil foi dividido em quadrículas de 0,05 m, com auxílio de um gride de 0,40 × 0,40 m colocado em pleno contato com o solo (Valadão 2015).



Figura 2- Materiais utilizados para abertura das trincheiras

A fotografia do perfil foi realizada com o uso de câmera digital (14.1 megapixels). Posteriormente, estimadas nas camadas de 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40 m, por meio da técnica de limiarização utilizando o software SAFIRA – Sistema de Análise de Fibras e Raízes, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária, de São Carlos, SP (Jorge & Rodrigues, 2008), volume (mm³) e área (mm²) de raízes em cada quadrícula, conforme mostrado na Figura 3.

As imagens foram ainda corrigidas geometricamente através do uso do programa Q.GIS, e segmentadas em três estratos de profundidade no solo, assim, o extrato A foi dimensionado da superfície do solo, camada 0 até 12 cm, o extrato B, da camada de 12 até 24 cm e o extrato C de 24 até 36 cm, com auxílio do programa IDRISI SELVA. Esta segmentação foi uma adaptação necessária para a utilização do programa SAFIRA.

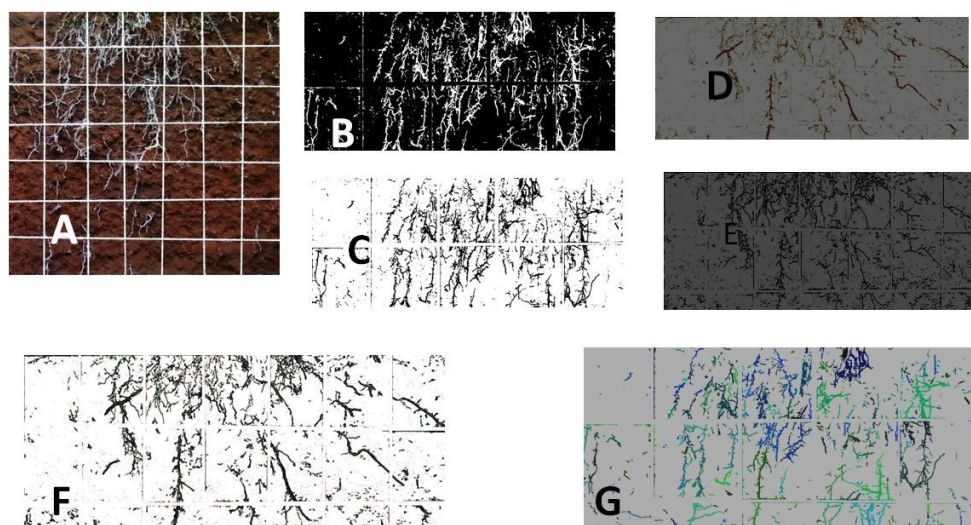


Figura 3- Etapas da análise de imagens digitais de raízes pelo software SAFIRA.

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| A - Imagem retocada | E - Esqueletonização |
| B - Limirização manual | F - Esqueleto colorido |
| C - Inverter cores | G - Identificação de fibras |
| D - Transformada de distância | |

Posteriormente a execução das imagens, a partir da parede do perfil foram retirados em cada trincheira um monólito de 0,032 m³ de volume, com auxílio de uma pá reta (Brasil, 2007). Estas amostras foram peneiradas em malha de 2mm, lavadas e secas à 65° C por 72 horas para obtenção da matéria seca.

Após a colheita mecanizada nas faixas, os restos culturais foram picados e mantidos na superfície do solo, compondo a palhada para o cultivo seguinte. Antes e após cada cultivo, foram avaliadas a percentagem de cobertura do solo de acordo com metodologia descrita em Bataglia et al. (2009) e quantificada a palhada (matéria seca

dos resíduos vegetais) existente em um metro quadrado em cada local georreferenciado. A quantificação da palhada foi efetuada através de imagens digitais (câmera 14.1 megapixels) e processada pelo programa computacional IDRISI SELVA.

Produtividade de Palha: a amostragem foi realizada 45 dias após a colheita das culturas principais, foi utilizado quadro vazado de ferro com 1,0 m² de área interna e o material que se encontravam dentro do quadro foi coletado, posteriormente pesado e extrapolado para t ha⁻¹, determinando-se a produtividade da palhada.

Produtividade de Grãos: foram coletadas espigas em 3 linhas de 3 metros em cada um dos pontos georreferenciados avaliados em todos os talhões. As espigas foram despalhadas e debulhadas, após pesagem, determinou-se o teor de água dos grãos e foi feita a correção para 13% e os dados foram transformados em t ha⁻¹

Biomassa total da planta: para determinação da produção de biomassa foram coletadas plantas inteiras em 3 linhas de 3 metros em cada um dos pontos georreferenciados avaliados em todos os talhões e estas pesadas imediatamente no campo. Os resultados foram extrapolados para produção em t ha⁻¹ de massa verde.

As variáveis Volume de raiz, Porcentagem de solo exposto, Porcentagem de palhada na cobertura do solo foram determinadas a partir das análises das imagens digitais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento Milho

Valores absolutos obtidos de todas as características analisadas tiveram variações indicando tendências (Tabela 2).

Tabela 2 - Massa de raízes (MR), volume de raiz nos extratos A, B e C (VRa, VRb,VRc), porcentagem de solo exposto (PSE), porcentagem de palhada na cobertura do solo (PPS), produtividade de grãos (PG), produtividade de palha (PP) e biomassa total (BMT) em função dos tratamentos.

Tratamento	MR	VR a	VR b	VR c	PSE	PPS	PG	PP	BMT
Faixa 1	1094,0	4313,3	2370,1	1683,7	4,74	95,2	8296,6	10200	15911,1
Faixa 2	1203,5	4938,0	2806,8	1879,2	1,19	98,0	8904,7	10744	17040,0
Faixa 3	1607,8	3917,1	1724,8	1099,0	0	80,8	9868,4	12848	19959,9

Observou-se tendência de a massa da raiz ser maior na Faixa 3 e uma redução do volume da raiz da camada a para a camada c do solo independente do tratamento (Tabela 2).

Por outro lado, a pouca variação do volume de raiz avaliado nos três extratos do solo pode estar relacionada ao veranico ocorrido na metade de dezembro até a metade de janeiro (Figura 4), fazendo com que o sistema radicular do milho não se aprofundasse no perfil do solo, apesar da consorciação com braquiária. A baixa disponibilidade de água causa redução no crescimento, ocasionada pela diminuição da expansão e do alongamento celular devido ao decréscimo da turgescência (Yasseene Alomary, 1994).

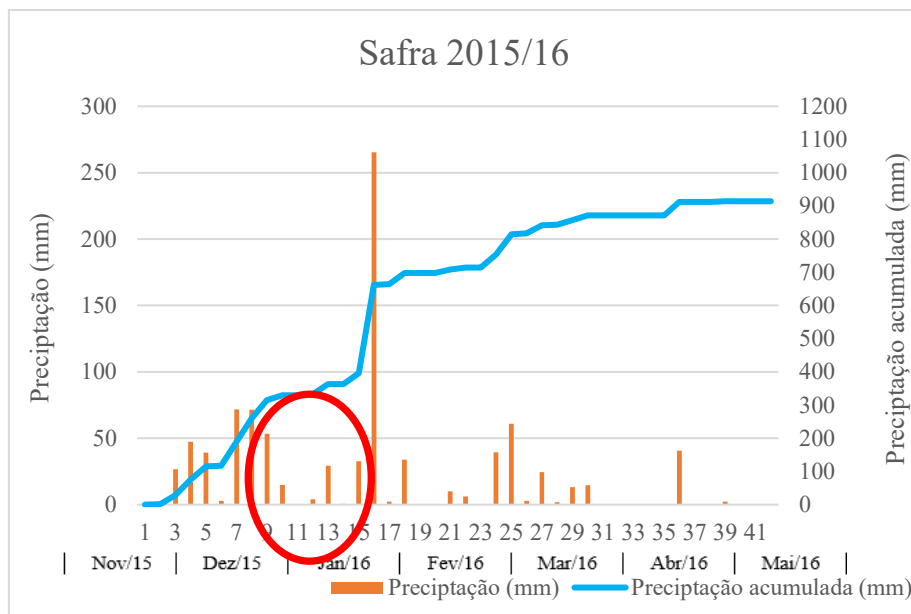


Figura 4- Dados de precipitação pluviométrica (mm) na área experimental em Sete Lagoas – MG, nos anos de 2015 e 2016. A área delimitada em vermelho indica a época onde ocorreu o veranico.

Importante observar (Tabela 2) que os melhores resultados em valores absolutos de produção de grãos, produtividade de palha e biomassa total ocorreu na faixa 3, área antes ocupada com Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico, com inclusão de braquiária em consórcio nos cultivos de milho e de soja.

Vários autores observaram que a produtividade do milho não apresentou diferenças estatísticas significativas quando comparada a sistemas consorciado + rotação ao monocultivo (Portes et al., 2000; Kluthcouski et al., 2000; Silva et al., 2004; Pequeno et al., 2006; Seidell et al., 2014; Mello et al., 2014; Borghi e Crusciol 2007; Santos 2016).

Ferreira et al., (2014), avaliando modalidades de consorciação entre plantas milho e forrageiras, concluiu que a produtividade de grãos do milho foi maior em monocultivo quando comparado a sistemas consorciado. No entanto, Barducciet al. (2009), comparando sistemas consorciados entre milho e forrageiras com milho solteiro

constataram que a produtividade de grãos de milho foi maior nos sistemas milho + braquiária.

Segundo Pereira et al. (2011), cultivos consorciados e rotacionados entre gramíneas e leguminosas com o decorrer do tempo favorecem acúmulo de matéria orgânica e nutriente no solo por meio de processos de mineralização e decomposição, permitindo que esses sistemas apresentem resultados significativos ao longo dos anos, corroborando com a tendência de resultados encontrada neste trabalho.

A porcentagem de solo exposto foi maior em valores absolutos quando o plantio do milho foi realizado na faixa 1 (Milho em monocultura e médio investimento tecnológico em adubação e tratos culturais) com 4,74 % de área exposta, enquanto o tratamento onde houve rotação (Faixas 2) apresentou um valor de solo exposto de 1,19%. Importante observar que o tratamento com rotação + consórcio (Faixa 3) não apresentou porcentagem de solo exposto (Figura 5), ou seja, mostrou ter alta eficiência na cobertura do solo, quando se adota esta estratégia de manejo (Tabela 1). Os resultados concordam com Pacheco e Barros (2004), onde observaram que áreas cultivadas com milho apresentam exposição de solo menor que 10%, mesmo quando cultivado em monocultivo, demonstrando a alta produção de matéria seca da cultura.



Figura 5- Imagens digitais, avaliação da porcentagem de solo exposto. A. Monocultivo de Milho, B.Rotação Milho/Soja, C. Rotação + Consórcio Milho + Braquiária/Soja.

A porcentagem de solo exposto de uma determinada área cultivada está relacionada ao relevo do solo onde o plantio foi realizado, à estratégia de manejo

adotada e à modalidade de semeadura das gramíneas utilizadas quando realizado o consórcio. Cruz et al. (2008) observaram que em áreas de relevo acidentado conduzido em sistema de monocultivo, a porcentagem de solo exposto chega aos 70%. Em trabalho desenvolvido por Chioderoli (2013), a semeadura do milho com braquiária na entrelinha promoveu maior produtividade de massa seca total de palhada, quando comparado com o consórcio de milho com braquiária na linha de semeadura. Assim, essa modalidade de semeadura propicia uma melhor cobertura do solo.

Observou-se em valores absolutos uma maior produtividade de palhada no sistema rotação + consórcio (Tabela 2), produzindo 2,6 t ha⁻¹ a mais que o sistema em monocultivo. A produção média de massa seca da parte aérea foi de 11,3 t ha⁻¹. Esse resultado vai de encontro às análises realizadas através das imagens digitais, onde a maior cobertura do solo dá-se também no tratamento onde ocorre a maior produção de palha.

Conforme Alvarenga et al. (2001), são necessárias 6 t ha⁻¹ de matéria seca na superfície do solo para uma boa cobertura. Já Darolt (1998) preconiza que 6 t ha⁻¹ é a quantidade mínima ideal de massa de matéria seca a ser produzida em um sistema de rotação de culturas, para que os efeitos benéficos da palhada quanto à manutenção e/ou melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo seja manifestado.

Segundo Chioderoli et al. (2010) o aporte anual de massa de matéria seca no solo é variável de acordo com as condições climáticas de cada região. Para as regiões tropicais, com precipitações elevadas e altas temperaturas, o incremento de palha para o plantio direto seja considerado sustentável, na região central do Brasil, deve ser de 10 a 12 t ha⁻¹ (Amado, 2000).

A produção de biomassa de plantas de milho foi maior em termos absolutos quando se utilizou o sistema rotação + consórcio quando comparada aos demais

sistemas de cultivo. Este fato pode indicar uma tendência ao ser justificado pela disponibilização de nutrientes via mineralização da cobertura do solo. Barducci(2009) observou um acréscimo na produção de biomassa e produtividade de grãos em áreas consorciadas de milho + braquiária.

O rápido estabelecimento das plântulas, o maior índice de área foliar e crescimento vegetativo, resultaram na maior taxa de biomassa produzida pela cultura do milho, neste sistema de manejo.

Este sistema de cultivo favorece não só o desempenho da cultura do milho. A produção de massa de matéria seca pelas gramíneas forrageiras utilizadas com a finalidade de realizar a cobertura do solo, juntamente com degradação da biomassa das culturas de grão, atuam de forma benéfica na estrutura química, física e biológica do solo, resultando em um sistema de produção mais eficiente e sustentável.

4.2 Experimento Soja

Valores absolutos obtidos de todas as características analisadas tiveram variações indicando tendências (Tabela 3).

Semelhante ao experimento do milho, observou-se tendência da massa da raiz ser maior na Faixa 3 e uma redução do volume da raiz da camada (a) para a camada (c) do solo independente do tratamento (Tabela 3) (Figura 6).

Tabela 3 – Massa de raízes (MRS), volume de raiz nos extratos A, B e C (VRSa, VRSb,VRSc), porcentagem de solo exposto (PSE), porcentagem de palhada na cobertura do solo (PPS), produtividade de grãos (PGS), produtividade de palha (PPS) e biomassa total (BTS) em função dos tratamentos.

Tratamento	MRS	VRSa	VRSb	VRSc	PSES	PPSS	PGS	PPS	BTS
Monocultura	653,3	4264,3	968,6	167,2B	54,0A	45,9B	3254,3	3404B	7360,0
Rotação	671,0	3211,0	669,5	238,5AB	4,9B	95,0A	3123,5	8472A	7248,8
Rotação + capim	792,3	2386,4	756,2	356,2 ^a	6,1B	93,8A	2768,6	10064A	6693,3



Figura 6 - Imagens digitais, avaliação do volume de raiz de soja no perfil do solo. A. Monocultivo de SOJA, B. Rotação Soja/Milho, C. Rotação + Consórcio Soja + Braquiária/Soja.

Valores absolutos mais acentuados foram observados para as características volume de raiz no extrato C do solo, porcentagem de solo exposto, porcentagem de palhada na cobertura do solo e produtividade de palha, indicando tendências. Para as características massa das raízes, volumes de raízes nos extratos A e B do solo, produtividade de grãos e biomassa total das plantas de soja as variações de valores absolutos foram menos acentuadas não se destacando qualquer tipo de tendência (Tabela 3).

Observou-se ainda uma tendência do volume da raiz ser maior no extrato C do solo (Figura 7).

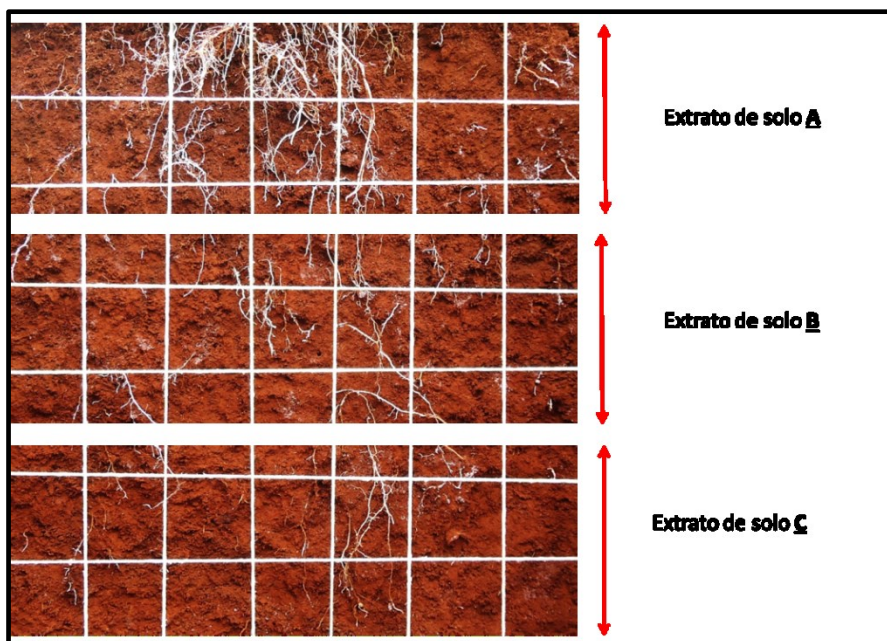


Figura 7- Imagens digitais, avaliação do volume de raiz de soja no perfil do solo. Sistema de cultivo: Rotação + Consórcio Soja + Braquiária/Soja.

Este fato provavelmente pode estar relacionado à profundidade efetiva do sistema radicular das plantas de soja que predominam nas camadas superficiais do solo nos tratamentos sem o uso de consórcio de culturas. O volume de raízes neste extrato tendeu a ser maior quando se utilizou o sistema rotação + consórcio seguido do sistema de rotação em monocultivo de soja (Tabela 3).

Em trabalho desenvolvido por Gregory (1992) foi observado que 70% a 80% da massa de raízes de soja encontram-se nos 15 primeiros centímetros de solo em sistema de monocultivo. Saltonet al.(1999) mostraram que as raízes de soja possuem um maior aprofundamento no perfil do solo em sistema de rotação com gramíneas, ultrapassando os 45 centímetros de profundidade. Sistemas consorciados de cultivo entre gramíneas e leguminosas são capazes de aumentar a quantidade de macroporos no solo favorecendo o aprofundamento do sistema radicular da cultura consorciada.

Em estudo publicado por Salton e Tomazi(2014), após três anos de cultivo de soja consorciada com braquiária, as raízes alcançaram 70 centímetros de

profundidade. Já nas áreas onde o sistema de manejo adotado foi monocultivo, as raízes da soja chegaram apenas até 40 centímetros de profundidade.

Houve uma pequena porcentagem de solo exposto, inferior a 10% quando se utilizou os sistemas rotação e rotação + consórcio, enquanto que no sistema de monocultivo observou-se 54% de solo exposto (Tabela 2, Figura 8)), indicando ai, tendência de maior exposição do solo nesse sistema.

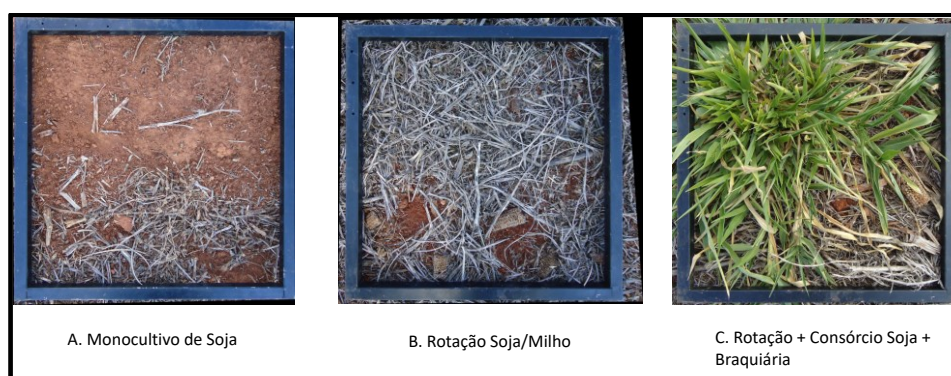


Figura 8 - Imagens digitais, avaliação da porcentagem de solo exposto. A. Monocultivo de Soja, B. Rotação Soja/Milho, C. Rotação + Consórcio Soja + Braquiária

Avaliando a cobertura do solo em dois anos agrícolas, Fabian (2009) observou que em sistemas de cultivo sucessivos de soja tem uma maior constante de decomposição dos resíduos vegetais no solo, assim o sistema de manejo em monocultivo apresenta uma maior exposição de solo.

Alvarenga et al. (2001) constataram que para que o sistema de plantio direto seja considerado sustentável deve-se ter pelo menos 50% da superfície do solo coberta com resíduos vegetais. Assim, com exceção da soja cultivada em monocultivo, os sistemas de manejo adotado no presente trabalho estão dentro o parâmetro determinado para o sucesso da produção em plantio direto.

Em termos de produtividade de grãos observou-se em valores absolutos uma menor produtividade (2,8 t/ha no tratamento 3 (rotação + consórcio), ao contrário do que foi observado para o milho. Este comportamento também foi observado por Silva et

al. (2004), Silva et al. (2006) e Castagnara et al. 2014. No entanto, Pacheco et al. (2008) estudando a consorciação da soja com *B. ruziziensis* e *B. decumbens*, em Minas Gerais, constataram que essas não interferiram na produtividade da soja.

Diversos autores encontraram maior produtividade de grãos em cultivo de leguminosas, em sistemas rotacionados com gramíneas do gênero *B. ruziziensis* (Silveira et al., 2011; Sabundjian et al., 2013; Amaral et al., 2016). O fato da produtividade da soja ter sido menor nos sistemas intensificados de produção quando comparados ao monocultivo, pode ser justificado pelo tempo de implantação dos sistemas de manejo na área. De acordo Franchini et al. (2008), durante a fase inicial do sistema de plantio direto sob palhada de gramíneas, a produtividade da soja pode até ser inferior quando comparada ao sistema de preparo convencional, devido a necessidade de um determinado período para que as melhorias na qualidade do solo proporcionadas pelo sistema de plantio direto se manifestem.

A produtividade de palha no sistema rotação + consórcio e rotação (Faixas 2 e 3) apresentaram em termos absolutos, valores superiores (Tabela 2). Esse fato pode ser explicado devido ao maior incremento de biomassa vegetal realizado pelas gramíneas. Sabe-se que a baixa relação C/N da soja, associada às altas temperaturas da região central de Minas Gerais favorece a rápida decomposição dos resíduos culturais da soja. No entanto, quando esta é cultivada em sistemas consorciados e/ou rotacionados a gramíneas, além de produzir resíduos de relação C/N intermediária, promovem um maior equilíbrio na mineralização do nitrogênio e acúmulo de carbono em profundidade no solo (Calegari, 2008).

A produção de palhada está diretamente relacionada à porcentagem de solo exposto nos sistemas. De acordo com Zillietal(2003) e Franchini(2011) a diversificação de espécies nos sistemas contribuem não só para o aumento da palhada na cobertura do

solo, mas também com o aumento da diversidade biológica, a eficiência na ciclagem de nutrientes, na fixação biológica de N, à diversificação da flora de plantas daninhas e redução no grau de compactação do solo devido a maior atividade de raízes, fornecendo assim uma maior resistência a estresses bióticos e abióticos para as culturas em sistemas intensificados de produção.

5. CONCLUSÃO

Plantio de milho em sucessão a áreas anteriormente cultivadas com milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico, com inclusão de braquiária em consórcio nos cultivos de milho e de soja produziu em valor absoluto, os melhores resultados de volume de biomassa, cobertura de solo, produção de grãos, produtividade de palha e biomassa total indicando tendência nesse sentido.

Tanto o milho quanto a soja quando em cultivo sucessivo a áreas anteriormente cultivadas com milho e soja rotacionados com inclusão de braquiária em consórcio nos cultivos de milho e de soja produziram em valores absolutos, raízes mais profundas indicando tendência nesse sentido. .

Sistemas de rotação e rotação com capim consorciado deixam mais palhada sobre o solo em relação ao monocultivo de soja.

6. REFERÊNCIAS:

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C. & SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, 22: 25-36. 2001.

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. Sete Lagoas - MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80)

AMADO, T.J. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., 2000, Foz do Iguaçu. *Resumos...* Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2000. p.105-111.

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.

AMARAL, C. B. do et al . Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 51, n. 9, p. 1602-1609, Sept. 2016 .

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.867-874, 2000.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L.F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)**. Brasília: Embrapa, 2011. 130p.

BARBOSA TEIXEIRA, M; LOSS, A; GERVASIO PEREIRA, Marcos y PIMENTEL, Carlos. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**[online]. 2012, vol.30, n.1, pp.55-64. ISSN 0718-3429. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000100007>.

BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N.; Produção de Brachiaria Brizantha e Panicum Maximum com milho e adubação nitrogenada. Revista Archivos de Zootecnia, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.

BARDUCCI, R.S. et al .Produção de brachiariabrizantha e panicummaximum com milho e adubação nitrogenada. **Arch. zootec.**, Córdoba , v. 58, n. 222, p. 211-222, jun. 2009 . Disponível em <http://scielo.isciii.es/scielo.php?s_cript=sci_arttext&pid=S0004-05922009000200006&lng=es&nrm=iso>. Acesso em maior de 2017.

BOER, Car A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BÖHM, W. Methods of studying root systems. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188 p.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiariabrizantha* em sistema plantio direto. *Energia na Agricultura*, Botucatu v.21, n.3, p.19-33, 2006.

BORGHI, E; CRUSCIOL, C. A, C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiariabrizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BRAMBILLA, J. A. et al. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 03, 2010.

CAIRES, E. F., FONSECA, A. F., FELDHAUS, I. C., BLUM, J., Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [enlinea] 2001

CALEGARI, A. Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto. **Informações Agronômicas**, v. 122, p. 18-21, 2008.

CARLOS et al . Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 46, n. 10, Oct. 2011 .

CARVALHO, W, P. et al. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.

CASTAGNARA, D. D. et al. Atributos físicos de Latossolo Vermelho sob pousio ou cultivado com forrageiras tropicais sob pastejo. *BioscienceJournal*, v. 28, p. 150-158, 2014.

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.137-147, 2006

CECCON, G; XIMENES, A. Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul. 2006. 2013.

CECCON, G. Milho safrinha com braquiária em consórcio. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. (Comunicado técnico, 140).

CHIODEROLI, C. A., MELLO, L. M. M. DE, GRIGOLLI, P. J., SILVA, J. O. DA R., & CESARIN, A. L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. *Engenharia Agrícola*, 30(6), 1101-1109. (2010).

CHIODEROLI, Carlos Alessandro. Consorciação de Urochloas com milho em sistema plantio direto como cultura antecessora da soja de verão. 2013. xviii, 174 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2013.

CORSI, M.; MARTHA JR., G.B.; PAGOTTO, D.S. Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.838-852.

COSTA, N. R, ANDREOTTI, M, LOPES, K. S. M. , YOKOBATAKE, K. L, FERREIRA, J. P, PARIZ, C. M., BONINI, C. DOS S. B., & LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(3), 852-863. 2015

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; TOZZI, C. L.; TORRENETO, A.; VAZ, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 365-371, 1994.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; BORGHI, E.; MATEUS, G.P. Integração LavouraPecuária: Benefício das gramíneas perenes nos sistemas de produção. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, v.125, n.1, p.2-15, 2009.

CRUZ, C.C.; ALVARENGA, R.C.; NOVOTNY, E.H.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANTANA, D.P.; PEREIRA, F.T.F. & HERNANI, L.C. Sistema plantio direto. EmbrapaMilho e Sorgo. Sistema de produção. VersãoEletrônica – 2007.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. & GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:179-186, 2004.

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M. R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16-45. (IAPAR. Circular, 101).

DIGGLE, A.J. ROOTMAP: a model in threedimensional coordinates of the growth and structure of fibrous root systems. *Plant Soil*, v.105, p.169-178, 1988.

DUDA, G.P.; GUERRA, J.G.M.; MONTEIRO, M.T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M.G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. *ScientiaAgricola*, v.60, p.139-147, 2003.

FABIAN, A. J. Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação. 2009. 83 p. 2009. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

FANTE JR, L. Sistema radicular da aveia forrageira avaliado por diferentes métodos, incluindo processamento de imagens digitais. ESALQ, 1997. 119 f. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) - Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz".

FERREIRA, A.O.; SÁ, J.C.M.; BRIEDIS, C. & FIGUEIREDO, A.G. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. *Pesq. Agropec. Bras.*, 44:173-179, 2009.

FERREIRA, E. A.; COLETTI, A. J.; SILVA, W. M.; MACEDO, F. G.; ALBUQUERQUE, A. N. Desempenho e uso eficiente da terra de modalidades de consorciação com milho e forrageiras. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, p. 22 – 29, 2014.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R. DA; OLIVEIRA, G. C. DE; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.37, n.1, p.22-30, 2007.

FRANCHINI, J. C.; SARAIVA, O. F.; DEBIASI, H.; GONÇALVES, S. L. Contribuição de sistemas de manejo do solo para a produção sustentável da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 58).

FRANCHINI, J, C. et al. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. **Londrina: Embrapa Soja**, 2011.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I.C.; HÜBNER, A.P.; MARQUES, M.G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura no outono/inverno como fonte de nitrogênio ao milho em sistema plantio direto: II. Potencial de fornecimento de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p. 751-762, 2004

GONÇALVES, C.N. & CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 23:307- 313, 1999.

GREGORY, P.J. Crecimiento y funcionamiento de las raíces. In: WILD, A. (Coord.). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russel. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. p.121-175.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCOPIO, S. de O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. de. Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. il.

HORN, D., ERNANI, P. R., SANGOI, L., SCHWEITZER, C., CASSOL, P. C., Parâmetros cinéticos e morfológicos da absorção de nutrientes em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online] 2006

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

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. *Planta Daninha*, v. 23, n. 1, p. 59-68, 2005.

JORGE, L.A.C.; RESENDE, P.C.S.; POSADAS DURANT, A.; FREITAS JUNIOR, E.; CRESTANA, S. Comparação de técnicas de análise de imagens digitais na determinação do comprimento de raízes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., Florianópolis, 1994. Resumos. Florianópolis: SBCS, 1994. p.314-315.

JORGE, L. A. C.; RODRIGUES, A. F.O. Safira: sistema de análise de fibras e raízes. São Carlos: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária, 2008. 21p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24).

LYNCH, J. Root architecture and plant productivity. *Plant Physiology*, Waterbury, v. 109, n. 1, p. 7-13, Sept. 1995.

LONGSDON, S.D.; LINDEN, D.R. Interactions of earthworms with soil physical conditions influencing plant growth. *Soil Science*, v.154, n.4, p.330-337, 1992.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B. & SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesq. Agropec. Trop.**, 36:21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Sistema Santa Fé – tecnologia Embrapa: integração lavourapecuária 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. (Circular técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J. et al. Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Cap.4, p.131-141

MELLO, L. M. M.; LOPES, H. S.; SOUZA, F. H.; YANO, É H. Integração lavourapecuária: produtividade de milho consorciado com forrageiras em diferentes modalidades de semeadura. Resumos. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campo Grande –MS, 2014

NUNES, U.R.; JÚNIOR, V.C.A.; SILVA, E.B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.6, p.943-948, 2006.

OLIVEIRA, T, K.; CARVALHO, G, J.; MORAES, R, N, S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, Aug. 2002.

PACHECO, L. P. PIRES, F. R., MONTEIRO, F. P. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasileira, v. 43, n. 7, p. 815-823, jul., 2008.

PACHECO, E. P., I. DE BARROS. "Uso de imagens aéreas para avaliação da cobertura do Solo em sistemas de Produção de Grãos no Estado de Sergipe. Simpósio Nacional de instrumentação agropecuária. São Carlos, 2014.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M. de; LIMA, R.C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.5, p.875-882, 2011.

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. O.; CAMPO, R. J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 6, p.1397-1412, 2007.

PEREIRA, L. C.; FONTANETI, A.; BATISTA, N. J.; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, V.6, p. 191-200, 2011.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, p.35- 40, 2004.

PITTELKOW, F, K. et al. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Agrarian*, v. 5, n. 17, p. 212-222, 2012.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.1349-1358, 2000.

PEQUENO, D.N.; MARTINS, E.P.; AFFERRI, S.; FIDELIS, R.R.; SIQUEIRA, F.L.T.; Efeito da época de semeadura da *Brachiariabrizantha* em consórcio com o milho, sobre caracteres agronômicos da cultura anual e da forrageira em Gurupi, Estado do Tocantins, *Ciência & Desenvolvimento*, Belém, v. 2, n. 3, 2006.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; CURTS, H. *Biologia vegetal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1996. 728 p.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. *Summaphytopathol.*, Botucatu , v. 37, n. 3, p. 85-91, Sept. 2011 .

SABUNDJIAN, M.T.; ARF, O.; KANEKO, F.H.; FERREIRA, J.P. Adubação nitrogenada em feijoeiro em sucessão a cultivo solteiro e consorciado de milho e *Urochloaruziziensis*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, p.292-299, 2013. DOI: 10.1590/ S1983-40632013000300007.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. Sistema radicular de plantas e qualidade do solo. **Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2014.

SANTOS, D. Distribuição do sistema radicular e produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) fertirrigada por gotejamento subsuperficial. UNESP, 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

SANTOS, F.S. et al. A utilização de plantas de cobertura na recuperação de solos compactados. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.3, n.3, p. 82-91, 2014.

SANTOS, Paulo Ricardo Alves dos. Consórcio de milho com forrageiras: atributos físicos do solo e produtividade. 2016. 84 f. : Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, CE, 2016.

SEIDEL, P. E.; GERHARDT, S. F. I.; CASTAGNARA.; NERES. A. D. M. Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiariabrizantha* em consórcio com o milho, sobre

os componentes de produção e propriedades físicas do solo. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 1, p. 55-66, 2014.

SILVA, A.A.; JAKELAITIS. A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. (Org.). Manejo integrado: integração agricultura pecuária. Viçosa: UFV, 2004. p. 117-169.

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; PAIVA, T. W. B.; SEDIYAMA, C. S. Efeitos de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e Braquiária brizantha. *Planta daninha*, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 429-435, jul./set. 2004.

SILVA, A. C; FREITAS, C. F.; FERREIRA, L. R.; FREITAS. R. S. Dessecação pré-colheita de soja e Braquiária brizantha consorciadas com doses reduzidas de graminicida. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.1, p.37-42, jan. 2006.

SILVEIRA, P.M. da; SILVA, J.H. da; LOBO JUNIOR, M.; CUNHA, P.C.R. da. Atributos do solo e produtividade do milho e do feijoeiro irrigado sob sistema integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.1170-1175, 2011.

SOARES, Wagner Lopes et al. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. ***Ciência & Saúde Coletiva***, v. 12, n. 1, p. 131-143, 2007.

SODRÉ FILHO, Joilson et al. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

SUZUKI, L. E. A. S., ALVES, M. C., & SUZUKI, L. G. A. S. (2007). Rendimento do feijoeiro influenciado por sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho de cerrado- DOI: 10.4025/actasciagron. v29i1. 75. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 29(1), 121-126.

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

TEIXEIRA, M.B. **Teores de nutrientes na palhada e no solo, após o corte das plantas de milho e sorgo**. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010. 48p. (Tese de Mestrado)

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.29, n.4, p.609-618, 2005.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

VASCONCELOS, A.C.M.; CASAGRANDE, A.A.; LANDELL, M.G.A.; BARBOSA, J.C.; DORIZOTTO, P.H.; FOGAÇA, J.F. Desenvolvimento do sistema radicular e produtividades agroindustriais de cana-de-açúcar no Vale do Paranapanema. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina, 1999. Anais... São Paulo, STAB, 1999. p.78-81.

VILELA, Lourival et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

YASSEEN, B.T.; ALOMARY, S.S. An analysis of the effects of water-stress on leaf growth and yield of 3 barley cultivars. *Irrigation Science*, New York, v.14, n.3, p.157-162, 1994.

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C.; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.