



**EVERSON REIS CARVALHO**

**FERTILIZANTE MINERAL E RESÍDUO  
ORGÂNICO SOBRE CARACTERÍSTICAS  
AGRONÔMICAS DA SOJA E NUTRIENTES NO  
SOLO**

**LAVRAS - MG  
2010**

**EVERSON REIS CARVALHO**

**FERTILIZANTE MINERAL E RESÍDUO ORGÂNICO SOBRE  
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA E NUTRIENTES NO  
SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador  
Dr. Pedro Milanez de Rezende

**LAVRAS - MG**

**2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Carvalho, Everson Reis.

Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características  
agronômicas da soja e nutrientes no solo/ Everson Reis Carvalho. –  
Lavras : UFLA, 2010.

56 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Pedro Milanez de Rezende.

Bibliografia.

1. Adubação mineral. 2. Adubação orgânica. 3. Cama de frango.  
4. *Glycine max*. 5. Sustentabilidade. I. Universidade Federal de  
Lavras. II. Título.

CDD – 633.3489

**EVERSON REIS CARVALHO**

**FERTILIZANTE MINERAL E RESÍDUO ORGÂNICO SOBRE  
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA E NUTRIENTES NO  
SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 03 de agosto de 2010.

Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA
Dr. Moizés de Sousa Reis	EPAMIG

Dr. Pedro Milanez de Rezende  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2010**

À Deus,  
por possibilitar tamanha conquista,

### **OFEREÇO**

Aos meus pais, Evaristo e Vera.

À minha irmã Isabella.

### **DEDICO**

"As palavras são poucas para  
relatar a dimensão do meu amor  
por vocês, para os quais devo  
tanto aprendizado"

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, força, proteção e saúde para poder completar mais esta etapa na minha vida.

Aos meus pais, Evaristo e Vera, pelo exemplo de luta, pelo amor, carinho, dedicação, humildade e por sempre compreenderem o verdadeiro sentido da minha caminhada.

À minha irmã, Isabella, pelo apoio, carinho e amizade.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, em especial ao Setor de Grandes Culturas, pela oportunidade de realização do mestrado.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos para o mestrado e à FAPEMIG e CNPq pelo apoio, por meio de equipamentos e materiais para a realização dos trabalhos.

A meu orientador, Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende, por toda atenção, ensinamentos, apoio e pela grande amizade desde os tempos da graduação.

Aos professores do Departamento de Agricultura, por serem exemplos de profissionais, por todos os conhecimentos transmitidos, amizade, atenção e carinho, em especial ao Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel.

Aos funcionários do setor de grandes culturas Alessandro, Agnaldo, Julinho, Leandro e Manguinho pelo auxílio, atenção e amizade.

À Marli, secretária da Pós Fitotecnia, pela disponibilidade, atenção e esclarecimentos.

Aos amigos da soja, Alexandre, Francis, Hélio, Luís Eduardo, Marco e Pedro que sempre estiveram à disposição para ajudar.

Aos amigos, Frederico, Tiago, Juninho, Caio e Rafael pela amizade, companheirismo, incentivo, ajuda na condução dos experimentos, apoio e presença em todos os momentos.

Enfim, a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a conclusão desta etapa importante na minha vida e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer meu sincero agradecimento.

**OBRIGADO !**

## RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, mas essa produção é muitas vezes limitada pelos altos custos de produção, e entre os insumos, o fertilizante constitui-se como o mais oneroso. O aproveitamento de resíduos orgânicos é relevante, pois, além de amenizar impactos ambientais pode reduzir o custo de produção. Com o objetivo de avaliar a utilização do fertilizante mineral NPK associado ao resíduo orgânico “cama de frango”, sobre características agronômicas da soja e nos atributos químicos de um Cambissolo do sul de Minas Gerais, foi conduzido o presente trabalho no município de Itutinga - MG. Utilizou-se a cultivar BRS Favorita RR. O delineamento estatístico utilizado foi blocos casualizados, com três repetições e esquema experimental em parcelas subdivididas. Os tratamentos aplicados às parcelas foram 0, 3, 6 e 9 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de frango, aplicados em área total, e nas subparcelas foram utilizados 0, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante mineral formulado NPK 04-30-10, no sulco de semeadura. Verificou-se que a adubação com o fertilizante mineral proporciona aumento na altura de planta e de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta e na produtividade de grãos de soja. A adubação com o resíduo orgânico “cama de frango” eleva a altura de planta e de inserção do primeiro legume, massa de 100 grãos, número de legumes por planta e o rendimento de grãos de soja, porém em doses mais elevadas favorece o acamamento da plantas. A utilização da cama de frango é viável em termos agronômicos e econômicos na cultura da soja. A adição de cama de frango eleva os teores de potássio e enxofre no solo.

Palavras-chave: Adubação mineral. Adubação orgânica. Cama de frango. *Glycine max*. Sustentabilidade.



## ABSTRACT

Brazil is the second largest soybean producer in the world, but this production is often limited by high production costs, and between inputs, fertilizer is the most expensive. The use of organic waste is interesting, as well as reducing environmental impacts and can reduce the cost of production. The objective of this study was to evaluate the use of mineral fertilizer NPK associated with the organic waste "poultry litter", in agronomic characteristics of soybean and levels of nutrients in a Cambisol in southern Minas Gerais state, Brazil, the experiment was carried out in Itutinga - MG. The cultivar used was BRS Favorita RR. The experimental design was randomized blocks with three replications in split-plot. The treatments applied to plots were 0, 3, 6 and 9 Mg ha<sup>-1</sup> of organic waste "poultry litter", applied in total area, in subplots were used 0, 100, 200, 300 and 400 kg ha<sup>-1</sup> mineral fertilizer NPK 04-30-10, in the groove seeding. It was found that fertilization with mineral fertilizers provides an increase in plant and first pod height, number of pods per plant and yield of soybean. Fertilization with organic waste "poultry litter" elevates the plant and first pod height, weight of 100 grains, number of pods per plant and yield of soybean, however at higher doses favors the lodging of plants. The use of poultry litter is viable in terms agronomic and economic in soybean crop. The addition of poultry litter increases the contents of potassium and sulfur in the soil.

Keywords: *Glycine max*. Mineral fertilizer. Organic fertilizer. Poultry litter. Sustainability.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1	A soja no Brasil .....	13
2.2	Efeitos da matéria orgânica no solo .....	14
2.3	Resíduos orgânicos na agricultura .....	15
2.4	Soja e os resíduos orgânicos .....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	21
3.1	Caracterização da área experimental .....	21
3.2	Delineamento experimental e tratamentos .....	24
3.3	Instalação e condução do ensaio .....	25
3.4	Características avaliadas .....	26
3.5	Análises estatísticas .....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1	Número de legumes por planta .....	30
4.2	Número de grãos por legume .....	32
4.3	Massa de 100 grãos .....	33
4.4	Produtividade .....	35
4.5	Altura de planta .....	38
4.6	Altura de inserção do primeiro legume .....	40
4.7	Índice de acamamento .....	43
4.8	Teores de nutrientes no solo .....	45
5	CONCLUSÕES .....	51
	REFERÊNCIAS .....	52

## 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais culturas no Brasil, sendo explorada numa extensa faixa do país. O interesse por essa cultura é atribuído à qualidade nutricional de seus grãos, de elevado valor proteico e energético, com aproximadamente 40% de proteínas e 20% de óleo, associada ao alto rendimento de grãos. É importante não só como fonte de alimento, mas também podendo ser fonte de energia renovável, para produção de biodiesel.

De origem chinesa, essa espécie sofreu várias mudanças até chegar aos dias de hoje. A soja chegou ao Brasil proveniente dos Estados Unidos da América em 1882 e desde então vem sendo cultivada e aprimorada para diversas regiões do país.

No Brasil, até meados dos anos 60 a soja não tinha importância econômica dentre as principais culturas. No entanto, a partir do final dos anos 60 a cultura da soja obteve um bom crescimento. A produção concentrou-se na região Centro-Sul até o início dos anos 80, a partir daí a participação da região Centro-Oeste aumentou significativamente.

A soja é uma importante fonte de divisas para o Brasil. Na safra 2009/10 a área cultivada no país foi de 23,21 milhões de hectares, sendo a cultura mais plantada, seguida pelo milho que ocupou 12,89 milhões de hectares. O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, produzindo em 2008/09 57,17 milhões de toneladas e estima-se em 2009/10 cerca de 67,57 milhões (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB, 2010).

A soja ocupa posição de destaque na economia brasileira, justificando a necessidade de pesquisas no sentido de aperfeiçoar o seu cultivo e reduzir os riscos de prejuízos. O potencial de rendimento da soja é determinado geneticamente, no entanto, os tratos culturais e os fatores ambientais interferem

nessa capacidade, limitando seu desenvolvimento em algum momento durante o ciclo. Entre essas técnicas culturais está a utilização correta dos fertilizantes.

A produção dessa cultura é muitas vezes limitada pelos altos custos de produção e, entre os insumos, o fertilizante é o mais oneroso, com participação da ordem de 27 a 41% no custo total de produção nas últimas safras (BROCH; PEDROSO, 2008, 2009; MENEGATTI; BARROS, 2007), sendo dependente dos preços dos fertilizantes no mercado internacional. Evidenciando assim a importância da utilização eficiente dos fertilizantes.

O Brasil importa grande parte dos fertilizantes minerais, sendo que em 2009 o volume chegou a 10,98 milhões de toneladas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, ANDA, 2010). Visando diminuir essa dependência e otimizar a utilização de fertilizantes, o país deve atentar para maneiras alternativas de fertilização de seus solos, tais como adubação verde, adição de matéria orgânica, por meio da utilização de resíduos animais, vegetais e industriais, produzidos regionalmente. O custo com transporte deve ser observado, pois em muitas situações constitui-se em obstáculo ao seu uso.

Existem muitos resíduos utilizados por produtores de soja, variando de acordo com a disponibilidade e preço na sua região, provenientes de agroindústrias, indústrias ou da própria fazenda, que podem reduzir seus custos e também o impacto ambiental que esses resíduos, se mal manejados, poderiam provocar. Esses materiais muitas vezes são usados sem os devidos cuidados quanto à época e modo de aplicação e as dosagens necessárias à determinada condição, necessitando assim de pesquisas que orientem essa utilização. Entre os resíduos orgânicos está a “cama de frango” que é um subproduto da avicultura de corte.

Dentro desse contexto objetivou-se com o presente trabalho avaliar a utilização do fertilizante mineral NPK associado ao resíduo orgânico “cama de

frango”, sobre características agronômicas da soja e nos atributos químicos de um Cambissolo do sul de Minas Gerais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A soja no Brasil

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] chegou ao Brasil em 1882 e desde então vem sendo cultivada e aprimorada para diversas regiões do país. Mas foi a partir da década de 1960, que a soja se estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil. Nessa década, a produção de soja aumentou 5 vezes e 98% desse volume era produzido nos três estados da Região Sul, onde prevaleceu a dobradinha, trigo no inverno e soja no verão. Nas décadas de 1980 e 1990 repetiu-se, na região Centro oeste, o crescimento da produção ocorrido nas duas décadas anteriores na região Sul. Essa transformação promoveu o estado do Mato Grosso, de produtor marginal a líder nacional de produção de soja (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA, 2003).

A soja é uma das principais fontes de divisas para o Brasil no setor agrícola, sendo explorada numa extensa faixa do país. O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo. Produziu em 2008/09 57,17 milhões de toneladas de soja e estima-se em 2009/10 cerca de 67,57 milhões, com uma área cultivada de 23,21 milhões de hectares, sendo a cultura que ocupa a maior área, seguida do milho (1ª e 2ª safra), com uma área total de 12,89 milhões de hectares. A produtividade média de soja na safra 2009/10 foi de 2911 kg ha<sup>-1</sup>, sendo os principais estados produtores: Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2010).

Essa produção, no entanto, é muitas vezes limitada pelos altos custos de produção, e entre os insumos, o fertilizante constitui-se como o mais oneroso (CASTRO; REIS; LIMA, 2006; MENEGATTI; BARROS, 2007). No custo total de produção da soja a participação desses insumos varia ano a ano, a exemplo:

23% (CASTRO; REIS; LIMA, 2006), 27% (MENEGATTI; BARROS, 2007) chegando na safra 2008/09 a representar 41% (BROCH; PEDROSO, 2008) e em 2009/10 à 31,5% (BROCH; PEDROSO, 2009), pois depende dos preços dos mesmos no mercado internacional.

O Brasil importa grande parte dos fertilizantes minerais, em 2007, 2008 e 2009 as importações foram 17,53; 15,39 e 11,02 milhões de toneladas de fertilizantes intermediários, ao passo que os volumes produzidos no país foram 9,81; 8,88 e 8,37 milhões de toneladas, respectivamente (ANDA, 2010). Visando diminuir essa dependência e economizar na compra de fertilizantes o país deve atentar para maneiras alternativas de fertilização de seus solos, podendo utilizar adubação verde, adição de matéria orgânica, por meio de resíduos animais, vegetais e industriais, sendo essa utilização na maioria dos casos, regionais, uma vez que o custo com transporte constitui um obstáculo no seu uso.

## **2.2 Efeitos da matéria orgânica no solo**

Sobre o emprego da matéria orgânica nos cultivos agrícolas, Miysaka e Okamoto (1992) relatam que essa proporciona mudanças nas características físico-químicas do solo, como densidade, retenção de água, textura, estrutura, porosidade e condutibilidade térmica, e atua aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), a soma de bases, além de promover uma ação quelante, evitando que alguns nutrientes necessários às plantas se insolubilizem.

As vantagens da adubação orgânica são indiscutíveis, trazendo benefícios de ordem física, química e biológica. Os esterco de animais são os mais importantes adubos orgânicos, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação. Sua qualidade varia com o tipo de animal e principalmente com o regime alimentar (VITTI et al., 1995).

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização, embora dependa essencialmente da taxa de decomposição, controlada pela temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da composição química do material orgânico utilizado (ZECH et al., 1997).

Dentre outros benefícios gerados pela matéria orgânica do solo, destaca-se a melhoria das condições físicas do solo e o fornecimento de energia para o crescimento microbiano (SILVA; RESCK, 1997), o que reflete em maior ciclagem de nutrientes e aumento da CTC (PAES et al., 1996).

O uso de esterco animais pode favorecer a infiltração e a absorção da água e aumentar a capacidade de troca de cátions (HOFFMANN et al., 2001). Condicionadores orgânicos como o esterco bovino, podem apresentar melhores respostas que os fertilizantes minerais, por melhorarem os atributos biológicos, físicos e químicos do solo (BULLUCK et al., 2002). Essas e outras vantagens conferem à matéria orgânica do solo um papel fundamental na avaliação da qualidade do solo (MIELNICZUK et al., 2003). Outro ponto a observar refere-se a adsorção de fósforo nos solos, Souza et al. (2006) trabalhando com esterco bovino e calcário observou que a adição desses materiais incrementaram os valores de P-rem e índice tampão de P e reduziu a capacidade máxima de adsorção de P.

### **2.3 Resíduos orgânicos na agricultura**

A alta relação retorno/investimento (ou custo/benefício) e o aumento da produtividade decorrente de práticas de adubação adequadas têm também profundas implicações ambientais, pela redução da necessidade de aberturas de



novas fronteiras agrícolas para maior oferta de soja no mercado (LOPES et al., 2004).

Além das implicações ambientais, deve-se atentar para as econômicas, pois com o aumento dos custos da adubação mineral, o agricultor passou a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância à utilização de resíduos orgânicos que, normalmente, não eram bem aproveitados na propriedade, passando a fazer uso desse material como agente modificador das condições físicas e químicas do solo e elevando o nível de fertilidade do mesmo (SOUTO et al., 2005).

Os resíduos orgânicos são normalmente subprodutos das atividades industriais, “urbanas” e agropecuárias, mas antes de utilizá-los temos que considerar alguns aspectos como: características, disponibilidade, benefícios e aspectos legais (legislação ambiental e eficiência agrônômica). Apesar das diversas vantagens em se utilizar resíduos orgânicos, existem alguns desafios a serem superados, a exemplo: desequilíbrio de nutrientes em resíduos orgânicos, em comparação às necessidades das culturas; concentração de nutrientes relativamente baixa em comparação aos fertilizantes minerais; a natureza muitas vezes volumosas de resíduos orgânicos tornando-se mais difícil o transporte e a distribuição de forma consistente; conhecimento técnico quanto à quantidade, época e modo de aplicação e eventuais preocupações ambientais (WESTERMAN; BICUDO, 2005).

Em regiões onde existe a possibilidade de aproveitamento de resíduos de outros segmentos produtivos, esses constituem uma opção interessante quando bem utilizados, pois podem proporcionar uma economia nos gastos referentes à compra dos adubos minerais, além de atuarem como melhoradores alternativos da fertilidade do solo, incrementando a matéria orgânica e atividade biológica do solo. Entre os resíduos orgânicos está a cama de frango que é uma alternativa

técnica e economicamente viável em algumas culturas (FIOREZE; CERETTA, 2006).

Diversos autores têm trabalhado no manejo da adubação orgânica e mineral em diversas culturas, com o intuito de obter ganhos econômicos e maior sustentabilidade dos sistemas de cultivo. Avaliando doses e fontes de matéria orgânica na cultura do feijão-vagem, Santos et al. (2001) utilizando quatro fontes de matéria orgânica (esterco de galinha, esterco bovino, esterco caprino e húmus de minhoca) e cinco doses, sendo 0; 5; 10; 15 e 20 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco de galinha; e, 0; 10; 20; 30 e 40 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, caprino e húmus de minhoca, verificaram que o comprimento de vagens aumentou linearmente com as doses de esterco de galinha, bovino e caprino e que o peso médio de vagens foi influenciado apenas pelo esterco de galinha.

Lacerda e Silva (2007) avaliando a eficiência do plantio direto, preparo convencional e os efeitos residuais de esterco bovino e de galinha no rendimento do algodão, utilizaram 50 e 100 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 14,3 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco de galinha. Considerando altura de plantas, número de maçãs por planta, matéria seca da parte aérea, massa de capulho por planta, número de sementes por planta e massa de sementes, concluíram que independente do sistema de manejo do solo, o esterco de galinha proporcionou os maiores aumentos, em todas as variáveis analisadas no algodão.

Andreola et al. (2000), estudando as propriedades químicas de um Nitossolo em função da cobertura vegetal de inverno e das adubações orgânica (esterco de aves) e mineral (ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio), nas profundidades de 0,00 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,30 m, observaram que o uso do adubo orgânico proporcionou acúmulo de K no solo, enquanto os adubos organomineral e mineral mostraram tendência à redução.

Na mesma linha de pesquisa, Moreti et al. (2007), com o objetivo de verificar alterações dos atributos químicos de um Latossolo Vermelho de

cerrado, nas profundidades 0,00 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m, sob as adubações orgânica e mineral e plantas de cobertura, estabelecidas nos sistemas de semeadura direta e preparo convencional, utilizaram esterco de galinha, esterco de galinha + metade da adubação mineral recomendada, adubação mineral, crotalária, milho e testemunha. Constataram que entre os adubos utilizados, os que mais contribuíram para a melhoria dos atributos químicos foram o esterco de galinha e esterco de galinha + metade da adubação mineral.

#### **2.4 Soja e os resíduos orgânicos**

Diversos resíduos são testados tanto econômica quanto agronomicamente para a utilização na cultura da soja, antes de utilizá-los temos que considerar alguns aspectos. Visando aperfeiçoar a utilização dos resíduos nessa cultura trabalhos foram conduzidos. Padovan et al. (2002) avaliaram cultivares sob manejo orgânico, utilizando 1,0 Mg ha<sup>-1</sup> da mistura de termofosfato magnésiano com cinzas de madeira, na proporção de 1:1 (peso/peso), como fontes de P, K, Ca, Mg, B, Mo, Zn, Mn e Cu, concluindo que as cultivares Taquari, Mandi, Campo Grande, Surubi e Celeste apresentam desempenho agrônomo satisfatório, com produtividades de 4070, 3460, 3190, 3180 e 2940 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Lemainski e Silva (2006) buscando parâmetros técnicos e econômicos de resposta da soja à aplicação de bio sólido úmido (resíduo do tratamento de esgotos), nas doses 0; 7,5; 15; 30 e 45 Mg ha<sup>-1</sup> em comparação ao uso de fertilizante mineral em doses equivalentes de NPK, concluindo que o aproveitamento do bio sólido como fertilizante pode ser viável em termos agrônômicos e econômicos, sendo que o bio sólido, mostrou-se 18% mais eficiente do que o fertilizante mineral como fonte de nutrientes na cultura da soja.

Corrêa et al. (2008), por sua vez, trabalhando com a aplicação resíduos de lodo de esgoto centrifugado e lodo de biodigestor, escória de aciaria (resíduo da indústria da fundição do aço e do ferro-gusa) e lama cal (resíduo da fabricação de papel e celulose) nas doses 0; 2; 4 e 8 Mg ha<sup>-1</sup>, mais o controle com 2 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário, concluíram que a produtividade da soja é favorecida pela aplicação de todos os resíduos testados.

Bhattacharyya et al. (2008) trabalharam com soja e em sucessão o trigo, por 30 anos, com os tratamentos: sem adubação, N + P minerais, N + K minerais, NPK minerais, N + 10 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e NPK + 10 Mg ha<sup>-1</sup> esterco bovino. Os autores relatam que a soja respondeu à aplicação de NPK minerais, mas o rendimento máximo foi obtido com o tratamento NPK + esterco bovino, demonstrando a importância de uma adubação mais sustentável com matéria orgânica. Observaram que os rendimentos de soja e trigo nas parcelas sem adubação e nos tratamentos com apenas fertilizantes minerais, diminuíram com o tempo, ao passo que nos tratamentos N + esterco bovino e NPK + esterco bovino, foram observados incrementos para ambas as culturas. Os dados revelaram que o índice de rendimento sustentável e a eficiência agrônômica de fertilizantes minerais foram maiores nas parcelas que receberam adubo NPK ou N junto com esterco bovino.

Ghosh et al. (2009) trabalharam na avaliação da competição por nutrientes e exigências nutricionais no consórcio soja-sorgo sob seis formas de adubação: 0, 75% NPK recomendado, 100% NPK, 75% NPK + 5 Mg esterco bovino, 75% NPK+ 5 Mg fósforo composto (esterco bovino fresco + terra + palha de trigo + fosfato de Mussoorie + pirita + ureia) e 75% de NPK + 1,5 Mg esterco de galinha, observaram que a aplicação de 75% NPK + esterco de galinha ou esterco bovino ou fósforo composto é uma opção viável de gestão de nutrientes para atender a demanda dessas culturas.

Esses resultados corroboram os de Liu et al. (2009), que indicam também que o desenvolvimento de práticas de adubações eficazes, especialmente com a manipulação da quantidade e tipo de resíduos orgânicos, pode melhorar a sustentabilidade dos ecossistemas a longo prazo.

Com o crescimento global da população, a agricultura também tende a crescer e uma maneira de incrementar a produção de alimentos é aumentar o uso e a eficiência dos fertilizantes. É importante lembrarmos que essa matéria prima é finita, e seu preço cada vez mais alto vem pesando no custo de produção. Por este motivo o uso de adubos orgânicos tem se tornado alternativa importante para a agricultura brasileira, considerando o grande volume produzido, principalmente: cama de aves, esterco bovino, resíduos industriais, entre outros (RIBEIRO et al., 2009). A cama de frango, nas regiões onde há disponibilidade, demonstrou ser uma alternativa viável para a produção de soja, podendo reduzir os custos de produção (RIBEIRO et al., 2009; VILELA et al., 2009).

O aumento do custo dos fertilizantes minerais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa. Esse fato gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização (MELO; SILVA; DIAS, 2008). De acordo com Liu et al. (2009), a combinação de condicionadores orgânicos com fertilizantes minerais é fundamental para desenvolver estratégias de adubações mais sustentáveis.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido na Fazenda Milanez, em Itutinga - MG (latitude 21 ° 23' S, longitude 44 ° 39' W e altitude média de 958 m). A região apresenta inverno seco e verão chuvoso, com as maiores precipitações em dezembro e janeiro, quando a média mensal chega a 254 e 321 mm, respectivamente, e a precipitação média anual é de 1460 mm. Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima é do tipo Cwa, temperado chuvoso e mesotérmico, com as maiores temperaturas ocorrendo em dezembro, janeiro e fevereiro, com médias de 22,2; 22,6 e 22,8 °C, respectivamente (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O solo foi classificado como Cambissolo (EMBRAPA, 2006), e o resultado das análises químicas e físicas (amostra 0,00 - 0,20 m profundidade) são apresentados na Tabela 1. De acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999) seriam necessários 400 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante mineral formulado NPK 04-30-10, para atender as necessidades da cultura.

A temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar diárias, no período da condução do experimento, podem ser visualizadas no Gráfico 1. Os dados foram registrados na Estação Climatológica Principal de Lavras, MG, UFLA, visto que a cidade de Itutinga, MG, distante 50 km, não possui estação climatológica.

Tabela 1 Resultados das análises químicas e físicas de solo das amostras coletadas (0,00 - 0,20 m profundidade), na área experimental em Itutinga - MG, 2010.

Parâmetro	Unidade	Resultado*	Interpretação**
pH em H <sub>2</sub> O	(1:2,5)	5,4	Acidez média
P (Mehlich 1)	mg dm <sup>-3</sup>	2,0	Muito baixo
K	mg dm <sup>-3</sup>	98,0	Bom
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,5	Médio
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,4	Baixo
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,2	Muito baixo
H + Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,0	Médio
Soma de bases	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,2	Médio
CTC efetiva (t)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,4	Médio
CTC a pH 7,0 (T)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	6,2	Médio
Saturação por bases (V)	%	35,0	Baixo
Saturação por Al <sup>3+</sup> (m)	%	9,0	Bom
M.O.	dag kg <sup>-1</sup>	4,0	Bom
P-rem	mg L <sup>-1</sup>	14,0	
S	mg dm <sup>-3</sup>	14,9	Muito bom
Zn	mg dm <sup>-3</sup>	0,5	Baixo
Fe	mg dm <sup>-3</sup>	32,6	Bom
Mn	mg dm <sup>-3</sup>	4,8	Baixo
Cu	mg dm <sup>-3</sup>	1,5	Bom
B	mg dm <sup>-3</sup>	0,4	Médio
Areia	dag kg <sup>-1</sup>	31	
Silte	dag kg <sup>-1</sup>	29	
Argila	dag kg <sup>-1</sup>	40	

\* Análises realizadas no Laboratório "John Weelock" do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, Lavras MG.

\*\* Interpretações de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

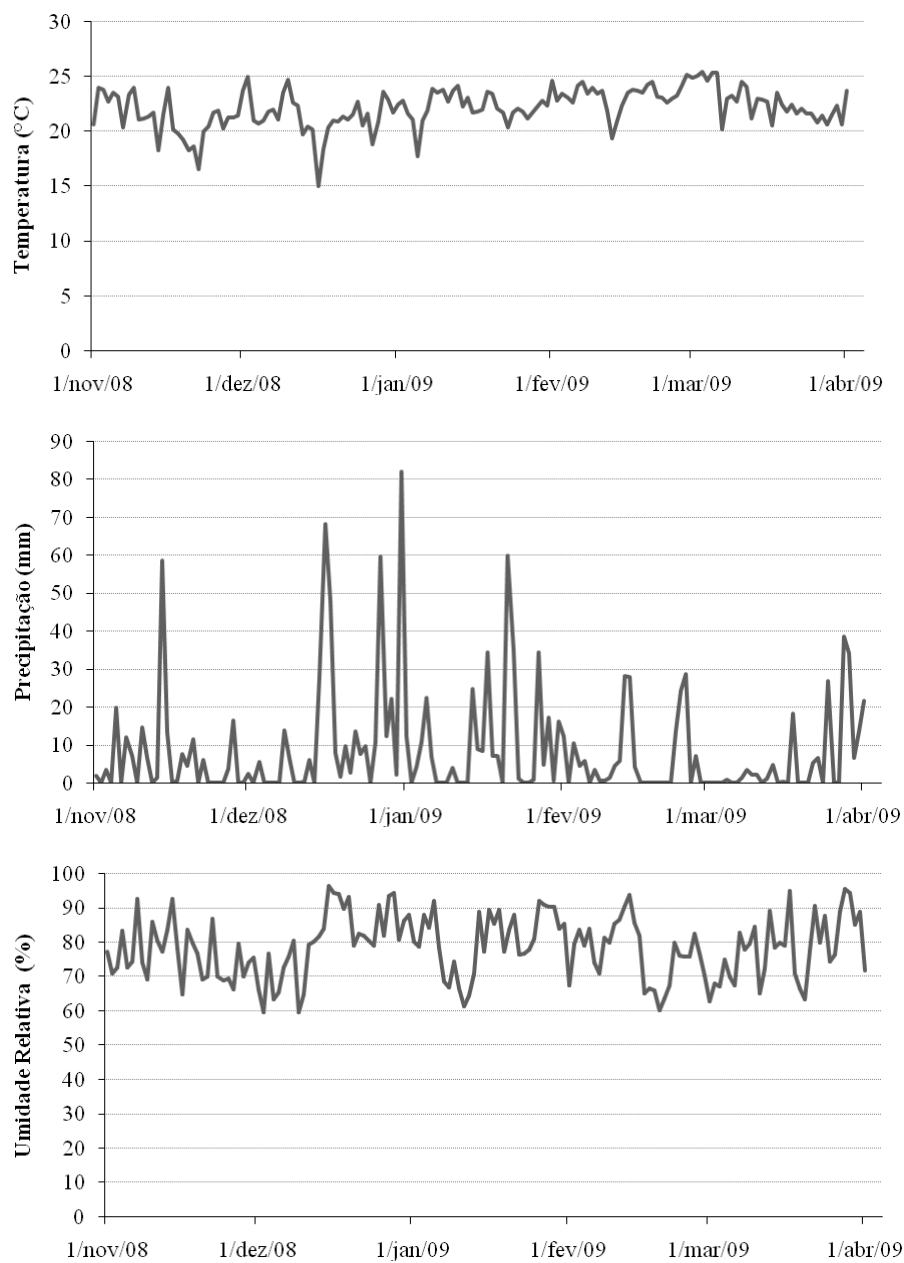


Gráfico 1 Temperatura média (°C), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%), diárias, entre novembro de 2008 e abril de 2009. Estação Climatológica Principal de Lavras, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, MG, 2010.



### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com três repetições e esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos aplicados às parcelas (50 m<sup>2</sup>) foram quatro doses de cama de frango (0; 3; 6 e 9 Mg ha<sup>-1</sup>) aplicadas em área total no dia anterior à semeadura e incorporado com gradagem leve. O resíduo orgânico denominado “cama de frango” foi obtido de galpões de avicultura sendo constituído de palha de arroz, excretas, penas e restos de ração, cuja composição é apresentada na Tabela 2.

Nas subparcelas foram utilizados 0; 100; 200; 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante mineral formulado NPK 04-30-10 com 6,10% de Ca + 2,97% de S + 0,06% de B + 0,97% de Mn + 0,31% de Zn, aplicados manualmente no sulco de semeadura. Cada subparcela (10 m<sup>2</sup>) foi constituída de 4 linhas de 5,0 metros de comprimento, espaçadas em 0,5 m; as duas linhas externas constituíram as bordaduras e as duas centrais, as linhas úteis. Por ocasião da colheita, a título de bordadura, eliminou-se 0,5 m de cada extremidade das linhas úteis.

Tabela 2 Resultado da análise físico química do resíduo orgânico cama de frango utilizada no ensaio, Itutinga, MG, 2010.

Parâmetro	Unidade	Resultado*
pH em água 1/2	-	7,4
Condutividade elétrica (CE) 1/2	dS m <sup>-1</sup>	26,4
Capacidade de retenção de água	ml g <sup>-1</sup>	2,1
Densidade aparente	g cm <sup>-3</sup>	0,4
Carbono - total	%	41,1
Matéria orgânica (MO)	%	82,0
Nitrogênio (N) total	%	4,4
N-amônio	mg kg <sup>-1</sup>	362,0
N-nitrato	mg kg <sup>-1</sup>	32,0
Fósforo (P) total	g kg <sup>-1</sup>	8,5
Potássio (K) total	g kg <sup>-1</sup>	37,0
Sódio (Na)	g kg <sup>-1</sup>	4,5
Cálcio (Ca)	g kg <sup>-1</sup>	31,0
Magnésio (Mg)	g kg <sup>-1</sup>	11,6
Enxofre (S)	g kg <sup>-1</sup>	6,2
Boro (B)	mg kg <sup>-1</sup>	46,7
Cobre (Cu)	mg kg <sup>-1</sup>	119,0
Ferro (Fe)	mg kg <sup>-1</sup>	2324,0
Manganês (Mn)	mg kg <sup>-1</sup>	691,0
Zinco (Zn)	mg kg <sup>-1</sup>	642,0

\*Análises realizadas no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

### 3.3 Instalação e condução do ensaio

O preparo do solo foi realizado utilizando-se uma aração e uma gradagem. A aplicação do resíduo orgânico foi feita a lanço, com posterior incorporação através de gradagem leve, seguido da abertura dos sulcos de semeadura utilizando-se tração mecanizada. Antes da semeadura, procedeu-se a distribuição dos adubos minerais nos sulcos de semeadura, seguido de leve incorporação. As sementes foram previamente inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando-se inoculante turfoso na proporção de 1.200.000 bactérias por semente, e em seguida procedeu-se a semeadura.

Utilizou-se a cultivar BRS Favorita RR. A soja foi semeada em 27 de novembro de 2008 e o desbaste realizado 15 dias após a emergência das plântulas, mantendo-se 15 plantas por metro. Os demais tratos culturais exigidos pela cultura foram realizados uniformemente em todas as parcelas experimentais.

### **3.4 Características avaliadas**

Por ocasião da colheita, efetuada no estágio R<sub>8</sub> (FEHR et al., 1971), foram avaliados: número de legumes por planta e número de grãos por legume (amostrados em 10 plantas das fileiras úteis); massa de 100 grãos e rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (após correção da umidade para 13%).

Avaliou-se também altura da planta (distância do colo até a extremidade da haste principal), em cm, e altura de inserção do primeiro legume (distância do colo até o nó de inserção do primeiro legume), em cm, ambas em 10 plantas das fileiras úteis tomadas aleatoriamente).

O índice de acamamento foi avaliado segundo Bernard, Chamberlain e Lawrece (1965), atribuindo-se nota 1 para todas as plantas eretas, 2 para algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas, 3 para todas as plantas moderadamente inclinadas ou 25-50% acamadas, 4 para todas as plantas severamente inclinadas ou 50-80% acamadas e 5 para mais de 80% acamadas.

Após a colheita foram realizadas amostragens de solo (profundidade 0,00 - 0,20 m) somente nas subparcelas que não receberam fertilizante mineral, com intuito de verificar a influência do resíduo orgânico sobre parâmetros de fertilidade do solo. A análise química da amostra de solo foi realizada para os seguintes parâmetros: pH em água (KCL e CaCl<sub>2</sub> – relação 1:2,5), P, K, Fe, Zn, Mn, Cu utilizando o extrator Mehlich 1, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> com extrator KCl 1mol/L, H+Al (extrator SMP), S (extrator Fosfato monocálcio em ácido

acético), B (extrator água quente), fósforo remanescente (P-rem), soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T), índice de saturação de bases (V), índice de saturação de alumínio (m) e matéria orgânica (MO).

### **3.5 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância para modelo de parcelas subdivididas, com auxílio do software Sisvar®, Ferreira (2000), utilizando-se o teste F (PIMENTEL GOMES, 2000) a 1%, 5% e 10% de probabilidade, quando pertinente, foi realizada análise de regressão polinomial. Os dados de índice de acamamento foram previamente transformados em  $(x+1)^{1/2}$ .

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resumos das análises de variância para número de legumes por planta, número de grãos por legume, massa de 100 grãos (g), produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), altura de planta (cm), altura de inserção do primeiro legume (cm) e índice de acamamento são apresentados nas Tabelas 3 e 4. Observou-se que os coeficientes de variação (CV) foram satisfatórios, indicando que os dados foram obtidos com precisão.

A análise de variância revelou que as doses do resíduo orgânico cama de frango influenciaram significativamente todas as características analisadas, exceto o número de grãos por legume que por sua vez não foi afetado significativamente por nenhuma das fontes de variações testadas (Tabela 3 e 4). Em relação à produtividade, altura de planta, altura de inserção do primeiro legume e número de legumes por planta verificou-se efeito significativo em função das doses do fertilizante mineral formulado NPK 04-30-10. A única interação significativa foi relacionada à altura de planta, indicando dependência entre doses de cama de frango e de fertilizante mineral para esta característica.

Tabela 3 Resumo da análise de variância para número de legumes por planta, número de grãos por legume, massa de 100 grãos, produtividade, Itutinga, MG, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Leg./ planta	Grãos/ leg.	M. 100 grãos	Produtividade
Bloco	2	301,91	0,02	7,70	5133669,94
Cama Frango (CF)	3	850,44**	0,01	7,59*	19158419,81**
Erro 1	6	76,81	0,02	1,32	1102151,64
Adubação Mineral (AM)	4	276,09**	0,02	0,12	1685475,97**
CF x AM	12	53,55	0,02	0,23	141968,36
Erro 2	32	43,37	0,01	0,23	148712,91
CV 1 (%)		22,13	6,31	7,27	28,13
CV 2 (%)		16,63	5,56	3,06	10,33

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F ( $p < 0,01$ ).

Tabela 4 Resumo da análise de variância para altura de planta, altura de inserção do primeiro legume e índice de acamamento (I. A.), Itutinga, MG, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Altura Planta	Altura 1° Leg.	I. A.
Bloco	2	2,09	59,88**	0,02
Cama Frango (CF)	3	1595,15**	35,05**	0,76**
Erro 1	6	26,47	0,90	0,05
Adubação Mineral (AM)	4	101,72**	20,61*	0,03
CF x AM	12	56,23**	11,76	0,01
Erro 2	32	18,11	6,18	0,02
CV 1 (%)		6,46	3,66	13,65
CV 2 (%)		5,34	9,58	7,88

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F ( $p < 0,01$ ).

#### 4.1 Número de legumes por planta

O número de legumes por planta aumentou linearmente tanto em função das doses do resíduo orgânico quanto para as doses do fertilizante mineral (Gráfico 2 e 3), o que corrobora com Ritchie et al. (1997) que relataram que o número de legumes por planta é mais responsivo as variações edáficas, diferente do número de grãos por legume e massa dos grãos, por possuírem um controle genético mais proeminente. Os resultados médios do número de legumes por planta, em função das doses da cama de frango e do fertilizante mineral são apresentados na Tabela 5.

Em relação à cama de frango, a cada megagrama (tonelada) adicionada por hectare, o número médio de legumes por planta é acrescido em aproximadamente 2 unidades, no primeiro ano após aplicação, neste tipo de solo (Gráfico 2). Fato este correlacionado com o aumento da produção, alcançando com a utilização de  $9 \text{ Mg ha}^{-1}$ , 48 legumes por planta.

Tabela 5 Resultados médios do número de legumes por planta, em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, Itutinga, MG, 2010.

Resíduo Orgânico ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )	Fertilizante Mineral NPK ( $\text{kg ha}^{-1}$ )					Médias
	0	100	200	300	400	
0	19,13	25,87	30,70	35,53	39,23	30,09
3	32,67	35,87	40,03	34,63	46,50	37,94
6	37,80	41,50	46,10	38,20	48,60	42,44
9	47,40	49,27	40,00	47,60	55,23	47,90
Médias	34,25	38,12	39,21	38,99	47,39	39,59

Quanto à utilização do formulado mineral NPK, na sua ausência observou-se 34 legumes por planta, ao passo que com a utilização de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK esse valor chegou a 45 legumes por planta (Gráfico 3). A cada kilograma de fertilizante mineral utilizado o número de legumes aumenta em 0,027.

Esses dados mostram que essa componente de produção da soja responde mais ao aporte de nutrientes que número de grãos por legume, não influenciado significativamente por nenhum fator, e a massa de 100 grãos, somente afetada pela cama de frango (Tabela 3), corroborando assim com Ritchie et al. (1997).

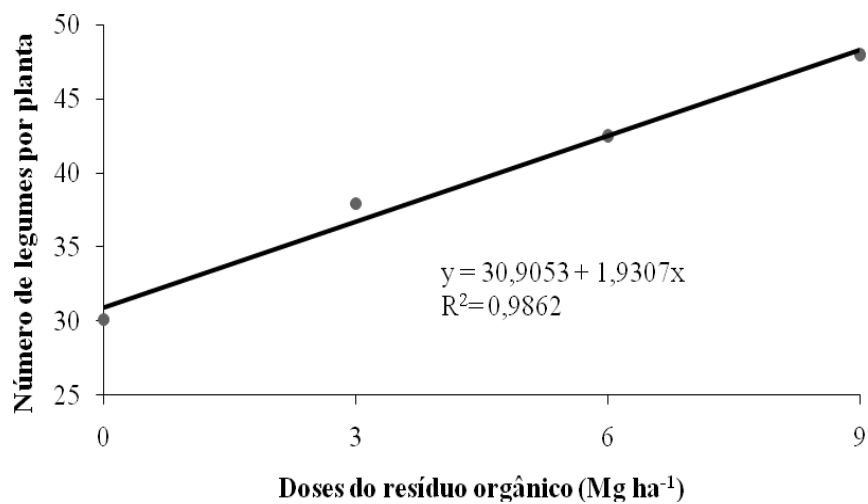


Gráfico 2 Equação de regressão para número de legumes por planta em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010.



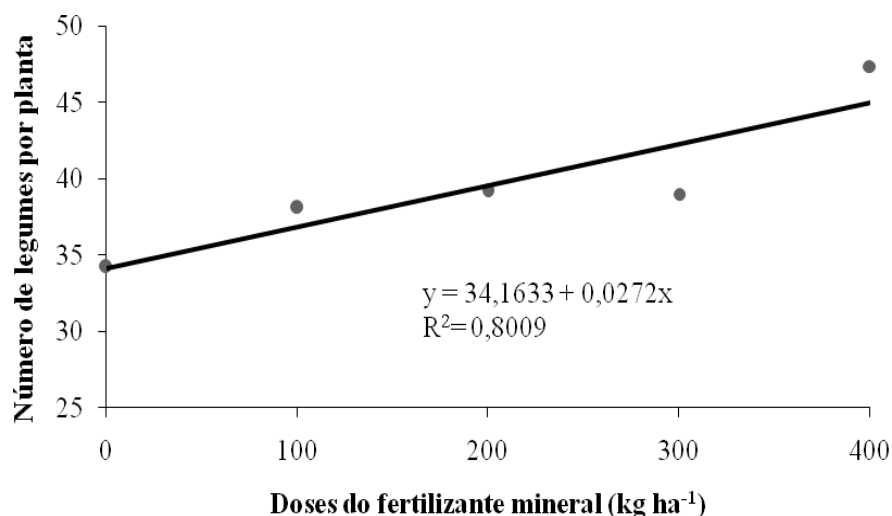


Gráfico 3 Equação de regressão para número de legumes por planta em função das doses do fertilizante mineral NPK, Itutinga, MG, 2010.

#### 4.2 Número de grãos por legume

Os componentes do rendimento determinam a produtividade da lavoura e são representados, principalmente, pelos fatores número de legumes por planta, número de grãos por legume e massa dos grãos. O número de legumes por planta é mais responsivo aos tratamentos, uma vez que o número de grãos por legume e massa dos grãos possuem maior controle genético e, por isso, são dotados de maior resistência às fontes de variações (RITCHIE et al., 1997).

O número de grãos por legume é definido pelo número de óvulos por legume e pela frequência de aborto de embriões, sendo um fenótipo quantitativo controlado por vários genes. O conteúdo de óvulos no ovário é de um a quatro e seu número médio por legume é determinado geneticamente (TISCHNER et al., 2003), sofrendo pouca influência de tratamentos que modifiquem o ambiente, tais como a aplicação de nutrientes.

As fontes de variação, doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, não afetaram significativamente o número de grãos por legume. Observaram-se pequenas variações entre os tratamentos (Tabela 6), concordando assim com Ritchie et al. (1997). A média geral observada para este componente da produtividade foi de 2,12 grãos por legume.

Tabela 6 Resultados médios do número de grãos por legume, em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, Itutinga, MG, 2010.

Resíduo Orgânico (Mg ha <sup>-1</sup> )	Fertilizante Mineral NPK (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	100	200	300	400	
0	2,03	2,04	2,12	2,12	2,18	2,10
3	2,14	2,16	2,05	2,21	2,06	2,12
6	1,99	1,95	2,23	2,17	2,10	2,09
9	2,15	2,14	2,10	2,18	2,21	2,16
Médias	2,08	2,07	2,13	2,17	2,14	2,12

#### 4.3 Massa de 100 grãos

Os resultados médios da massa de 100 grãos (g), em função das doses da cama de frango e do fertilizante mineral formulado são apresentados na Tabela 7, a média geral do experimento foi de 15,81 g.

Tabela 7 Resultados médios da massa de 100 grãos (g), em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, Itutinga, MG, 2010.

Resíduo Orgânico (Mg ha <sup>-1</sup> )	Fertilizante Mineral NPK (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	100	200	300	400	
0	14,33	14,56	14,74	15,10	15,26	14,80
3	15,73	15,89	15,92	16,25	16,16	15,99
6	16,04	16,01	16,19	15,77	15,86	15,97
9	16,67	16,43	16,54	16,62	16,10	16,47
Médias	15,69	15,72	15,85	15,93	15,85	15,81

A massa de 100 grãos, foi afetada pelas doses do resíduo orgânico, apresentando efeito linear, verificou-se o menor valor (15,1 g) na ausência do resíduo orgânico e o maior (16,6 g) com 9 Mg ha<sup>-1</sup> (Gráfico 4). Atribui-se alto controle genético à massa dos grãos, por isso, ocorre uma maior resistência às variações ambientais (RITCHIE et al., 1997).

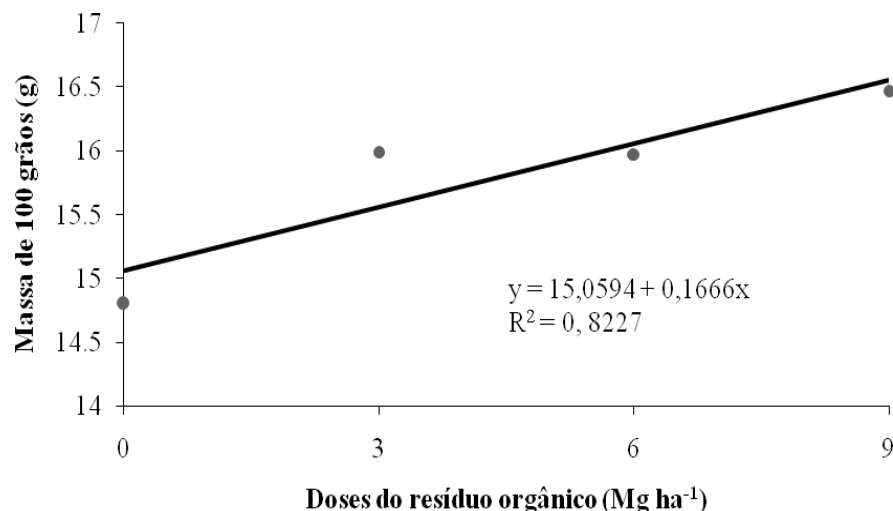


Gráfico 4 Equação de regressão para massa de 100 grãos em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010.

#### 4.4 Produtividade

Houve efeito linear das doses do resíduo orgânico “cama de frango” (Gráfico 5) e do fertilizante mineral (Gráfico 6) sobre a produtividade da soja.

Nota-se que sem a utilização da cama de frango, a produtividade estimada de grãos foi de 2474 kg ha<sup>-1</sup>, ao passo que com a utilização de 9 Mg ha<sup>-1</sup> essa produtividade foi de 4990 kg ha<sup>-1</sup>, o que representa o dobro, com acréscimo médio de 279,5 kg ha<sup>-1</sup> de grãos a cada megagrama de cama de frango adicionada por hectare (Gráfico 5).

Considerando o custo da cama de frango disponível na região (R\$ 90,00 por megagrama) e da saca de 60 kg de soja (R\$ 40,00), preços cotados em janeiro de 2010, e acréscimo médio de 279,5 kg ha<sup>-1</sup> de grãos a cada megagrama de cama de frango adicionada por hectare, o lucro seria de R\$ 96,33 por megagrama de cama de frango aplicada por hectare, sem considerar o custo do serviço de aplicação que é variável, de acordo com a região e a infraestrutura

que o produtor possui. O efeito da cama de frango no aumento da produtividade foi linear, contudo a maior dose, 9 Mg ha<sup>-1</sup>, favoreceu o acamamento das plantas. Uma alternativa interessante seria a dose 6 Mg ha<sup>-1</sup> que proporcionaria um lucro de R\$ 578,00 por hectare, nas condições citadas. Mostrando assim que a utilização do resíduo orgânico cama de frango se mostra economicamente viável na produção de soja, dependendo da disponibilidade, dose e preço na região, mesmo porque Ghosh et al. (2009), Ribeiro et al. (2009) e Vilela et al. (2009) ressaltam que as vantagens físicas, químicas e biológicas no solo não se limitam ao ano de aplicação do resíduo.

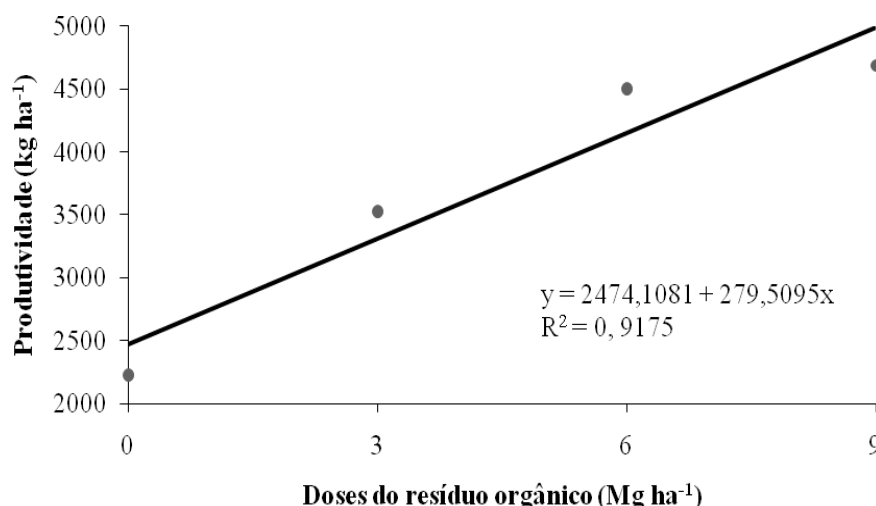


Gráfico 5 Equação de regressão para produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010.

O desequilíbrio de nutrientes na constituição dos resíduos orgânicos precisa ser considerado, em comparação às necessidades das culturas (WESTERMAN; BICUDO, 2005), com isso a adubação exclusiva com a cama de frango pode favorecer o desbalanço dos nutrientes no sistema solo planta. Torna-se dessa forma, recomendável a associação com fertilizante mineral,

concordando assim com Liu et al. (2009) que sugerem a combinação de condicionadores orgânicos com fertilizantes minerais para estratégias de adubações mais sustentáveis.

A variação obtida com as doses do fertilizante mineral foi menor. Na ausência da adubação mineral a produtividade foi de 3285 kg ha<sup>-1</sup> e com 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 esse valor foi de 4179 kg ha<sup>-1</sup>, equivalente a aumento de 27%. A resposta observada não foi tão proeminente, neste tipo de solo (Gráfico 6). Indicando que aplicações de altas doses de fertilizantes minerais em solos com baixa e média capacidade de troca de cátions podem não elevar proporcionalmente o rendimento da cultura.

Uma das maneiras de melhorar a sustentabilidade e a eficiência agrônômica dos fertilizantes minerais seria a utilização conjunta com resíduos orgânicos (BHATTACHARYYA et al., 2008; LIU et al., 2009). Com a utilização do resíduo orgânico as produtividades médias foram mais elevadas, sendo que em todas as parcelas onde foi aplicada cama de frango, situaram-se em patamares mais elevados em relação a não utilização. A média observada para as parcelas onde não se aplicou resíduo orgânico foi de 2219,82 kg ha<sup>-1</sup>, ao passo que com 3, 6 e 9 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de frango, os aumentos foram de 1302,46; 2274,94 e 2479,93 kg ha<sup>-1</sup>, acréscimos correspondentes a 59, 102 e 112%, respectivamente (Tabela 8), mostrando assim a eficácia do resíduo orgânico, corroborando com as observações de Bhattacharyya et al. (2008) e Liu et al. (2009).

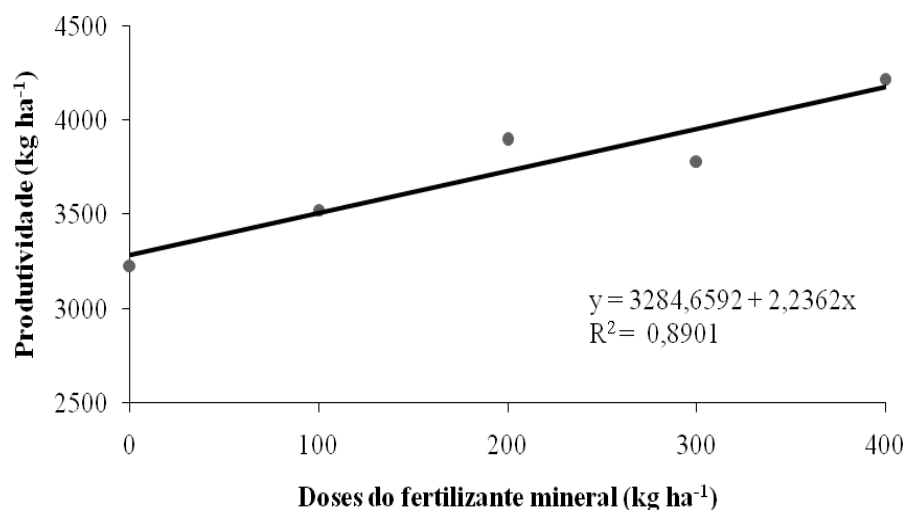


Gráfico 6 Equação de regressão para produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função das doses do fertilizante mineral NPK, Itutinga, MG, 2010.

Tabela 8 Resultados médios da produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, Itutinga, MG, 2010.

Resíduo Orgânico (Mg ha <sup>-1</sup> )	Fertilizante Mineral NPK (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	100	200	300	400	
0	1541,87	2073,89	2253,32	2360,13	2869,88	2219,82
3	3055,15	3337,65	3663,71	3388,54	4166,32	3522,28
6	3956,27	4547,72	4756,50	4337,56	4875,74	4494,76
9	4371,10	4147,34	4915,71	5049,11	4970,50	4690,75
Médias	3231,10	3526,65	3897,31	3783,83	4220,61	3731,90

#### 4.5 Altura de planta

Os resultados médios da altura de planta (cm), em função das doses do resíduo orgânico e do fertilizante mineral formulado são apresentados na Tabela 9. A interação doses de cama de frango x doses do fertilizante mineral foi

significativa para altura de planta. O desdobramento evidenciou diferenças nas doses 0 e 3 Mg ha<sup>-1</sup> (Gráfico 7). Nas doses 6 e 9 Mg ha<sup>-1</sup> da “cama de frango” não houve diferenças entre as doses do fertilizante mineral.

Sem a utilização do resíduo orgânico o efeito foi quadrático, com a altura máxima, 72 cm, alcançada com 337 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante mineral formulado NPK. A partir desse ponto, a altura das plantas foi decrescendo, evidenciando que neste tipo de solo o aporte de nutrientes com altas doses de fertilizante mineral pode não ser eficiente, visto que as perdas de nutrientes são grandes. Uma das maneiras de otimizar o uso dos fertilizantes minerais seria sua utilização associada à aplicação de resíduos orgânicos (BHATTACHARYYA et al., 2008; LIU et al., 2009), a exemplo da “cama de frango”.

Tabela 9 Resultados médios da altura de planta (cm), em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, Itutinga, MG, 2010.

Resíduo Orgânico (Mg ha <sup>-1</sup> )	Fertilizante Mineral NPK (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	100	200	300	400	
0	53,47	64,66	66,40	73,60	70,87	65,80
3	72,00	74,80	79,27	82,40	82,07	78,11
6	82,53	86,13	87,73	84,60	86,13	85,43
9	92,87	88,80	86,47	88,80	89,13	89,21
Médias	75,22	78,60	79,97	82,35	82,05	79,64

Observa-se pelo Gráfico 7, que com a utilização de 3 Mg ha<sup>-1</sup> da cama de frango o efeito do fertilizante mineral sobre a altura das plantas foi linear, atingindo 84 cm com 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK, mostrando a eficiência do resíduo orgânico na otimização do aproveitamento do fertilizante mineral, visto que o valor máximo não foi atingido neste caso (efeito linear). Uma das causas desse efeito dos resíduos orgânicos na eficiência dos fertilizantes minerais é o



aumento dos radicais orgânicos no solo, que se ligam aos nutrientes evitando que esses sejam perdidos. Neste sentido, Hoffmann et al. (2001) observaram que o uso de esterco animal aumentou a capacidade de troca de cátions dos solos.

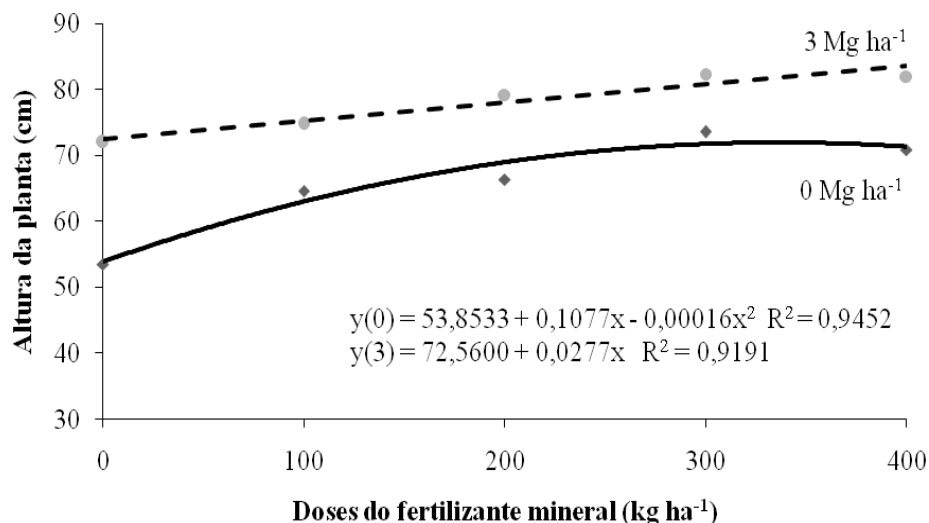


Gráfico 7 Equação de regressão para altura de planta (cm), desdobramento das doses do fertilizante mineral no resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010.

#### 4.6 Altura de inserção do primeiro legume

A altura de inserção do primeiro legume, característica importante, pois de acordo com Marcos Filho (1986), a cultivar escolhida para o cultivo em uma determinada região deve apresentar uma altura de inserção de primeiro legume de pelo menos 10 a 12 cm, entretanto, para a maioria das condições das lavouras de soja, a altura mais satisfatória está em torno de 15 cm, podendo assim minimizar as perdas na colheita. O resultado médio da altura de inserção do primeiro legume obtido no experimento foi de 25,95 cm, sendo que todos os valores foram adequados à colheita mecanizada (Tabela 10). Para as doses de

resíduo orgânico o efeito foi quadrático, com altura do primeiro legume mínima de 23,9 cm e máxima de 27,2 cm, obtida com a dose de 8,64 Mg ha<sup>-1</sup> (Gráfico 8).

Tabela 10 Resultados médios da altura de inserção do primeiro legume (cm), em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, Itutinga, MG, 2010.

Resíduo Orgânico (Mg ha <sup>-1</sup> )	Fertilizante Mineral NPK (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	100	200	300	400	
0	20,67	22,47	24,47	24,13	27,20	23,79
3	23,13	24,13	27,73	29,80	25,53	26,07
6	25,40	25,60	25,47	28,07	28,67	26,64
9	29,67	26,53	25,53	28,40	26,40	27,30
Médias	24,72	24,68	25,80	27,60	26,95	25,95

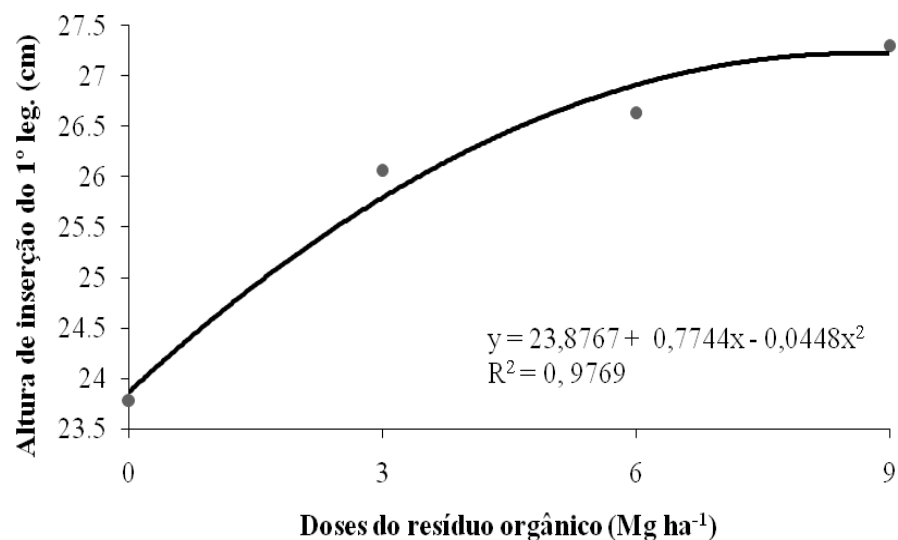


Gráfico 8 Equação de regressão para altura de inserção do primeiro legume em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010.

Com as doses do fertilizante mineral o efeito foi linear, com o menor valor em 24,5 cm e o maior em 27,5 cm com 400 kg ha<sup>-1</sup> (Gráfico 9). As variações foram de pequena magnitude, visto que se trabalhou com apenas uma cultivar, BRS Favorita RR. Os valores se apresentaram dentro de padrões adequados para colheita mecanizada.

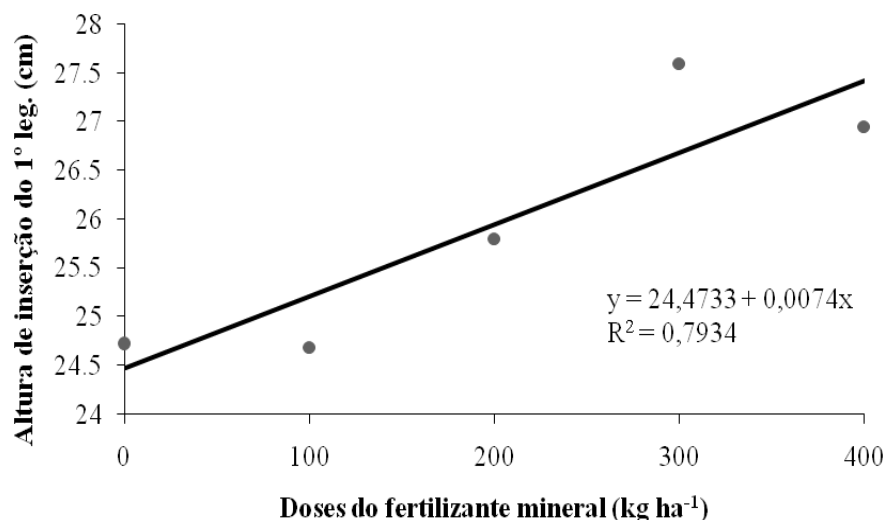


Gráfico 9 Equação de regressão para altura de inserção do primeiro legume em função das doses do fertilizante mineral NPK, Itutinga, MG, 2010.

#### 4.7 Índice de acamamento

Os resultados médios do índice de acamamento, avaliados segundo Bernard, Chamberlain e Lawrece (1965) são apresentados na Tabela 11, sendo a média geral de 1,96. O índice de acamamento variou em função das doses do resíduo orgânico, sendo o menor acamamento obtido sem o uso da cama de frango, com índice médio próximo a 1, ou seja, todas as plantas eretas, o que não representa problema para a colheita mecanizada (Gráfico 10).

À medida que se aumentou a dose do resíduo orgânico o índice de acamamento se elevou, atingindo notas que poderiam comprometer a colheita mecanizada, por favorecer as perdas (Gráfico 10). Com 3 e 6 Mg ha<sup>-1</sup> os índices de acamamento foram de 1,63 e 2,22, respectivamente, algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas, não sendo problema para a colheita mecanizada (Gráfico 10).

Tabela 11 Resultados médios do índice de acamamento, em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango” e do fertilizante mineral formulado NPK, Itutinga, MG, 2010.

Resíduo Orgânico (Mg ha <sup>-1</sup> )	Fertilizante Mineral NPK (kg ha <sup>-1</sup> )					Médias
	0	100	200	300	400	
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	1,06
3	1,30	1,58	1,63	1,99	1,99	1,70
6	1,99	1,99	2,31	2,65	2,31	2,25
9	2,65	2,96	2,96	2,65	3,00	2,84
Médias	1,73	1,88	1,97	2,07	2,15	1,96

A dose 9 Mg ha<sup>-1</sup> cujo acamamento praticamente atingiu nota 3, todas as plantas moderadamente inclinadas ou 25-50% acamadas, favorece as perdas no momento da colheita mecanizada (Gráfico 10), restringindo assim o uso da cama de frango em doses superiores, na cultura da soja, apesar de elevar a produtividade. Nessa condição, poder-se-ia trabalhar com densidades de plantio menores, para amenizar esse efeito, sendo que nesse trabalho utilizou-se 15 plantas por metro linear.

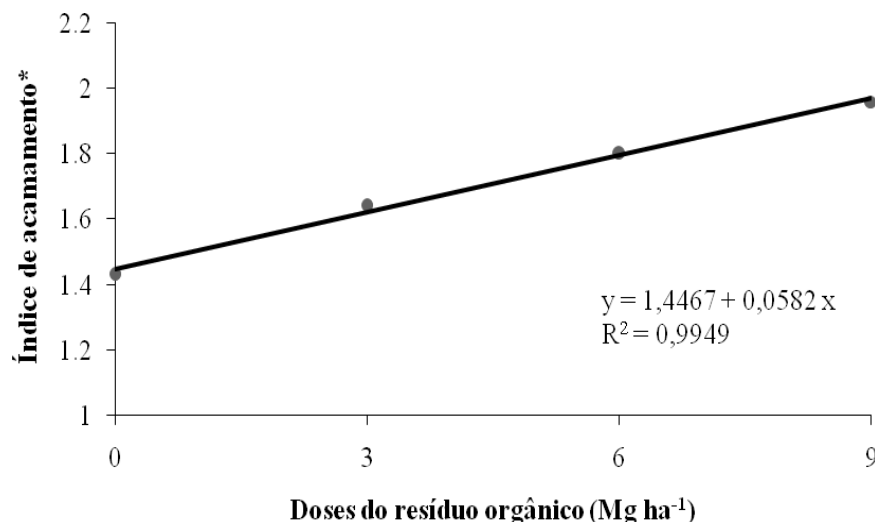


Gráfico 10 Equação de regressão para índice de acamamento em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010. \*Dados transformados com  $(x+1)^{1/2}$ .

#### 4.8 Teores de nutrientes no solo

Após a colheita foram realizadas amostragens de solo somente nas subparcelas que não receberam fertilizante mineral, para verificar a influência do resíduo orgânico nos teores de nutrientes no solo. O resumo da análise de variância é apresentado na Tabela 12, para todas as características avaliadas. Observa-se que entre os atributos químicos na camada de 0,00 - 0,20 m, a utilização do resíduo orgânico somente influenciou significativamente os teores de K e de S do solo (Tabela 12). Os resultados médios das análises químicas são apresentados na Tabela 13.

A matéria orgânica, ao final do cultivo, não foi afetada pela adição de cama de frango e alguns fatores podem ter contribuído para isto. O plantio convencional com a incorporação do resíduo orgânico e o clima da região que é o do tipo Cwa, temperado chuvoso e mesotérmico, com as maiores precipitações

em dezembro e janeiro, quando a média mensal chega a 254 e 321 mm, respectivamente, precipitação média anual de 1460 mm, com as maiores temperaturas ocorrendo em dezembro, janeiro e fevereiro com médias de 22,2; 22,6 e 22,8 °C, respectivamente, favorecem a decomposição da matéria orgânica. Nessas condições a elevação da matéria orgânica do solo se torna mais difícil. Moreti et al. (2007), também verificaram que a utilização do esterco de galinha não afetou o teor de matéria orgânica nas camadas de 0,00 - 0,10 m e 0,10 - 0,20m.

Tabela 12 Resumo da análise de variância para P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, S, Zn, Fe, Mn, Cu, B, Al<sup>3+</sup>, P-rem, H +Al, SB, (t), (T), m, V, MO e pH, Itutinga, MG, 2010.

FV	GL	Quadrados médios						
		P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S	Zn	
Bloco	2	1,13	210,58	0,11	0,01	33,36*	0,81*	
Cama	3	1,11	1444,11**	0,03	0,00	31,23*	0,02	
Frango	6	1,06	177,36	0,11	0,01	8,99	0,17	
Erro	6	1,06	177,36	0,11	0,01	8,99	0,17	
CV (%)		43,66	12,54	26,16	25,20	23,81	26,26	
		Fe	Mn	Cu	B	Al <sup>3+</sup>	P-rem	H +Al
Bloco	2	34,83**	9,80**	0,17	0,00	0,00	13,06	0,39
Cama	3	5,05	1,49	0,11	0,01	0,00	5,21	0,13
Frango	6	4,91	1,59	0,11	0,00	0,01	6,16	0,21
Erro	6	4,91	1,59	0,11	0,00	0,01	6,16	0,21
CV (%)		7,02	19,26	22,05	32,98	55,56	15,02	11,95
		SB	(t)	(T)	m	V	MO	pH
Bloco	2	0,19	0,20	0,32	12,00	65,64	0,01	0,03**
Cama	3	0,02	0,01	0,12	3,64	8,28	0,05	0,01
Frango	6	0,18	0,13	0,08	30,89	49,27	0,04	0,00
Erro	6	0,18	0,13	0,08	30,89	49,27	0,04	0,00
CV (%)		21,77	17,36	4,79	71,71	21,13	7,29	1,24

\*\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F (p<0,05).

\*Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F (p<0,1).

Tabela 13 Resultados médios das análises químicas das amostras de solo retiradas nas subparcelas que não receberam adubação mineral (profundidade 0,00 - 0,20 m) na área experimental em Itutinga, MG, 2010\*.

Atributos	Cama de frango (Mg ha <sup>-1</sup> )			
	0	3	6	9
P (mg dm <sup>-3</sup> )	1,7	3,2	2,2	2,4
K (mg dm <sup>-3</sup> )	80,3	105,0	105,3	134,0
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,4	1,3	1,4	1,2
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,3	0,3	0,4	0,4
S (mg dm <sup>-3</sup> )	9,6	11,4	12,1	17,2
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	1,6	1,5	1,7	1,5
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	30,5	30,9	31,4	33,4
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	5,9	6,3	6,4	7,5
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,8	1,4	1,4	1,5
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,1	0,2	0,3	0,2
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,1	0,2	0,1	0,2
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,8	3,8	3,7	4,2
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,9	1,9	2,0	1,9
P-rem (mg L <sup>-1</sup> )	14,7	16,6	17,6	17,3
(t) (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,0	2,1	2,2	2,1
(T) (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,7	5,6	5,8	6,1
m (%)	7,7	9,0	6,3	8,0
V (%)	33,6	33,4	35,0	31,0
MO (dag kg <sup>-1</sup> )	2,8	2,6	2,8	2,7
pH em água	5,6	5,5	5,5	5,5

\*Análises realizadas no Instituto de Química “John H. Wheelock” do Departamento de Ciências dos Solos da Universidade Federal de Lavras.

No presente trabalho o teor de fósforo do solo não foi influenciado pela aplicação da cama de frango, resultado discordante de Gianello e Ernani (1983) e Moreti et al. (2007) que observaram elevação do P extraível após aplicação de cama de frango e esterco de galinha, respectivamente.

As amostras de solo realizadas após a colheita, nas subparcelas que não foram adubadas com fertilizante mineral, revelaram que a utilização de doses mais elevadas de cama de frango favoreceram o teor de alguns nutrientes no solo.



Observou-se efeito linear das doses de cama de frango sobre o teor de K, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) satisfatório (90,12%). Na ausência da utilização da cama de frango, o teor foi de  $81,97 \text{ mg dm}^{-3}$ , ao passo que com 3, 6 e  $9 \text{ Mg ha}^{-1}$  os teores foram, respectivamente, 98,10; 114,23 e  $130,36 \text{ mg dm}^{-3}$ , representando acréscimos de 19,68; 39,36 e 59,04% (Gráfico 11). Indicando que a utilização de cama frango eleva o teor de K no solo, após o primeiro cultivo com soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Andreola et al. (2000), que estudando as propriedades químicas de um Nitossolo influenciado pela cobertura vegetal de inverno e pelas adubações orgânica (esterco de aves) e mineral, ao coletarem amostras nas profundidades 0,0 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,30 m, observaram que o uso do esterco de aves proporcionou elevação do teor de K no solo, enquanto os adubos organomineral e mineral mostraram tendência à redução, principalmente dos níveis de potássio.

E por Moreti et al. (2007), que trabalhando em Latossolo Vermelho de cerrado, sob as adubações orgânica e mineral e plantas de cobertura, estabelecidas nos sistemas de semeadura direta e preparo convencional, com esterco de galinha, esterco de galinha + metade da adubação mineral recomendada, adubação mineral, crotalária, milheto e testemunha, observaram que a utilização de esterco de galinha elevou o teor de K no solo na camada de 0,10 - 0,20 m.

O resíduo orgânico “cama de frango” contém um teor considerável de K ( $37 \text{ g kg}^{-1}$ ) e com a dose de  $9 \text{ Mg ha}^{-1}$  foram adicionados  $333 \text{ kg}$  de K por ha, equivalente a aproximadamente  $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ , quantidade acima do recomendado,  $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$  (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). É importante considerar, que se trata do primeiro cultivo após a aplicação da cama de frango, e o K, ao contrário do N e P, não é muito afetado pela taxa de mineralização, ficando todo disponível às culturas, por não integrar estruturas químicas orgânicas que necessitem da mineralização microbiana para ocorrer a

disponibilização (MEURER; INDA JÚNIOR, 2004). Para o potássio a percentagem de conversão do nutriente aplicado via adubo orgânico para a forma mineral é de 100% no 1º ano (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

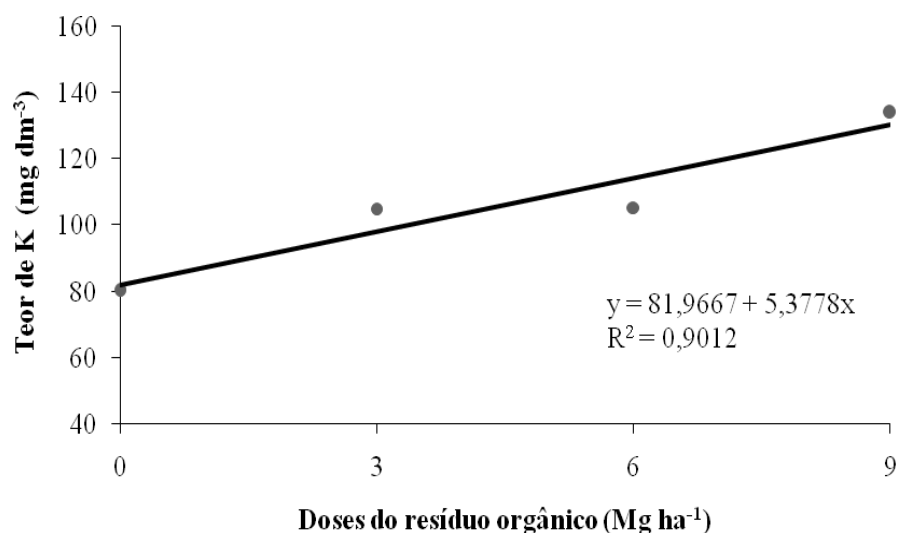


Gráfico 11 Equação de regressão para teor de potássio (K) no solo, camada 0,00 - 0,20 m, em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010.

Quanto ao enxofre, o teor foi alterado significativamente quando se utilizou 10% de probabilidade ( $p < 0,1$ ), realizando-se assim a regressão polinomial, o efeito foi linear com coeficiente de determinação de 86,91%. Com a utilização de 9 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de frango o teor de S no solo foi de 16,09 mg dm<sup>-3</sup>, representando acréscimo de 76,81% em relação a área onde a cama de frango não foi utilizada (9,10 mg dm<sup>-3</sup>). O aumento foi da ordem de 25,60% com a aplicação de 3 Mg ha<sup>-1</sup> e de 51,21% com 6 Mg ha<sup>-1</sup>, cujos valores foram 11,43 e 13,76 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente (Gráfico 12). A utilização de cama de frango pode favorecer o teor de S no solo, na primeira safra após a aplicação do

resíduo. Resultado este interessante, visto que Rezende et al. (2009) observaram acréscimos na produtividade de soja em função da utilização desse nutriente.

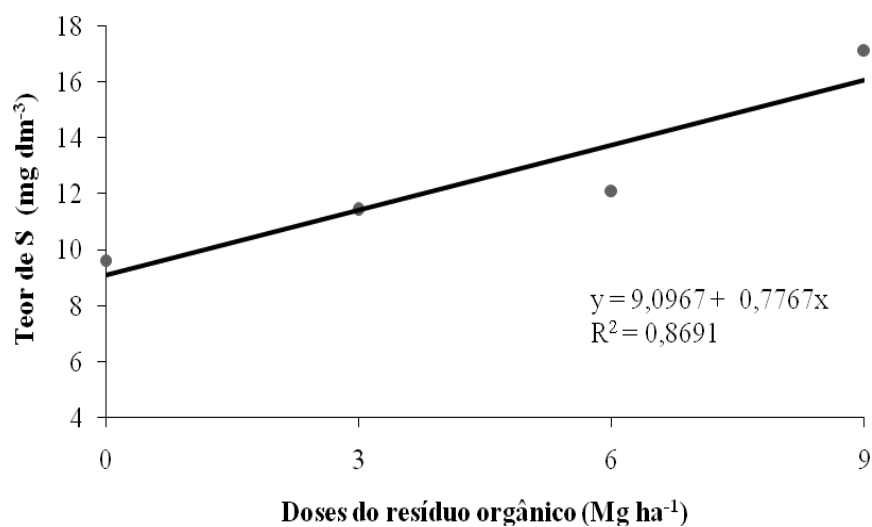


Gráfico 12 Equação de regressão para teor de enxofre (S) no solo, camada 0,00 - 0,20 m, em função das doses do resíduo orgânico “cama de frango”, Itutinga, MG, 2010.

## 5 CONCLUSÕES

A adubação com o fertilizante mineral proporciona aumento na altura de planta e de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta e na produtividade de grãos de soja.

A adubação com o resíduo orgânico “cama de frango” eleva a altura de planta e de inserção do primeiro legume, massa de 100 grãos, número de legumes por planta e o rendimento de grãos de soja, porém em doses mais elevadas favorece o acamamento da plantas.

A utilização da cama de frango é viável em termos agronômicos e econômicos na cultura da soja.

A adição de cama de frango eleva os teores de potássio e enxofre no solo.

## REFERÊNCIAS

- ANDREOLA, F. et al. Propriedades químicas de uma Terra Roxa estruturada influenciadas pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 609-620, jul./set. 2000.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Estatística**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 23 mar. 2010.
- BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRECE, R. D. (Ed.). **Results of the cooperative uniform soybean tests**. Washington: USDA, 1965. 134 p.
- BHATTACHARYYA, R. et al. Sustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean–wheat system of the Indian Himalayas. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 33-46, Jan. 2008.
- BROCH, D. L.; PEDROSO, R. S. Custo de produção da cultura da soja. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: soja e milho 2008/2009**. Maracaju, 2008. cap.11, p. 126-130.
- BROCH, D. L.; PEDROSO, R. S. Custo de produção da cultura da soja. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: soja e milho 2009/2010**. Maracaju, 2009. cap. 10, p. 129-131.
- BULLUCK, L. R. et al. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 19, n. 2, p. 147-160, Feb. 2002.
- CASTRO, S. H. de; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no oeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, nov./dez. 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra - Grãos**. Brasília, 2010. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 23 mar. 2010.

CORRÊA, J. C. et al. Aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1209-1219, set. 2008.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja**: região central do Brasil 2004. Londrina, 2003. 237 p. (Sistemas de produção, 4).

FEHR, W. R. et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, Nov./Dec. 1971.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para análise de variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA PARA A SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade de São Carlos, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, C.; CERETTA, C. A. Fontes orgânicas de nutrientes em sistemas de produção de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n. 6, p. 1788-1793, nov./dez. 2006.

GIANELLO, C.; ERNANI, P. R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frango, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 285-290, set./dez. 1983.

GHOSH, P. K. et al. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 43-50, July 2009.

HOFFMANN, I. et al. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 86, n. 3, p. 263-275, Sept. 2001.

LACERDA, N. B. de; SILVA, J. R. C. Efeitos do manejo do solo e da adubação orgânica no rendimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 167-172, mar./abr. 2007.

LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. da. Avaliação agronômica e econômica da aplicação de bio sólido na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1477-1484, out. 2006.

LIU, M. et al. Organic amendments with reduced chemical fertilizer promote soil microbial development and nutrient availability in a subtropical paddy field: the influence of quantity, type and application time of organic amendments. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 166-175, June 2009.

LOPES, A. S. et al. **Sistema plantio direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 115 p.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. de O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 101-110, jan./fev. 2008.

MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. de. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 1, p. 163-183, jan./mar. 2007.

MEURER, E. J.; INDA JÚNIOR, A. V. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. v. 1, p. 139-151.

MIELNICZUK, J. et al. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3, p. 209-248.

MIYSAKA, S., OKAMOTO, H. Importância da matéria orgânica na agricultura. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES, 1992, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1992. p. 1.

MORETI, D. et al. Atributos químicos de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 167-175, jan./fev. 2007.

PADOVAN, M. P. et al. Avaliação de cultivares de soja, sob manejo orgânico, para fins de adubação verde e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1705-1710, dez. 2002.

PAES, J. M. V. et al. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre CTC e o pH. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 43, n. 249, p. 337-392, 1996.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477 p.

REZENDE, P. M. de et al. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1255-1259, set./out. 2009.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RIBEIRO, D. O. et al. Comparação de adubação química com cama de frango na cultura da soja (*Glycine max*) em Latossolo vermelho amarelo distrófico no sudoeste goiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009, Goiânia. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2009. 1 CD-ROM.

RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1997. 20 p. (Special Report, n. 53).

SANTOS, G. M. et al. Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 30-35, mar. 2001.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. cap. 9, p. 467-524.



SOUTO, P. C. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 29, n. 1, p. 125-130, jan./fev. 2005.

SOUZA, R. F. de et al. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 975-983, nov./dez. 2006.

TISCHNER, T. et al. Genetics of seed abortion and reproductive traits in soybean (*Glycine max*). **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 2, p. 464-473, Mar. 2003.

VILELA, L. A. F. et al. Comparação de adubo químico com cama de frango na adubação da soja (*Glycine max*), em Neossolo quartzarênico no sudoeste goiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009, Goiânia. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2009. 1 CD-ROM.

VITTI, G. C. et al. Fertirrigação: condições e manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 195-271.

WESTERMAN, P. W.; BICUDO, J. R. Management considerations for organic waste use in agriculture. **Bioresource Technology**, Essex, London, v. 96, n. 2, p. 215-221, Jan. 2005.

ZECH, W. et al. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, Amsterdam, v. 79, n. 3/4, p. 117-161, Sept. 1997.