



**WEVERTON CAETANO NUNES**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA  
ADUBAÇÃO A LANÇO ANTECIPADA E NA  
LINHA DE SEMEADURA DO FEIJOEIRO EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

**LAVRAS – MG**

**2014**

**WEVERTON CAETANO NUNES**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ADUBAÇÃO A LANÇO  
ANTECIPADA E NA LINHA DE SEMEADURA DO FEIJOEIRO EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Máquinas e Mecanização Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Carlos Eduardo Silva Volpato

**LAVRAS – MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Nunes, Weverton Caetano.

Viabilidade técnica e econômica da adubação a lanço antecipada e na linha de semeadura do feijoeiro em diferentes sistemas de cultivo / Weverton Caetano Nunes. – Lavras : UFLA, 2014.

51 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Carlos Eduardo Silva Volpato.

Bibliografia.

1. Preparo do solo. 2. Sistemas de adubação. 3. Consumo combustível. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.58

**WEVERTON CAETANO NUNES**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ADUBAÇÃO A LANÇO  
ANTECIPADA E NA LINHA DE SEMEADURA DO FEIJOEIRO EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Máquinas e Mecanização Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2014.

Dr. Jackson Antônio Barbosa UFLA

Dr. Gabriel José de Carvalho UFLA

Dr. Carlos Eduardo Silva Volpato  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2014**

A Deus, por me dar forças, e ao meu grande Orientador

## **OFEREÇO**

Ao meu filho Pedro Henrique, a minha esposa Sueli que sempre foi companheira e sempre esteve comigo nos momentos mais difíceis, sempre me incentivando em tudo, muito obrigado, meu Amor.

A minha Mãe Rosa, que sempre me deu carinho e atenção, e fez de tudo para que esse sonho se tornasse realidade, muito obrigado minha Mãe. Ao meu Pai Pedro, pelo grande esforço e dedicação durante a minha formação, e que, além de um grande Pai, é um grande amigo e conselheiro. A minha irmã Wanessa que sempre me apoiou nas minhas decisões, pelo seu carinho e dedicação.

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Engenharia (DEG), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado;

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia da UFLA, em especial ao professor Dr. Carlos Eduardo Silva Volpato, pela orientação, amizade, convivência, paciência, confiança, pelo apoio durante o desenvolvimento dos trabalhos e por toda a transmissão de conhecimentos;

Aos funcionários da Fazenda Palmital, por toda a ajuda e disponibilidade para a realização deste trabalho;

Ao professor Dr. Jackson Antônio Barbosa, por ser meu coorientador e por ter me ajudado muito na realização deste trabalho;

À amiga Lorena De Gennaro e aos amigos e colegas que estiveram sempre ao meu lado e contribuíram para que a conclusão de meu curso fosse possível.

## RESUMO

Com a grande preocupação com os impactos ambientais e dependência de diversos fatores na agricultura e a crescente demanda por alimentos no mundo, a consolidação do sistema de semeadura direta traz grandes benefícios ao meio ambiente, além da redução dos custos de produção, pela desnecessidade das operações como aração, subsolagem, escarificação e gradagem. Com isso, o produtor busca a utilização mais eficiente das máquinas agrícolas para uma melhor viabilidade econômica e a própria sustentabilidade do seu sistema de cultivo. O experimento foi conduzido sobre três sistemas de preparo do solo (convencional, mínimo e direto), combinado com dois sistemas de adubação (lanço e sulco) na cultura do feijoeiro. A área do experimento foi na fazenda Palmital de propriedade da UFLA, em Ijaci - MG, no período de setembro a dezembro de 2013, com o objetivo de estudar o melhor desempenho técnico e econômico do feijoeiro, mediante adubação em pré-semeadura, comparada à adubação na semeadura em função de diferentes sistemas de preparo do solo no período das águas. Utilizou-se delineamento blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3 (dois sistemas adubação e três tratamentos), com quatro repetições, em parcelas de 66 m<sup>2</sup> de área, com dimensões de 3,3 x 20,0m. Os tratamentos utilizados foram: PC: preparo convencional com revolvimento do solo e controle mecânico de plantas daninhas; CM: preparo mínimo com revolvimento mínimo do solo e controle mecânico de plantas daninhas; PD: plantio direto e controle químico de plantas daninhas. Observou-se que o sistema plantio direto com adubação a lanço apresentou menor custo de produção e de consumo horário e por área. Em relação à patinagem, não houve influência dos preparos no cultivo do feijoeiro.

Palavras-chave: Preparo do solo. Sistemas de adubação. Consumo combustível.

## ABSTRACT

With great concern with the environmental impacts and dependence on several factors in agriculture, as well as the growing global demand for food, the consolidation of the tillage system brings great benefits to the environment in addition to reducing production costs due to unnecessary operations such as plowing, subsoiling, chiseling and disking. Thus, the producer seeks the most efficient use of agricultural machinery for a better economic viability and self-sustainability of his farming system. The experiment was conducted on three soil preparation systems (conventional, minimum and direct), combined with two fertilization systems (cast and groove) of the common bean cultivation. The experimental area was located on the Fazenda Palmital, owned by UFPA, in Ijaci - MG, Brazil, in the period from September to December 2013, with the objective of studying the best technical and economic performance of the bean with pre-sowing fertilization, compared to fertilization in sowing in regard to different soil preparation systems during the rainy season. We used a randomized block design in a 2x3 factorial scheme (two fertilization systems and three treatments) with four replicates, in 66 m<sup>2</sup> plots, with dimensions of 3.3 x 20.0 m. The treatments were: CP - conventional preparation with soil disturbance and mechanical weed control; MP - minimum preparation with minimum soil disturbance and mechanical weed control; T - tillage and chemical weed control. We observed that the tillage system with cast fertilization presented lower production cost, and time and area consumption. Regarding the skating, there was no influence of the preparations over the bean cultivation.

Keywords: Soil preparation. Fertilization systems. Fuel consumption.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Preparo do solo.....	13
2.2	Sistema convencional.....	13
2.3	Cultivo mínimo.....	14
2.4	Plantio direto.....	15
2.5	Métodos de adubação.....	17
2.5.1	Adubação na linha de plantio.....	17
2.5.2	Adubação a lanço.....	18
2.6	Semeadora-Adubadora.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1	Campo Experimental.....	21
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	21
3.3	Instalação e condução do experimento.....	22
3.4	Caracterização da Área Experimental.....	23
3.4.1	Composição Química do Solo.....	23
3.4.2	Análise Granulométrica do Solo.....	24
3.5	Máquinas e Implementos Agrícolas.....	24
3.6	Equipamentos e Acessórios.....	26
3.7	Instalação e condução do experimento.....	26
3.8	Características avaliadas.....	27
3.8.1	Patinagem.....	27
3.8.2	Consumo horário de combustível.....	28
3.8.3	Consumo específico de combustível.....	28
3.8.4	Consumo de combustível operacional.....	29
3.8.5	Profundidade de Deposição das Sementes.....	29
3.8.6	Capacidade de campo teórica.....	30
3.8.7	Produtividade.....	30
3.9	Análise econômica.....	31
3.10	Custos das operações agrícolas.....	31
3.11	Metodologia do cálculo.....	32
3.12	Análise estatística.....	35
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	36
4.1	Patinagem.....	36
4.2	Consumo combustível (L.ha <sup>-1</sup> ).....	37
4.3	Capacidade de campo teórica.....	39
4.4	Produtividade Kg.ha <sup>-1</sup> .....	41
4.5	Custo operacional de Instalação da cultura.....	43
5	CONCLUSÃO.....	45

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>
--------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro é uma importante atividade agrícola no Brasil, principalmente quando se leva em conta que essa leguminosa é produzida, principalmente por pequenos e médios agricultores.

Com o crescimento da área cultivada e, principalmente, com os aumentos nas produtividades das culturas, a produção agrícola tem apresentado destaque nos últimos anos, principalmente quanto aos volumes do capital investido pelos produtores. Esse desenvolvimento é o reflexo de novas tecnologias nos mais diversos setores da área agrícola, principalmente no que se refere ao manejo adequado do solo e na seleção correta das máquinas agrícolas. Em decorrência dos altos custos de produção na agricultura, vários agricultores estão buscando sistemas de produção e novas técnicas de manejo que reduzam a demanda energética em todas as operações agrícolas.

O uso e manejo adequado do solo devem proporcionar condições favoráveis para a germinação de sementes, crescimento das raízes e também deve colocar à disposição das culturas, a água e os nutrientes que necessitam, além de contribuir para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

A cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*), por ser reconhecidamente uma importante fonte de proteínas e calorias, por se tratar de um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, estabelecendo em uma das mais importantes explorações agrícolas do Brasil, não só pela área cultivada e pelo valor da produção (SORATTO, 2002). Trata-se de uma importante cultura de inverno, empregada por pequenos e médios agricultores, por proporcionar boa rentabilidade que, além de implementar a geração de empregos é utilizada tanto em sucessão quanto em rotação com outras (MUÇOUÇA, 1994).

No Brasil, o feijoeiro é cultivado em aproximadamente 3,16 milhões de hectares, com produção anual em torno de 3,31 milhões de toneladas em três safras: safra de verão (águas), safra de outono/inverno (seca) e safra (feijão de inverno). A área cultivada foi respectivamente em milhões de ha 1,17; 1,30 e 0,69, a produtividade em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  1114; 951 e 1118, a produção em milhões de toneladas 1,31; 1,24 e 0,77. Apesar de a produtividade média nacional ser baixa, em torno de  $1049 \text{ kg ha}^{-1}$ , a cultura vem sendo explorada numa diversidade de sistemas de produção, obtendo produtividade acima de  $2.500 \text{ kg ha}^{-1}$  no DF. Essa baixa produtividade no país é decorrente de métodos culturais inadequados, variações climáticas, problemas fitossanitários e esgotamento progressivo do solo (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014).

Essa defasagem entre os rendimentos potenciais e os observados na prática pode ser atribuída a diversos fatores, inclusive aos de ordem econômica. Certamente, porém, os níveis de tecnologia adotados por grande parte dos produtores não correspondem às exigências dos cultivares selecionados para semeadura. Conseqüentemente, a transferência das informações fornecidas pela pesquisa, aliada à experiência adquirida, assume relevância crescente, criando condições para atualização constante daqueles que se dedicam à agricultura.

Silva et al. (2006), comentam que métodos de preparo do solo como o reduzido e o plantio direto, vêm sendo adotados em substituição aos convencionais, nos últimos anos no Brasil. Esse sistema caracteriza-se pela pouca movimentação do solo, melhores condições físicas e químicas e na fertilidade do solo, principalmente nas camadas subsuperficiais, diminuição das perdas de solo por erosão, aumento no teor de matéria orgânica do solo, em razão da grande quantidade de resíduos deixados em sua superfície.

A consolidação do sistema de semeadura direta proporciona grandes benefícios ao meio ambiente. Assim, conduziu-se este estudo, com o objetivo de avaliar o melhor desempenho técnico e econômico do feijoeiro, mediante

adubação em pré-semeadura, comparada à adubação na semeadura, nos sistemas de plantio direto, mínimo e convencional.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Preparo do solo**

É um dos maiores índices de utilização da mecanização agrícola, com o objetivo de otimizar as condições para a instalação de culturas e para a germinação das sementes.

Segundo Salvador (2008), o preparo do solo entende-se como um conjunto de operações realizadas com equipamentos mecânicos, desenvolvidos para alcançar melhor desenvolvimento das sementes e das plantas cultivadas no solo.

Segundo Albuquerque et al. (2005) e Campos et al. (1995), o solo para fins agrícolas sob vegetação nativa encontra-se em bom estado de agregação e com teor estável de matéria orgânica. Com a introdução das práticas de cultivo, ocorre a alteração das propriedades químicas, físicas e biológicas nesse solo, sobretudo o teor da matéria orgânica, a atividade e população microbiana e a estabilidade estrutural.

O revolvimento do solo, sendo necessário por causa da compactação, resulta na eliminação de plantas espontâneas e rearranja as partículas do solo, com isso ocorre uma maior aeração e infiltração de água. Entretanto, reduz a estabilidade de agregados, principalmente dos macroagregados (ALBUQUERQUE et al., 2005; ALVARENGA et al., 1986).

### **2.2 Sistema convencional**

Com o preparo inicial do solo, objetiva-se, basicamente, fornecer condições ótimas para a germinação, a emergência e o estabelecimento das plantas. O preparo permite também reduzir a população de plantas invasoras. A

operação deve permitir ainda o aumento da infiltração de água, de modo a diminuir as perdas de água e sedimentos por erosão a um mínimo tolerável. Basicamente, o preparo convencional é realizado em duas etapas, que são o preparo primário e o secundário.

Gabriel Filho et al. (2000), afirmam que o preparo convencional do solo, basicamente, é realizado com aração e gradagem, cujo arado efetua o corte, elevação, inversão e queda, com um efeito de esboroamento de fatias de solo denominadas de leivas. Esse trabalho é complementado pela grade, reduzindo o tamanho dos torrões na superfície, além de nivelar o terreno. Todavia, tal prática pode originar sérios problemas com o passar dos anos.

Segundo Carvalho et al. (2008), o preparo do solo consiste na realização de uma aração, seguida de gradagens para destorroamento e nivelamento.

Rossetto e Santiago (2009) realçam o preparo do solo como o revolvimento de camadas superficiais para reduzir a compactação, incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar os espaços porosos e, com isso, elevar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água. O revolvimento do solo promove o corte e enterrio das plantas daninhas e auxilia no controle de pragas e patógenos do solo e, além disso, esse processo facilita o crescimento das raízes das plantas.

### **2.3 Cultivo mínimo**

Dallmeyer (1994) define que o preparo mínimo ou reduzido do solo é aquele que proporciona menor número de operações que o sistema de preparo convencional, resultando em diminuição das perdas de solo e água e com menor custo de preparo. Segundo a American Society of Agricultural Engineers - ASAE (2005), as expressões cultivo mínimo e preparo mínimo compreendem o

revolvimento mínimo do solo ou o preparo requerido em determinada condição do solo para a produção das culturas.

Para Carvalho et al. (2008), o cultivo mínimo é composto por uma escarificação e tem menor custo de preparo, por não provocar a inversão da leiva, proporciona menor desagregação do solo, tornando-se menos suscetível a erosão e às perdas de água e solo.

O cultivo mínimo para Ortiz-Cañavate (1980), entende-se da realização de um conjunto de preparos, orientado a conseguir a preparação do solo e a semeadura que, normalmente, são separadas, com o mínimo de movimento do terreno para um crescimento adequado das plantas.

Amaral Sobrinho e Mazur (2005) citam, dentre os benefícios de se implantar o cultivo mínimo, a redução da erosão, evitando a degradação do solo e melhora na produtividade das culturas. O uso de adubação verde e o preparo do solo com o mínimo de mobilização são técnicas agrícolas que podem contribuir para diminuir a perda de água e solo e melhorar suas propriedades físicas, como densidade e resistência à penetração.

#### **2.4 Plantio direto**

A adoção do sistema de plantio direto vem se expandindo no país, sendo uma alternativa de substituição ao preparo convencional, podendo contribuir para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas intensivos. Esse sistema caracteriza-se como um dos métodos agrícolas mais eficientes no controle da erosão de solos, pois a palha deixada na superfície altera o microclima e influencia diretamente os processos biológicos que acontecem nesse ambiente (DERPSCH et al., 1991).

A cobertura do solo no plantio direto é muito importante para o feijoeiro, por seu sistema radicular pouco profundo e sua sensibilidade ao déficit

hídrico, em razão da redução de água no solo por evaporação e por sua baixa capacidade de recuperação a estiagens (GUIMARÃES, 1996). Para Spera (2009), sistemas que mantêm quantidade adequada de cobertura vegetal sobre o solo como o plantio direto, durante os períodos mais secos são os mais praticados, em decorrência da maior preocupação com a conservação do solo.

De acordo com Fernandes et al. (2006), as técnicas de conservação do solo e da água são essenciais para manter as características químicas, físicas e biológicas dos solos, que a longo prazo, poderá resultar em maior lucratividade. Para Gasparetto et al. (2009), o sistema plantio direto beneficia a atividade microbiológica do solo, alterações na qualidade da matéria orgânica, bem como sua estruturação, que podem ocasionar a redução da dispersão de argilas, facilitando o desenvolvimento de raízes, melhorando as condições físicas nas camadas superficiais de áreas cultivadas.

Peixoto, Ahrens e Samaha (1997) citam que o sistema de plantio direto é o que mais se aproxima das condições naturais, por não haver revolvimento do solo e a manutenção da cobertura no solo. Dessa forma, com o decorrer do tempo, o sistema desenvolve um gradiente de distribuição com fertilidade elevada na superfície e com diminuição da matéria orgânica com o aumento da profundidade. Salton et al. (1998), reforçam que o sistema de plantio direto baseia-se no não- revolvimento do solo e na sua cobertura permanente, além da rotação de culturas, podendo promover acréscimo na produtividade das culturas. A menor movimentação do solo no sistema de plantio direto proporciona a formação de agregados, conseqüentemente melhora sua estrutura (SILVA; SILVEIRA, 2002).

O sistema de plantio direto, hoje, utiliza o conceito de preparo do solo na linha de plantio ou em faixas, pois as semeadoras adubadoras são equipadas com hastes em cada linha de plantio, podendo chegar a uma profundidade superior a 30 cm. O sistema é de maior custo a curto prazo, pelos aspectos de

implantação, quando os custos resultantes do maior consumo de herbicidas podem superar a economia obtida pelo menor uso de horas máquina e de combustíveis (GASSEN; GASSEN, 1996).

## **2.5 Métodos de adubação**

Entre as formas de distribuição de fertilizantes, as que se destacam são a adubação a lanço antecipada e a adubação na linha de semeadura. A adubação na linha plantio, consiste na aplicação de fertilizantes e sementes ao mesmo tempo e o método de adubação a lanço, consiste em antecipar a aplicação total ou parcial da quantidade de fertilizante requerida, pela cultura, permitindo que o processo de semeadura ocorra de forma mais rápida (CHUEIRI; PAJARA; BOZZA, 2005).

Segundo Guareschi et al. (2008), os atrasos durante a operação de semeadura resultam em decréscimos na produtividade, sendo uma das razões a necessidade de aplicar grandes quantidades de fertilizante no período da implantação da cultura, decorrente disso, há um maior gasto de tempo e número de paradas para abastecimento da semeadora, influenciando, diretamente, na sua capacidade operacional. Portanto, uma das alternativas para contornar esse problema é a antecipação da adubação.

### **2.5.1 Adubação na linha de plantio**

Segundo Malavolta (1981), o sistema convencional de preparo de solo tem sido muito utilizado, desde a invenção da semeadora adubadora, que consiste na aplicação de sementes e de fertilizantes, ao mesmo tempo na linha de semeadura e, com isso, esse procedimento favorece o manejo das culturas.

A aplicação de adubos contendo N, P e K; tem por objetivo atender parte ou toda a demanda dos nutrientes das culturas anuais, como: soja, milho e feijão. Essa aplicação geralmente é realizada com semeadoras que podem utilizar diferentes mecanismos sulcadores, depositando o adubo de forma concentrada abaixo das sementes (COELHO, 1998).

Para Sousa e Lobato (2004), na aplicação de fertilizantes fosfatados para culturas anuais, recomenda-se a aplicação em sulcos para doses inferiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o que possibilita melhor uso do P do fertilizante solúvel em água, além da praticidade da operação junto à semeadura. No caso de doses superiores, a aplicação de fertilizantes fosfatados a lanço deve ser utilizada.

Segundo Kurihara e Hernani (2011), a adubação antecipada só deve ser realizada em solos que apresentam elevada fertilidade, pois no sistema de plantio direto, solos com baixa fertilidade, a adubação P K, deve ser aplicada no sulco de semeadura.

### **2.5.2 Adubação a lanço**

Nesse sistema, a adubação é aplicada antes da semeadura, proporcionando uma redução no tempo gasto para o abastecimento da semeadora, possibilitando uma redução do número de equipamentos, nos custos operacionais e totais e aumento na receita líquida, se comparado ao sistema tradicional (MATOS; SALVI; MILAN, 2005). Essa técnica tem sido bastante empregada na agricultura do Brasil, porém são poucos estudos que fazem referência à eficiência em relação a outras técnicas de adubação (SEGATELLI, 2004).

Segundo Kurihara e Hernani (2011), a antecipação da adubação tem sido adotada pelos agricultores em áreas cultivadas em plantio direto. Essa alternativa de fertilização busca aproveitar ao máximo as condições favoráveis de umidade

do solo, para a realização da semeadura. Com isso, consegue-se elevar o rendimento operacional da semeadora pela ausência da necessidade de abastecimento com fertilizante, principalmente quando está ensacado.

A aplicação antecipada de fertilizantes pode ser uma opção para tornar mais rápida a operação de semeadura (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 1999). Coelho, Cruz e Pereira Filho (2002), verificaram que a aplicação do N em pré-semeadura tem apresentado determinadas vantagens em relação a maior flexibilidade no período de execução da adubação, melhores rendimento e menor custo operacional das máquinas.

Segundo Guareschi et al. (2008), a adubação a lanço antecipada é utilizada para aumentar a eficiência da operação de plantio, facilitando que todo o fertilizante fosfatado entre em contato com o solo, o que promove elevada fixação do P e, conseqüentemente, reduz seu aproveitamento pela planta.

## **2.6 Semeadora-Adubadora**

A eficiência e o desempenho das máquinas semeadoras na qualidade da semeadura de uma cultura é de grande importância na implantação da cultura e uma boa produtividade, garantindo um estande final adequado de plantas (SCHMIDT et al., 1999).

Comparando velocidades de 4; 6,1 e 8 km.h<sup>-1</sup>, Mahl et al. (2004) observaram eficiências semelhantes na distribuição de sementes de milho nas menores velocidades utilizadas, ambas significativamente melhor que na velocidade de 8,1 km.h<sup>-1</sup>.

Furlani et al. (2005), avaliaram a capacidade operacional de uma semeadora-adubadora, utilizando velocidades diferentes durante a operação de plantio, observaram que, na velocidade de 7 km.h<sup>-1</sup>, houve aumento na patinação dos rodados e nos consumos de combustível por hora e por área,

porém o maior valor de capacidade operacional também foi observado na maior velocidade de operação.

No trabalho realizado por Cortez et al. (2008), onde foram mensurados: consumo horário de combustível, consumo específico, consumo efetivo, capacidade de campo efetiva, consumo de energia e patinação, foi avaliado o desempenho de um trator agrícola nos sistemas de preparo do solo (direto e convencional), juntamente com três velocidades (4,5 e 7 Km.h<sup>-1</sup>). Os resultados obtidos indicaram que não houve diferença significativa, relacionada aos parâmetros de desempenho do trator, mas, em relação às velocidades, a maior velocidade incrementou a capacidade de campo efetiva e o consumo horário, porém, diminuíram o consumo efetivo e específico e o tempo efetivo de trabalho por hectare.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Campo Experimental**

O trabalho foi conduzido na área da fazenda Palmital de propriedade da UFLA, localizada no município de Ijaci (MG), no período de setembro a dezembro de 2013. O município localiza-se no sul do estado de Minas Gerais, coordenadas geográficas de latitude 21° 16' S e de longitude 44° 91' W, situado a 853 m de altitude. Nessa região, a classificação do clima é Cwa, segundo Köppen e Geiger, temperado úmido com inverno seco, com temperatura média 20,4°C e a pluviosidade média anual de 1508mm.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho – Amarelo – Lvad (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013).

A área experimental foi cultivada nos últimos anos em um sistema de preparo conservacionista por feijão e milho, sendo que o experimento foi instalado após a colheita do milho.

Neste trabalho, utilizou-se a combinação de três sistemas de preparo do solo com dois sistemas de adubação, avaliando-se os seguintes conjuntos.

#### **3.2 Delineamento experimental e tratamentos**

O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 2x3 (dois sistemas adubação e três tratamentos) com quatro repetições. Os sistemas de adubação foram: L: adubação a lanço; S: adubação na linha de plantio. Os tratamentos utilizados foram: PC: semeadura convencional do feijoeiro, com revolvimento do solo e controle mecânico de plantas daninhas; CM: sistema de cultivo mínimo do feijoeiro, com

revolvimento mínimo do solo e controle mecânico de plantas daninhas; PD: semeadura do feijoeiro em sistema de plantio direto e controle químico de plantas daninhas.

Tabela 1 Descrição dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamento	Descrição
T15; T19; T21; T23	(CAL) Convencional com adubação a lanço
T14; T18; T20; T24	(MAL) Mínimo com adubação a lanço
T13; T16; T17; T22	(DAL) direto com adubação a lanço
T1; T6; T9; T12	(CAS) convencional com adubação na linha
T2; T5; T8; T10	(MAS) mínimo com adubação na linha
T3; T4; T7; T11	(DAS) direto com adubação na linha

### 3.3 Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental possuía 20 m de comprimento e largura de 3,3 m em parcelas de 66 m<sup>2</sup> de área, sendo que, entre os blocos, foi deixado um carreador com 10 m de largura, a fim de permitir as manobras e estabilização dos equipamentos antes do início da aquisição dos dados. Na Figura 1, mostra-se o esquema da implantação do experimento em campo.

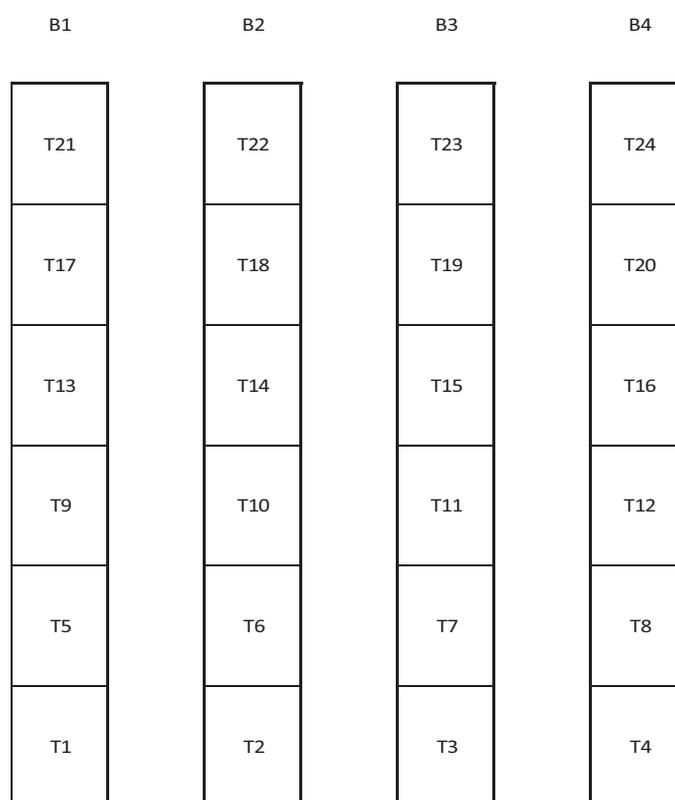


Figura 1 Croqui da área experimental do experimento

### 3.4 Caracterização da Área Experimental

Caracterização da Área Experimental favor alterar para “Parâmetros para determinar as características do solo da área experimental”, ai não precisa de texto depois desse subtítulo.

#### 3.4.1 Composição Química do Solo

Retiraram-se dez amostras de solo da área experimental, na faixa de 0,00 a 0,20 m de profundidade, resultando em uma amostra composta. Utilizou-se o

trado tipo holandês para coletas das amostras. As características químicas foram determinadas para a caracterização do solo. As análises da composição química do solo foram realizadas no Laboratório de Análises do Solo da UFLA.

Tabela 2 Características químicas do solo na camada 0-0,20m, antes da instalação do experimento na área, no ano agrícola 2013

PH	M.O. (dag kg <sup>-1</sup> )	P res	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V (%)
5,7	2,74	8,68	52	2,3	0,6	2,9	3,3	34,8	51,15

Análises realizadas no Laboratório de Análise do Solo da UFLA.

### 3.4.2 Análise Granulométrica do Solo

Foram retiradas doze amostras de solo para a determinação da granulometria, sendo coletadas em pontos distintos da área do experimento na faixa de 0,00 a 0,20m de profundidade. A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Análises do Solo da UFLA e classificada como textura argilosa.

Tabela 3 Classificação do solo

Argila	Silte ---dag.kg <sup>-1</sup> ----	Areia
47	7	46

Análises realizadas no Laboratório de Análise do Solo da UFLA

### 3.5 Máquinas e Implementos Agrícolas

Neste trabalho, utilizou-se como fonte de tração um trator Valtra A950 4x2 com tração dianteira assistida (TDA), um arado de discos reversíveis, uma

grade - niveladora, um pulverizador de barras e uma semeadora adubadora de precisão Jumil.

Tabela 4 Especificações técnicas dos tratores utilizados no experimento

Especificação técnica		Trator e descrição
		John Deere
Modelo		A950
Tração		4x2 (TDA)
Potência nominal	kW	69,80
(a 2200 rCM)	CV	95
Massa (kg)	Sem lastro	3750
	Com lastro	4500

As aplicações de herbicidas foram realizadas com o pulverizador da marca K.O., o qual possui tanque com capacidade para 600 L, massa de 460 kg e barra de 12 m com 26 bicos.

Nas operações de preparo do solo, foi empregado o arado com 3 discos de 0,66 m de diâmetro, com largura de corte de 0,80 a 0,90 m e massa de 506 kg, marca Baldan.

Para o plantio, foi utilizada uma semeadora-adubadora da marca Jumil JM2680PD de arrasto com 6 linhas espaçadas de 0,55 m e massa de 2370 kg com mecanismo dosador pneumático a vácuo para a distribuição de sementes. Para a distribuição do fertilizante, a semeadora possui mecanismo de rosca sem fim com hastes sulcadoras. A capacidade do depósito de adubo é de 540 kg e capacidade do depósito de sementes de 250 kg, a máquina é dotada de haste que abrem os sulcos para distribuição de adubos e de discos para sementes, com rodas controladoras de profundidade e rodas compactadoras em "V".

### 3.6 Equipamentos e Acessórios

- a) Câmera Digital
- b) Fluxômetro
- c) Processador de fluxo eletromecânico
- d) Trena
- e) Cronômetro Digital

### 3.7 Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental possuía 20 m de comprimento e largura de 3,3 m em parcelas de 66 m<sup>2</sup> de área, sendo que, entre os blocos, foi deixado um carreador com 10 m de largura, a fim de permitir as manobras e estabilização dos equipamentos antes do início da aquisição dos dados. Na Figura 1, mostra-se o esquema da implantação do experimento em campo.

A semeadora-adubadora foi regulada para distribuir aproximadamente 255.000 sementes por hectare. Utilizou-se o fertilizante NPK 8-28-16, na dosagem de 400 kg ha<sup>-1</sup>. Para a adubação de cobertura, foi utilizado o fertilizante NPK 30-0-20, na dosagem de 400 kg ha<sup>-1</sup>.

Os sistemas de preparo do solo, de forma geral, possuíram as seguintes características:

- a) Preparo convencional do solo: Mobilização do solo com o arado de discos e, em seguida, uma passagem com grade de discos niveladora, utilizando-se no plantio a semeadora-adubadora;
- b) Cultivo mínimo: Mobilização do solo com duas passagens com grade de discos niveladora, realizando-se o plantio com a semeadora-adubadora;

- c) Plantio direto: Aplicação de herbicida com uma dosagem de 2,5 L ha<sup>-1</sup> de Glifosato e depois, realização do plantio, utilizando-se a semeadora-adubadora.
- d) Adubação a lanço: Aplicação da adubação antecipada com adubador pendular 10 dias antes do plantio
- e) Adubação na linha de plantio: utilizando-se a semeadora-adubadora.

### 3.8 Características avaliadas no experimento

As características avaliadas estão apresentadas nos tópicos a seguir.

#### 3.8.1 Patinagem

A patinagem do trator foi determinada, utilizando-se a relação entre os tempos médios registrados com carga e o tempo médio registrado sem carga para cada condição pesquisada. Os tempos com carga e sem carga foram obtidos por cronômetro digital, obedecendo às mesmas condições de marcha e rotação do motor. A patinagem do trator foi calculada de acordo com a equação (1).

$$P = \left(1 - \frac{T_{sc}}{T_{cc}}\right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

P = patinagem (%)

T<sub>cc</sub> = tempo médio gasto para percorrer o comprimento da parcela com carga, em s

T<sub>sc</sub> = tempo médio gasto para percorrer o comprimento da parcela sem carga, em s

### 3.8.2 Consumo horário de combustível

O consumo de combustível foi registrado por meio do fluxômetro eletromecânico, por meio de pulsos elétricos que foram transformados em ml/seg pelo fluxômetro digital e enviados para display, onde foram registrados o valor da parcela e após, a anotação do valor foi resetado. Os dados anotados foram convertidos em litros por hora, em função do consumo registrado pelo fluxômetro, da densidade do óleo diesel ( $0,84 \text{ g.ml}^{-1}$ ) e do tempo de consumo por parcela, conforme a equação (2).

$$Ch = \frac{c}{\delta} \quad (2)$$

Ch= consumo horário médio de combustível,  $\text{L ha}^{-1}$

c = consumo de combustível médio registrado nas parcelas,  $\text{mg.s}^{-1}$

$\delta$  = densidade do óleo diesel,  $\text{mg.L}^{-1}$

### 3.8.3 Consumo específico de combustível

O cálculo do consumo específico de combustível, por unidade de potência na barra de tração, será realizado conforme a equação (3) abaixo:

$$\frac{Cec}{Pb} = Ch \times \delta \quad (3)$$

Cec= consumo específico,  $\text{gcv.h}^{-1}$

Ch= consumo horário com base em volume em  $\text{L h}^{-1}$

$\delta$ = densidade do combustível em g L<sup>-1</sup>

Pb= potência da barra de tração, cv

#### 3.8.4 Consumo de combustível operacional

Para o cálculo do consumo de combustível operacional, empregou-se a equação (4):

$$Co = \frac{Ch}{Cct} \quad (4)$$

Em que,

Co = consumo operacional (L.ha<sup>-1</sup>);

Ch = consumo horário (L ha<sup>-1</sup>); e

Cct = capacidade de campo teórica (ha.h<sup>-1</sup>).

#### 3.8.5 Profundidade de Deposição das Sementes

Foi determinada, após o plantio de cada parcela, medindo-se um metro da linha de plantio por unidade experimental, para que fosse encontrada a profundidade de plantio por sistema de tratamento.

Com o auxílio de uma espátula, retirou-se o solo até que encontrou-se a semente. Com uma trena, mediu-se o a profundidade de deposição de semente, encontrando-se em média 4cm de profundidade nos sistemas estudados.



Figura 2 Foto da profundidade da semente

### 3.8.6 Capacidade de campo teórica

A capacidade de campo teórica média foi determinada em função das velocidades de deslocamento dos conjuntos e pela largura da faixa trabalhada, conforme a equação (5).

$$Cct = \frac{V \times L}{10} \quad (5)$$

Cct= capacidade de campo teórica, ha.h<sup>-1</sup>

V= velocidade de deslocamento do conjunto, Km.h<sup>-1</sup>

L= largura da faixa trabalhada pelo conjunto, m.

### 3.8.7 Produtividade

A determinação da produtividade dentro da parcela, foi feita em uma área de 13,2 m<sup>2</sup> (4 linhas de 6 metros). O material foi coletado e identificado e

separado para a secagem até a umidade de 13%. Foi feita a pesagem e calculada a produtividade por hectare.

### **3.9 Análise econômica**

Para o custo de produção, que é definido com a soma dos recursos para produzir um determinado produto em um certo período de tempo, foi usado como base teórica, na presente análise, o custo para a implantação da lavoura. Os preços das máquinas e implementos utilizados, neste estudo, foram levantados na região do sul de Minas, em janeiro de 2014. Nos cálculos utilizados para a análise econômica do custo operacional dos tratores, considerou-se a classificação tradicional de custos em fixos e variáveis citados e descritos por Pacheco (2000) com algumas adaptações.

### **3.10 Custos das operações agrícolas**

Todos os gastos das operações agrícolas necessárias à cultura estudada foram quantificados, visando a estimar o custo para implantação da cultura. Foi utilizada a Tabela 4 para efeito de cálculo.

Tabela 5 Velocidades de trabalho e eficiências de campo (Ec%) para operações com diferentes máquinas e implementos agrícolas

Equipamento	velocidade (km/h)	Ec (%)
Arados	4 - 8	70 - 85
Grades Pesadas	5 - 7	70 - 90
Grades niveladoras	7 - 9	70 - 90
Escarificadores	5 - 8	70 - 85
Subsoladores	4 - 7	70 - 90
Enxadas rotativas	2 - 7	70 - 90
Semeadoras de sementes miudas	4 - 8	65 - 80
Semeadoras de sementes graudas (de precisão)		
Plantio direto	3 - 7	50 - 75
plantio convencional	4 - 8	50 - 75
Cultivadores	3 - 5	70 - 90
Pulverizadores	5 - 8	60 - 75
Colhedoras de arrasto	3 - 6	60 - 75
Colhedora combinada automotriz	3 - 6	65 - 80
Colhedora de forragem	4 - 7	50 - 75
Ceifadoras	6 - 9	75 - 85

Retirado de Pacheco (2000).

### 3.11 Metodologia do cálculo

Na metodologia utilizada para o cálculo do custo operacional dos tratores, considerou-se a classificação tradicional de custos em fixos e variáveis descritos por Pacheco (2000), com algumas adaptações.

Tabela 6 Vida útil de máquinas e implementos agrícolas

Equipamento	Vida útil (horas)	Vida útil (anos)	Uso por ano (horas/ano)
Tratores	10000	10	1000
Arados	2000	5	400
Grades	2000	5	400
Escarificadores	2000	5	400
Subsoladores	2000	5	400
Enxadas rotativas	2000	5	400
Semeadoras de sementes miudas	1200	5	240
Semeadoras de sementes graudas (de precisão)			
Plantio direto	1200	5	240
plantio convencional	1200	5	240
Cultivadores	2000	5	400
Pulverizadores	1200	5	240
Colhedoras de arrasto	8000	10	800
Colhedora combinada automotriz	8000	10	800
Colhedora de forragem	2500	10	250
Ceifadoras	2000	10	200

**a) Custo Fixo Horário (CFH)**

O custo fixo horário do conjunto mecanizado foi calculado sobre o valor mercado do bem de capital ao longo da sua vida útil, e convertidos em custo fixo horário (CFH), através do tempo em horas trabalhadas. Os cálculos realizados para a obtenção, foram: Depreciação, Alojamento, Seguros, Juros

$$Cfh(R\$ /h) = \text{Depreciação} + \text{Alojamento} + \text{Seguro} + \text{Juros}$$

$$D(R\$/h) = \frac{\text{valor atual-valor final}}{\text{vida útil}}$$

$$\text{Aloj}(\text{R}\$/\text{h}) = \frac{\text{valor atual} \times 1\% \text{ a.a (taxa de alojamento)}}{\text{horas/ano}}$$

$$\text{Seg}(\text{R}\$/\text{h}) = \frac{\text{valor atual} + \text{valor final} \times \text{tx seguro (\%a.a)}}{\text{h trab/ano}}$$

$$\text{Juro}(\text{R}\$/\text{h}) = \frac{\text{valor atual} + \text{valor final} \times \text{tx juros (\%a.a)}}{2 \times \text{h trab/ano}}$$

#### **b) Custo Variável Horário (CVH)**

O custo variável horário é obtido com base nos custos da manutenção, em itens como: óleos lubrificantes, filtros, pneus, combustível, pequenos reparos e/ou troca de peças e mão de obra.

$$\text{Cfv}(\text{R}\$/\text{h}) = \text{Manutenção} + \text{Graxa} + \text{M.O.} + \text{Lubrificante} + \text{Combustível}$$

$$\text{Manutenção} = \frac{\text{valor atual}}{\text{vida útil}}$$

$$\text{Cons graxa}(\text{R}\$/\text{h}) = 0,05(\text{kg/h}) \times \text{preço graxa}(\text{R}\$/\text{l})$$

$$\text{M.O}(\text{R}\$/\text{h}) = \frac{(\text{salário}(\text{R}\$/\text{mês}) \times 12) + (\text{salário}(\text{R}\$/\text{mês}) \times 12 \times \text{tx enc})}{\text{horas trabalhadas / ano}}$$

Equação proposta pela ASAE

$$\text{Cons lub}(\text{R}\$/\text{h}) = 0,00043 \times \text{pot TDP (CV)} + 0,02169$$

Equação proposta pela ASAE para tratores potência na TDP menor 200cv

Cons comb(R\$/h)=0,151 x pot TDP (CV) x preço litro

$$M.O(R\$/h)=\frac{(\text{salário}(R\$/\text{mês}) \times 12) + (\text{salário}(R\$/\text{mês}) \times 12 \times \text{tx enc})}{\text{horas trabalhadas / ano}}$$

### **3.12 Análise estatística**

Os dados serão analisados, por meio da análise de variância, empregando o teste “F” e as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% probabilidade. Para a realização das análises estatísticas, foi utilizado o software estatístico SISVAR.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 Patinagem

Os dados apresentados na Tabela 7 e Quadro 1 de análise de variância de patinagem permitiram verificar que não houve diferença entre os tratamentos e os sistemas ao teste Tukey 5%. O coeficiente de variação foi de 8,33%.

FV	GL	SQ	QM
SISTEMA	2	0.000108	0.000054
ADUBACAO	1	0.000067	0.000067
SISTEMA*BLOCO	6	0.000292	0.000049
ADUBACAO*SISTEMA	2	0.000058	0.000029
erro	12	0.000458	0.000038
Total corrigido	23	0.000983	
CV (%) =	8.33		
Média geral:	0.0741667	Número de observações:	24

Quadro 1 Quadro de análise de variância

Tabela 7 Valores médios de patinagem nos três sistemas de preparo de solo

Sistema de Preparo	LANÇO	SULCO
	%	
PC	7,5 Aa	6,75 Aa
Mínimo (CM)	7,55 Aa	7,50 Aa
Direto (PD)	7,75 Aa	7,55 Aa
Média	7,6	7,27
C.V. (%)	17,23	

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

Cortez et al. (2008), com o objetivo de avaliar o desempenho de um trator agrícola sob dois sistemas de preparo do solo (plantio direto e

convencional), juntamente com três marchas na operação de semeadura da crotalaria, encontraram o valor de 8,5 % de deslizamento no rodado do trator, durante a semeadura sobre o plantio direto. Valor este próximo do encontrado neste trabalho.

Furlani et al. (2005) observaram diminuição da patinação com o aumento da velocidade, quando avaliaram o desempenho de uma semeadora-adubadora no sistema plantio direto.

#### 4.2 Consumo combustível (L.ha<sup>-1</sup>)

A análise de variância do comportamento do consumo de combustível, de acordo com o teste F, mostrou-se significativa para os três sistemas de preparo do solo, mas não houve diferença entre os tratamentos. O coeficiente de variação foi de 7,95%. Segundo Gomes (1985), considera-se aceitável um coeficiente de variação de 20%, em experimentos de campo, indicando boa precisão experimental para os dados analisados.

FV	GL	SQ	QM
SISTEMA	2	6683.478158	3341.739079
ADUBACAO	1	3.720938	3.720938
SISTEMA*BLOCO	6	57.027142	9.504524
ADUBACAO*SISTEMA	2	6.484575	3.242288
erro	12	41.850883	3.487574
Total corrigido	23	6792.561696	
CV (%) =	7.95		
Média geral:	23.4995833	Número de observações:24	

Quadro 2 Quadro de análise de variância (L.ha<sup>-1</sup>)

De acordo com os dados da Tabela 8, o consumo médio de combustível entre os três sistemas de preparo do solo no sistema de adubação a lanço e no sulco de plantio foram, respectivamente, 23,89 e 23,10 L ha<sup>-1</sup>, sendo observada

diferença significativa entre os três sistemas de preparo. O plantio convencional (PC) apresentou o maior consumo de combustível, seguido pelo Preparo Mínimo (CM) e pelo Plantio Direto (PD), respectivamente. Isso pode ser explicado pelo tempo de execução das operações para a implantação da cultura.

Tabela 8 Valores médios de consumo de combustível total em três sistemas de preparo de solo

Sistema de Preparo	LANÇO	SULCO	LANÇO	SULCO
	L ha <sup>-1</sup>		R\$ ha <sup>-1</sup>	
PC	46,74 Aa	44,55 Aa	107,50 Aa	102,47 Aa
Mínimo (CM)	19,72 Bb	19,25 Bb	45,36 Bb	44,28 Bb
Direto (PD)	5,22 Cc	5,51 Cc	12,01 Cc	12,67 Cc
Média	23,89	23,10	54,96	53,14
C.V. (%)	7,95			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Custo do combustível R\$2,30.

Analisando os resultados, Mahl et al. (2004) na semeadura da cultura do milho, perceberam que a variação de velocidade de deslocamento surtiu efeito sobre o consumo de combustível. À medida que se aumentou a velocidade, houve redução significativa do consumo de combustível em função da área, por meio do aumento da velocidade de 4,4 para 8,1 km h<sup>-1</sup> conseguiu-se uma redução de 26% no consumo de combustível por área trabalhada.

Segundo Silveira (2008), com o objetivo de otimizar o desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora-adubadora em sistema de plantio direto em função de diferentes velocidades, observa-se que, à medida que aumenta a velocidade de operação, o consumo de combustível por área trabalhada diminui em 25,66% da maior para a menor velocidade de operação.

Cortez et al. (2008), avaliando o desempenho de um trator agrícola em sistemas de preparo (convencional e plantio direto), na operação de semeadura da crotalária, constataram que o consumo de combustível por área foi da ordem de  $6,9 \text{ L ha}^{-1}$  iguais para os dois sistemas de preparo.

Nos resultados encontrados por Rodrigues (2009), para o sistema convencional, foram obtidos  $30,70 \text{ L ha}^{-1}$  e para o cultivo mínimo foram obtidos  $21,75 \text{ L ha}^{-1}$  quando analisou-se o desempenho operacional e energético em sistemas de preparo do solo e velocidades de semeadura da cultura do sorgo.

Valores parecidos foram encontrados por Fernandes e Gamero (2010), para o preparo convencional  $30,75 \text{ L ha}^{-1}$  e para o cultivo mínimo  $21,75 \text{ L ha}^{-1}$  quando estudaram o desempenho das máquinas agrícolas no preparo convencional e cultivo mínimo na implantação da cultura do girassol.

O custo do combustível total consumido no PC foi 2,34 vezes mais elevado que no CM e 8,51 vezes mais elevado que no PD. Tal fato resultou em um custo operacional mais elevado para o PC, quando comparado ao CM e ao PD. Observa-se que, em geral, todos os custos apresentaram-se superiores no PC, em relação ao CM e ao PD, respectivamente (Tabela 7).

### **4.3 Capacidade de campo teórica**

As médias dos resultados para a capacidade de trabalho teórica está exposta na Tabela 8. A capacidade de trabalho teórica é função direta da velocidade, portanto as duas variáveis apresentaram comportamentos semelhantes, isto é, com a adubação antecipada, aumentou-se a capacidade de trabalho teórica.

A capacidade de campo teórica é parâmetro que fornece o ritmo executado durante a operação, não levando em consideração a área de solo mobilizada pelo equipamento no ato do preparo (RODRIGUES, 2009).

FV	GL	SQ	QM
SISTEMA	2	0.286675	0.143338
ADUBACAO	1	0.001204	0.001204
SISTEMA*BLOCO	6	0.103725	0.017288
SISTEMA*ADUBACAO	2	0.019908	0.009954
erro	12	0.175150	0.014596
Total corrigido		23	0.586663
	CV (%) =	26.34	
Média geral:	0.4587500	Número de observações: 24	

Quadro 3 Quadro de análise de variância (ha.h<sup>-1</sup>)

Esses resultados se assemelham aos de Cortez et al. (2008), quando os autores asseguraram que a capacidade de campo efetiva aumenta com o acréscimo da velocidade, quando alterou de 4,0 km h<sup>-1</sup> para 5,6 km h<sup>-1</sup> e depois para 6,4 km h<sup>-1</sup>. Rodrigues (2009), em sua pesquisa, analisou que os sistemas de manejo tiveram influência significativa nos resultados dos valores das médias da capacidade de campo teórica, sendo que o menor valor foi encontrado no sistema plantio direto, que não diferiu do convencional. Nesse caso, não houve diferenças estatísticas para a capacidade de campo teórica entre os sistemas de adubação, porém ocorreram efeitos estatisticamente significativos entre os sistemas de preparo.

Tabela 9 Valores médios de capacidade de campo teórica em três sistemas de preparo de solo

Sistema de Preparo	LANÇO	SULCO
	ha h <sup>-1</sup>	
PC	0,32 Aa	0,30 Aa
Mínimo (CM)	0,51 Ab	0,48 Ab
Direto (PD)	0,53 Bc	0,62 Bc
Média	0,47	0,45
C.V. (%)	26,34	

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

#### 4.4 Produtividade Kg.ha<sup>-1</sup>

Observando os dados de análise de variância da produtividade, verificou-se que houve significância entre os sistemas de preparo do solo, mas não houve diferença entre os tratamentos. O coeficiente de variação foi de 7,95%. Segundo Gomes (1985), considera-se aceitável um coeficiente de variação de 20%, em experimentos de campo, indicando boa precisão experimental para os dados analisados.

FV	GL	SQ	QM
SISTEMA	2	913597.027558	456798.513779
ADUBACAO	1	2777.801667	2777.801667
SISTEMA*BLOCO	6	636310.037008	106051.672835
ADUBACAO*SISTEMA	2	1991.357858	995.678929
erro	12	716957.602042	59746.466837
Total corrigido	23	2271633.826133	
CV (%) =	17.23		
Média geral:	1418.333333	Número de observações: 24	

Quadro 4 Quadro de análise de variância (Kg.ha<sup>-1</sup>)

Quanto à produtividade do feijoeiro, foi verificada diferença significativa entre os três sistemas de preparo, tendo o CM apresentado valores médios de produção, superiores às observadas no PC e no PD. Na média, o CM propiciou uma superioridade de 7,55% e 39,83% em relação ao PC e ao PD, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 10 Valores médios de produtividade em três sistemas de preparo de solo

Sistema de Preparo	LANÇO	SULCO	LANÇO	SULCO
	kg ha <sup>-1</sup>		R\$ ha <sup>-1</sup>	
PC	1495 Aa	1498 Aa	2616 Aa	2622 Aa
Mínimo (CM)	1587 Ab	1632 Aa	2777 Aa	2856 Aa
Direto (PD)	1141 Bb	1161 Bb	1997 Bb	2032 Bb
Média	1407	1430	2463	2503
C.V. (%)	17,23			

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

Valor sc 60kg R\$105,00.(fonte: ruralbr)

Zaffaroni, Barros e Nóbrega (1991) não verificaram diferenças no rendimento de grãos de feijão cultivados nos sistemas plantio direto e plantio convencional, mas Sampaio, Galvão e Fontes (1989) observaram maior rendimento de grãos no sistema convencional, e Urchei (1996), utilizando irrigação, verificou maior rendimento de grãos para o sistema plantio direto.

A produtividade não apresentou diferença estatística em relação aos tratamentos, concordando com os resultados encontrados por Carvalho et al. (2008).

#### 4.5 Custo operacional de Instalação da cultura

Conforme metodologia citada, os custos horários calculados para tratores e implementos, componentes da frota da empresa, são apresentados abaixo, na tabela 10.

Tabela 11 Custos horários calculados para tratores e implementos

Equipamento	Depreciação R\$.h <sup>-1</sup>	Juros R\$.h <sup>-1</sup>	Alojamento e seguro R\$.h <sup>-1</sup>	Operador R\$.h <sup>-1</sup>	Manutenção R\$.h <sup>-1</sup>	Consumo combustível R\$.h <sup>-1</sup>
TR A950	8,10	2,97	2,70	10,60	9,96	32,99

Equipamento	Depreciação R\$.h <sup>-1</sup>	Juros R\$.h <sup>-1</sup>	Alojamento e seguro R\$.h <sup>-1</sup>	Manutenção R\$.h <sup>-1</sup>	Custo Total R\$.h <sup>-1</sup>
Arado	2,41	0,62	0,28	0,58	3,89
Grade	4,02	1,03	0,47	0,67	6,19
Dist. a lanço	2,81	1,03	0,47	0,16	4,47
Pulverizador	2,95	1,08	0,49	0,61	5,14
Sem. Adub.	9,38	3,44	1,56	0,97	15,35

Informações da capacidade operacional são de grande importância no gerenciamento de sistemas mecanizados agrícolas, auxiliando nas decisões a serem tomadas, visando a sua otimização. A habilidade de uma máquina para desempenhar com eficiência sua função, trabalhando em qualquer ambiente, é um critério importante que afeta decisões sobre o seu gerenciamento Na tabela 11, representa a relação Custo/Produtividade da lavoura.

Tabela 12 Valores médios de custo de operação de três sistemas de preparo do solo

<b>Sistema de Preparo</b>	<b>LANÇO</b>	<b>SULCO</b>
Convencional (PC)	235,33	246,94
Mínimo (CM)	151,93	163,54
Direto (PD)	74,95	86,53

Quanto ao sistema do custo de operação da cultura do feijoeiro (Tabela 11), foi verificado que, entre os três sistemas de preparo, o PD apresentou menores valores médios em relação ao CM e PC. Nota-se a média do PD que propiciou uma redução do custo de 47,02% e 67,29% , em relação ao PD e ao PC ,respectivamente, sendo o PD a lança o mais econômico.

## 5 CONCLUSÃO

- a) O consumo horário de combustível sofre influência do sistema de manejo, o menor consumo horário médio ocorre no plantio direto, seguido pelo cultivo mínimo e preparo convencional;
- b) Com o aumento do número de operações, há aumento no consumo horário, de forma que o plantio direto promove menores médias que o cultivo mínimo e este, por sua vez, apresenta menores médias que o sistema convencional;
- c) O consumo de combustível por área trabalhada é afetado pelos sistemas de preparo, sendo menor no plantio direto, comparado com o preparo convencional seguido do cultivo mínimo. Também é afetado pela velocidade de deslocamento, à medida que aumenta a velocidade reduz o consumo de combustível por área trabalhada;
- d) Na capacidade de campo teórica o sistema de plantio direto foi o que apresentou a melhor relação  $ha.h^{-1}$ ;
- e) Verificou-se que na patinagem não houve, diferença significativa entre os sistemas;
- f) O menor custo de operação da cultura do feijoeiro é no sistema de plantio direto com a adubação antecipada;
- g) Na produtividade da lavoura, o sistema PM foi o que apresentou o melhor resultado, comparando ao sistema PC e PD

Considerando-se os resultados desse trabalho, conclui-se que o sistema de antecipação da adubação pode ser uma alternativa na produção do feijoeiro para os produtores da região.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. et al. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 415-424, 2005.
- ALVARENGA, R. C. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo e de manejo da palhada de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 10, p. 273-277, 1986.
- AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N. Soil preparation and nutrient losses by erosion in the culture cucumber. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 572-577, 2005.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships. **ASAE Standards**, Saint Joseph, v. 52, p. 130-134, Feb. 2005. Disponível em: <[http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs144p2\\_053410.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs144p2_053410.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2013.
- CAMPOS, B. C. et al. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.
- CARVALHO, G. J. et al. Correlação da produtividade do feijão com a resistência à penetração do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 765-771, 2008.
- CHUEIRI, W. A.; PAJARA, F.; BOZZA, D. **Importância da inoculação e nodulação na cultura da soja**. São Paulo: Manah, 2005. 4 p. (Divulgação Técnica, 169).
- COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Rendimento de milho no Brasil: chegamos ao máximo. In: SIMPÓSIO DE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 3., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2002. 1 CD-ROM.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores parasemeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo.** 1998. 71 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Monitoramento agrícola.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

CORTEZ, J. W. et al. Efeito residual do preparo do solo e velocidade de deslocamento na operação de semeadura da *Crotalaria juncea*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 357-362, 2008.

DALLMEYER, A. U. **Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo do solo.** 1994. 157 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agência de informação Embrapa.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_84\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html)>. Acesso em: 21 nov. 2013.

FERNANDES, H. A. et al. Avaliação da cultura da batata instalada por uma plantadora adaptada para trabalhar em sistemas de plantio direto e cultivo mínimo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 53, n. 305, p. 65-73, nov./dez. 2006.

FERNANDES, J. C.; GAMERO, C. A. Avaliação do desempenho das máquinas agrícolas na implantação da cultura do girassol. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 2, p. 74-87, 2010.

FURLANI, C. E. A. et al. Exigências de uma semeadora-adubadora de precisão variando a velocidade e a condição da superfície do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 920-923, jul./ago. 2005.

GABRIEL FILHO, A. et al. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, nov./dez. 2000.

GASPARETTO, E. C. et al. Grau de floculação da argila de um Latossolo Vermelho utilizado com lavoura e mata nativa. **Synergismus Scyentifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 1-3, 2009.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 11. ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 466 p.

GUARESCHI, R. F. et al. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 769-774, out./dez. 2008.

GUIMARÃES, C. M. Relações hídricas. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 139-167.

KURIHARA, C. H.; HERNANI, L. C. **Adubação antecipada no sistema plantio direto**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2011. 45 p. (Documentos, 108).

MAHL, D. et al. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MATOS, M. A.; SALVI, J. V.; MILAN, M. Avaliação do custo indireto da pontualidade na semeadura direta da soja (*Glycine Max (L.) Merrill*) através da antecipação da adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34., 2005, Canoas. **Anais...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005. 1 CD-ROM.

MUÇOUÇAH, M. J. **Influência de cultivares de feijoeiro, adubação e inseticidas sobre a população e danos de *Empoas cakraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera-Cicadelidae) e *Bemisiatabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera-Aleyrodidae), em três épocas de semeadura**. 1994. 198 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Las maquinas agrícolas y su aplicación**. Madrid: Mundi, 1980. 490 p.

PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. 21 p. (Documentos, 58).

PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 1997, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Instituto Agrônômico do Paraná, 1997. p. 275.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Antecipação da aplicação de nitrogênio em milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesquisa em andamento**. Brasília, 1999. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_pa01.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_pa01.htm)>. Acesso em: 29 out. 2013.

RODRIGUES, J. G. L. **Desempenho operacional de máquinas agrícolas na implantação da cultura do sorgo forrageiro**. 2009. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Cana-de-açúcar: preparo convencional**. Brasília: EMBRAPA, 2009. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_84\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html)>. Acesso em: 23 nov. 2013.

SALTON, J. C. et al. (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 248 p.

SALVADOR, N. et al. Demanda energética em diferentes sistemas de preparo periódico do solo antes e depois da subsolagem. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 378-383, jul./set. 2008.

SAMPAIO, G. V.; GALVÃO, J. D.; FONTES, L. A. N. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre o consórcio milho feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 36, p. 465-482, 1989.

SCHMIDT, A. V. et al. **Semeadora adubadora para plantio direto**. Porto Alegre: EMATER, 1999. 56 p.

SEGATELLI, C. R. **Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação fosfatada e potássica na cultura da Euleunice coracana**. 2004. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas em características químico-físicas do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 505-515, maio/jun. 2002.

SILVA, E. C. et al. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 477-486, mar. 2006.

SILVEIRA, J. C. M. **Desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora em função da velocidade e rotação no eixo do motor**. 2008. 145 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

SORATTO, R. P. **Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo da água e parcelamento da adubação nitrogenada**. 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2004. 416 p.

SPERA, S. T. **Atributos físicos e químicos de um latossolo e produtividade de culturas, em função de manejo de solo e de rotação de culturas**. 2009. 228 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

URCHEI, M. A. **Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro argiloso e no crescimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação**. 1996. 150 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

ZAFFARONI, E.; BARROS, H. H. A.; NÓBREGA, J. A. M. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agronômicas de milho e feijão no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 99-104, 1991.