

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS – CAMPUS  
MUZAMBINHO**

Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura

---

**MARCELO MOREIRA DIAS**

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE NA  
FERTILIDADE DO SOLO CULTIVADO COM *Coffea*  
*arabica* L. E COM ÊNFASE NA ANÁLISE DOS  
MICRONUTRIENTES**

---

Muzambinho  
2010

**MARCELO MOREIRA DIAS**

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE NA  
FERTILIDADE DO SOLO CULTIVADO COM *Coffea  
arabica* L. E COM ÊNFASE EM ANÁLISE DOS  
MICRONUTRIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Muzambinho, como requisito parcial à obtenção do grau de Tecnólogo em Cafeicultura.

Orientadora: Prof. Anna Lygia de Rezende Maciel.

Muzambinho  
2010

COMISSÃO EXAMINADORA:

Anna Lygia de Rezende Maciel (Orientadora)

Celso Antônio Spagiari e Souza

Francisco Vítor de Paula

Muzambinho, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia aos meus afilhados Daniel dos Reis, Luís Gabriel e Daniel Lima, crianças a quem dispenso todo o meu carinho e atenção. Na alegria delas, quero espelhar toda a minha vida...

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pelo precioso dom da vida. Aos meus pais João e Ceila, grandes modelos de vida; a minha irmã Dri, parceira em tudo; minha namorada Fernanda que sempre me deu força para chegar até aqui, aos amigos que cruzaram meu caminho, a Geruza grande amiga durante a elaboração deste trabalho e de todo o curso, Aibi pelo companheirismo e em especial a Anna Lygia responsável direta pela realização deste trabalho. Seu apoio, seu incentivo, me encorajaram na busca pelo melhor, sempre... A vocês, toda a minha gratidão.

DIAS, M.M. **INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE NA FERTILIDADE DO SOLO CULTIVADO COM *Coffea arábica* L. E ANÁLISE DOS MICRONUTRIENTES** 2010. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Muzambinho. Muzambinho, 2010.

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de leguminosas como adubação verde visando melhorar a proteção, o teor de matéria orgânica e contribuir com a fertilidade do solo. O projeto foi instalado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia-Campus Muzambinho, no mês de novembro do ano de 2008. Para a realização do experimento utilizou-se uma área cultivada com a variedade Rubi MG 1192, com idade de 12 anos, dispostas no espaçamento 0,8 m entre plantas e 4,0 entre linhas. O delineamento experimental utilizado é o de blocos ao acaso, com 4 repetições e de 5 tratamentos perfazendo um total de 25 parcelas. Cada parcela é constituída de 10m. Cada parcela possui uma bordadura separando-as entre si. Os tratamentos são constituídos por quatro leguminosas e uma testemunha, sendo elas: soja, crotalária, mucuna preta e guandu. As leguminosas foram plantadas nas ruas do cafeeiro, com três linhas de 10m de comprimento, contendo dezessete plantas por metro linear. As leguminosas foram roçadas no início do florescimento e permaneceram em decomposição na superfície do solo. As testemunhas foram roçadas quando as plantas invasoras alcançaram em média 0,70m. Após 6 meses foram coletadas amostras de solos e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia-Campus Muzambinho. Para avaliação do experimento foram considerados as seguintes variáveis: Fertilidade do solo, monitorada por análise das amostras, levando em consideração pH, CTC, teor de matéria orgânica e micronutrientes; análise de folhas dos cafeeiros para avaliação dos percentuais médios de nitrogênio. Os resultados da análise química de solos obtidos no presente trabalho foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software SISVAR, sendo utilizado o teste de médias Scott-Knott. De acordo com os dados obtidos no presente trabalho conclui-se que: O solo cultivado com leguminosas no ano de 2009 apresenta menor acidez e elevação da soma de bases e da capacidade de troca de cátions (CTC) quando comparado com a testemunha (indicadores de fertilidade do solo). As leguminosas utilizadas como adubo verde mucuna e guandu aumentam significativamente os teores de cálcio, ferro, cobre e boro e o adubo verde guandu é responsável pelo maior teor de zinco e manganês no solo.No ano de 2010, o consórcio com leguminosas no segundo ano consecutivo, apresentou maior CTC do solo e o maior teor de Boro é apresentado com cultivo de mucuna soja e feijão guandu em consórcio com o cafeeiro.

**Palavras-Chaves:** Conservação do solo, matéria orgânica, sustentabilidade.

DIAS, M.M. **INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE NA FERTILIDADE DO SOLO CULTIVADO COM *Coffea arábica* L. E ANÁLISE DOS MICRONUTRIENTES** 2010. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Muzambinho. Muzambinho, 2010.

## ABSTRACT

This work had as an objective the evaluation of the use of legumes as green manure in order to improve the protection of the soil, the organic matter content, as well as to contribute to soil fertility. The project was created and developed at the Federal Institute of Education, Science and Technology-Campus Muzambinho - in November, 2008. For the experiment, it was decided to use a 12 year old area planted with coffee of the variety Ruby MG 1192. This plantation had a spacing of 0.8 meters between each plant and a spacing of 4.0 meters between the rows. The experimental design was one of randomized blocks with four repetitions and five treatments totalizing 25 plots. Each plot had an area of 10 meters. The plots were divided by borders in order to separate them. The treatments consisted of four legumes and weed these legumes being: soybean, crotalaria, mucuna e guandu. The legumes were planted in the spaces between the coffee plants rows. The legumes plantation consisted of three rows of 10 meters in length having 17 plants per linear meter. They were mowed at the beginning of flowering and remained in decomposition on the soil surface. The weeds were mowed when they were at an average of 0.70 meters. After six months soil samples were collected and sent for analysis to the Soil Laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology. The following variables were taken into consideration for the experiment evaluation: Soil fertility that was monitored by samples analyses. These analyses were based on pH, CEC, organic matter content and micronutrients as well as leaves analysis of the trees to measure average content of nitrogen. The results of the chemical analyses of soils in this study were subjected to analysis of variance using the SISVAR software and the (mean test Scott-Knott). Based on the data obtained in this study, we can conclude that the soil planted with legumes in 2009 has lower acidity and an increase in the (sum of bases) and cation exchange capacity (CEC) when compared to the weed control (soil fertility indicators). The legumes mucuna and guandu used as green manure produce a significant increase in calcium, iron, copper and boron, and the green manure guandu is responsible for the increase in the zinc and manganese content of the soil. In the year of 2010 the coffee and legumes experiment for the second year in a row resulted in an increase in cation exchange capacity (CEC) in the soil and boron. The biggest concentration of boron in the soil was with the legumes mucuna, soybean, guandu beans together with the coffee.

**Key words:** Conservation of soil, legumes, coffee, organic matter sustainability.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAFEIEIRO .....	11
2.2. ADUBAÇÃO VERDE .....	12
2.3. CONSORCIO ENTRE CAFFEA ARABICA L. E LEGUMINOSA.....	14
2.3.1. <i>CROTALARIA JUNCEA</i> .....	15
2.3.2. <i>CAJANUS CAJAN</i> .....	16
2.3.3. <i>STILOZOBIUM ETERRIMIUM</i> .....	18
2.3.4. <i>GLYCINE MAX.</i> .....	20
2.4. FERTILIDADE DO SOLO .....	21
2.4.1. ZINCO .....	21
2.4.2. BORO.....	22
2.4.3. MANGANÊS.....	24
2.4.4. FERRO.....	26
2.4.5. MOLIBDÊNIO.....	27
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
4.1. FERTILIDADE DO SOLO – ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES NO ANO DE 2009.....	31
4.2. FERTILIDADE DO SOLO – ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES NO ANO DE 2010.....	33
4.3. TEOR DE NUTRIENTES DAS FOLHAS .....	34
5. CONCLUSÕES.....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36



## INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de elevada importância no cenário do agronegócio brasileiro.

A região sul de Minas Gerais é a maior produtora de café do estado. A atividade de produção cafeeira é grande geradora de empregos e fixadora de mão-de-obra no meio rural. A cafeicultura tem posição ímpar na economia dado ao número de pessoas que emprega. Estimativas apontam a atividade como empregadora de quatro milhões de empregos na produção e de 10 milhões, se considerados os outros seguimentos, tais como comércio, indústria e serviços.

Solos intensamente cultivados com a cultura do cafeeiro geralmente apresentam problemas nas suas propriedades físicas, afetando todo o processo de conservação e assim comprometendo a sustentabilidade de todo processo agrícola.

Diante deste quadro foram necessários estudos mais adequados com relação às práticas de cultivo, entre elas o consórcio de leguminosas nas entrelinhas dos cafeeiros como adubação verde.

A adubação verde é uma prática que recupera a fertilidade do solo (IGUE, 1984), enriquecido com matéria orgânica, nutrientes e melhora suas condições físicas e biológicas (MALAVOLTA, 1967), além de ser eficaz no controle de erosão (BERTONI; LOMBARDI-NETO, 1985).

As leguminosas são as plantas preferidas para a formação da matéria orgânica do solo em virtude da grande massa produzida por unidade de área, da sua riqueza em elementos minerais, do seu sistema radicular bastante ramificado e profundo, da capacidade de mobilização dos nutrientes no solo e principalmente, da possibilidade de aproveitamento do nitrogênio via fixação biológica do nitrogênio.

Com base no contexto exposto, conduziu o presente experimento, visando contribuir para a viabilidade do sistema de consórcio entre culturas de cafeeiro e leguminosas para as condições do Sul de Minas Gerais, avaliar o desempenho de leguminosas como adubação verde em consórcio com *Coffea arabica* L. cv. Rubi, avaliar o efeito da utilização da adubação verde no teor de matéria orgânica do solo, o desempenho das espécies em estudos em relação à fertilidade do solo – análise

de micronutrientes e estudar o efeito da adubação verde no teor de Nitrogênio presente na planta.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Importância econômica do cafeeiro

Atrelada ao contexto histórico do Brasil, a atividade cafeeira pode ser considerada "a primeira atividade mercantil não colonial", implantada no seio de um estado nacional recém-criado. Essa atividade assistiu o processo de diversificação da estrutura social, acompanhada do surgimento da vida urbana em razão do desenvolvimento, bem como as transições nas relações de trabalho e impetração de leis (SINDICAFÉ; 2010).

O café é um dos maiores geradores de riquezas do planeta. É responsável pela geração de um grande número de empregos em todos os setores da economia, vai desde os setores de máquinas, equipamentos e insumos, passa pela produção no campo e pela indústria, até o setor de serviços, como logística e comércio (EMBRAPA; 2010).

A safra de café do Brasil em 2010/11 foi estimada em 47 milhões de sacas de 60 kg pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), que divulgou seu segundo levantamento para a commodity na temporada. Na primeira pesquisa, divulgada em janeiro, a Conab havia estimado a safra 10/11 em um intervalo de 45,9 milhões a 48,7 milhões de sacas (SAMORA, R.; 2010).

O Café é fundamental para a economia e política de muitos países em desenvolvimento; para muitos países com desenvolvimento mínimo, a exportação de café chega a contribuir com até 70% das divisas. Isso demonstra o quão importante é a atividade cafeeira no processo de estruturação das economias dos países produtores, a ponto de alguns deles poderem entrar em colapso, no caso de um grave desequilíbrio no mercado, com o a baixa permanente de preços, frente ao excesso de oferta. Mesmo ainda sendo considerado uma "commodity", o café vem ganhando status de "speciality" no mercado internacional, em razão das exigências cada vez maiores dos consumidores. Além de preços mais competitivos, esses consumidores buscam produtos que possuam características tais como bebida e aroma específicos além de gerar em si os conceitos de ecologicamente corretos ou orgânicos como "fairtrade" (SINDCAFE; 2010).

## 2.2. Adubação Verde

Aubos verdes são plantas cultivadas no local ou trazidas de fora e cultivadas com a finalidade de serem incorporadas ao solo para preservar a sua fertilidade (CHAVES, J.C.D. 2000). Podem ser utilizadas em consórcio, rotação de culturas, cercas-vivas, quebra-ventos, faixas de contorno e bordaduras. A utilização de biomassa vegetal como fonte de matéria orgânica representa uma oportunidade para o cafeicultor diminuir a sua dependência da criação animal.

Diversos trabalhos têm demonstrado o efeito dos adubos verdes nas características físicas, químicas e biológicas do solo. Entre os efeitos da adubação verde na fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, uma elevada capacidade de troca de cátions efetiva (t), a diminuição dos teores de alumínio, a capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes (CALEGARI et al., 1992). No entanto, sabe-se que esses efeitos são bastante variáveis, depende da espécie utilizada, do manejo dado à biomassa, da época de plantio e corte do adubo verde, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições locais e da interação entre esses fatores (ALCÂNTARA, 2000).

A presença de vegetação cobre o solo protege-o do impacto das chuvas, conseqüentemente. A erosão, aumenta a infiltração e capacidade de retenção de água dos solos, a porosidade e a aeração do solo e atenua as oscilações de temperatura e umidade, intensificam a atividade biológica. Também, contribui para diminuir a necessidade do controle de plantas daninhas (ESPÍNDOLA et al., 1998).

Segundo MIYASAKA et al. (1983), as leguminosas são mais utilizadas como adubo verde, a principal razão para este preferencial está em sua capacidade de fixar N (nitrogênio) da atmosfera mediante a simbiose com bactéria do gênero *Rhizobium/ Bradyrhizobium* nas raízes. Outros motivos são o alto teor de composto orgânico nitrogenado e a presença de sistema radicular geralmente bem aprofundado e ramificado capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo.

A produção de massa vegetal do adubo verde é um aspecto de grande importância, pois algumas espécies apresentam grande crescimento vegetativo, em trabalhos com feijão guandu, feijão de porco, mucuna preta, mucuna rajada, cotralária juncea, crotalária paulinea, verificou que feijão guandu e crotalária juncea

foram as espécies que mais se destacaram na produção de massa verde e matéria seca (KIEHL, 1985)

As plantas de crotalária, feijão guandu, mucuna preta e soja geralmente possuem raízes bem ramificados e profundos, capaz de extrair os nutrientes que se encontradas nas camadas mais profundas do solo (não prontamente disponível) e que são devolvidos a camada mais superficial após a incorporação das leguminosas ao solo aumentado sua disponibilidade para culturas seguintes. As leguminosas além de aumentar os teores de N (nitrogênio) e matéria orgânica no solo, promovem a reciclagem dos nutrientes devido a sua capacidade de exploração do solo, proporciona assim, diversos benefícios, com os químicos, físicos e biológicos (ANDRADE, 1982).

A adubação verde permite ainda o porte de quantidades expressivas de fito massa, possibilitando uma elevação no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos. Como consequência, obtêm um aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, o que traz maior retenção de nutrientes junto às partículas do solo, reduz perdas por lixiviação (KIEHL, 1985).

Por meio da decomposição dos resíduos vegetais pode ocorrer uma diminuição na acidez do solo. Isto porque durante a decomposição dos resíduos, são produzidos ácidos orgânicos capazes de complexar íons  $Al^{+++}$  presentes na solução do solo e reduz desta forma o alumínio tóxico do solo (LIU; HUE, 1996).

Consideram ainda, como critérios para o consórcio de culturas perenes com adubos verdes, que o cultivo deva ser efetuado em períodos de excedente hídrico, para evitar a competição por água; que o adubo verde tenha baixo nível de competição por nutrientes; que a competição por nutrientes possa ser caracterizada como temporal em relação à fase de crescimento da planta, com maior absorção e acúmulo no final do florescimento e início da frutificação (ARAÚJO; BALBINO, 2007).

As leguminosas são as plantas preferidas para serem cultivadas em consórcio com o cafeeiro e o objetivo da formação da matéria orgânica do solo em virtude da grande massa produzida por unidade de área, da sua riqueza em elementos minerais, do seu sistema radicular bastante ramificado e profundo, da capacidade de mobilização dos nutrientes do solo, principalmente, da possibilidade de aproveitamento do nitrogênio atmosférico (MALAVOLTA, 1967). Essas plantas

podem, também, ser utilizadas para proteger os cafeeiros contra os ventos (MELLES; SILVA, 1978).

### **2.3. Consórcio entre *Coffea arabica* L. e Leguminosas**

O consórcio entre as espécies *Coffea arabica* e leguminosas para a adubação verde é pouco usado na cafeicultura, devido, principalmente, aos ganhos de cultivos, sem retorno imediato, e ao perigo de concorrência em água, luz e nutrientes.

Na cafeicultura, os adubos verdes podem ser utilizados no pré-plantio do café, no período de setembro/outubro a março/abril, proporcionando uma elevada produção de massa verde e aporte de nitrogênio. Muitas espécies podem ser utilizadas, destacando-se a mucuna anã, o guandu, as crotalárias e a leucena. As leguminosas também podem ser cultivadas nas entrelinhas da lavoura do café, desde sua implantação, deve ter cuidado ao selecionar uma espécie não muito agressiva, desde não exerça competição por água e nutrientes com o cafeeiro. Espécies que sobem no café devem ser evitadas por demandarem mais cuidados no manejo. Podem ser cultivadas leguminosas destinadas a produção de grão, como feijão, soja, feijão-de-corda e guandu (CHAVES et al., 2000).

O uso da adubação verde intercalada ao café arábica (*Coffea arabica* L.) tem sido, ao longo do tempo, uma prática bastante controversa. Relacionada à produtividade do cafeeiro, a adubação verde pode não beneficiar ou ser prejudicial (FRANCO et al., 1960; FRANCO; AZZARINI, 1967; LAZZARINI ;NEME, 1967; REIS; ARRUDA, 1974). Já se observou, também, acréscimos da produção, após prejuízos nos períodos iniciais da aplicação dessa prática (FRANCO et al., 1966.)

Trabalhos mostram efeitos depressivos do cultivo da leguminosa (como mucuna, feijão de porco e soja perene), quando em cafezais adultos, sobre a produção do cafeeiro. O risco de concorrência entre plantas de adubação verde e o cafeeiro sempre existe, principalmente quando não são adotados cuidados específicos, como uso de leguminosas adequadas, cultivar um número correto de planta por área, a adubação das leguminosas, o corte delas em épocas corretas, observado os períodos de veranico, não as deixando, nesse caso crescer até o seu florescimento (máximo de matéria verde). Nas lavouras cafeeiras em formação, pela

grande distancia livre nas ruas a competição é menor ou reduzida. (ESPÍNDOLA et al., 1998).

Os efeitos promovidos pela adubação verde nas propriedades químicas do solo são bastante variáveis, depende de fatores como: a espécie utilizada, o manejo dado à biomassa, a época de plantio e corte do adubo verde, o tempo da permanência dos resíduos no solo, as condições locais, e a interação entre esses fatores (ALCÂNTARA et al., 2000).

Dentre as leguminosas promissoras para a prática da adubação verde em consórcio com o cafeeiro destacam-se: a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), o feijão guandu (*Cajanus cajan* L.), a mucuna preta (*Stilozobium aterrimum* L.), e a soja (*Glycine max* (L). Merr) por serem plantas rústicas de eficiente desenvolvimento vegetativo, adaptadas às condições de solos de baixa fertilidade e elevadas temperaturas (PEREIRA, A.J.; 2004).

### **2.3.1. *Crotalaria juncea***

Família: Fabaceae (Leguminosae)

Nome científico: *Crotalaria juncea* L. *juncea* L.

Nome comum: Crotalária júncea.

A *Crotalaria juncea*, é uma espécie originada da Índia, com ampla adaptação as regiões tropicais. As plantas são arbustivas, de crescimento ereto e determinado, produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para indústria de papel e outras fins. Flores de 3 a 4 cm de comprimento (15 a 50 por inflorescências). Vagens longas, densamente pubescente, com 10 a 20 grãos de coloração verde-acinzentado, reniforme de face lisa (FORMENTINI, 2008).

Recomendada para adubação verde, é uma das espécies leguminosas para adubação verde de crescimento mais rápida, 3.0 a 3.5 metros de altura, a produtividade normal pode atingir cerca de 10 a 15t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca (LUZ et al., 2005).

A crotalária *juncea* tem um crescimento muito rápido, uma produção ótima de massa seca e uma boa fixação de nitrogênio. Há que se ter um cuidado especial no

consórcio com o café, pois o forte sombreamento pode causar estiolamento das plantas do cafeeiro.

Segundo FORMENTINI (2008), a Crotalária júcea tem uma produtividade entre 40 a 60 toneladas de massa verde 6 a 8 toneladas de massa seca por ciclo e fixa entre 180 e 300 kg de N.ha<sup>-1</sup>. O espaçamento recomendado é de 0,50 m entre filas com 22 a 27 sementes por metro linear.

Suas características agronômicas podem ser definidas como uma leguminosa anual, de crescimento inicial rápido. Sendo uma planta de clima tropical e subtropical, não resistindo a geadas, mas apresenta um bom comportamento nos solos argilosos e arenosos (LUZ et al., 2005).

Segundo CALEGARE et al. (1992), a crotalária deve ser semeada nas entre linhas de cafeeiros entre os meses de setembro á dezembro nas regiões onde a geada ocorre a partir de abril, e nos locais onde não ocorre geadas deve ser semeadas até março/abril.

Existem algumas vantagens e limitações das espécies, as vantagens são desenvolvimento inicial rápido e o efeito alelopático impede o desenvolvimento das invasoras. E as limitações são voltadas pelas doenças devem tomar algumas precauções como a escolha de cultivares, época de plantio, tratamento de sementes e rotação de culturas, possam diminuir os possíveis danos (CALAGARE et al., 1992).

RICCI et al (2003) cita um experimento conduzido em área cultivada com café arábica plantado em espaçamento 2,5 x 0,7m, foi cultivada nas entrelinhas do café a leguminosa Crotalária juncea para fins de adubo verde. A crotalária produziu 16 toneladas de fitomassa por hectare, elas tiveram a função de adubo orgânico para o cafeeiro. Após sua decomposição, foi possível reciclar nutrientes, podem considerar uma poda a meia altura realizada aos 76 dias após o plantio, e o corte aos 175 dias.

### **2.3.2. *Cajanus cajan***

Família: Fabaceae (Leguminosae)

Nome científico: *Cajanus cajan* (L.) Millsp

Nome comum: Guandu



É uma leguminosa originária da África e muito cultivada em todas as regiões do Brasil. Utiliza-se a adubação verde. É um arbusto semi-perene cujo ciclo vai da sementeira até o pleno florescimento dura entre 80 (variedades anãs) e 180 (variedades normais) dias (FORMENTINI et al., 2008).

A produção de massa verde é de 20 t.ha<sup>-1</sup> (variedades anãs) a 40 t.ha<sup>-1</sup> (variedades normais). A produção de massa seca fica entre 3 t.ha<sup>-1</sup> (variedades anãs) e 9 t.ha<sup>-1</sup> (variedades normais). A fixação de Nitrogênio gira entre 120 e 350 kg.ha.ano. O feijão guandu aceita bem podas.

No Paraná o feijão guandu tem sido usado para proteger lavouras novas de café protege contra as geadas. Deixa o feijão guandu plantado nas entrelinhas do café crescer e formar um túnel sobre as plantas do café. Essa cobertura faz uma boa proteção, às mudas novas de café, contra a geada, o espaçamento para o plantio do feijão-guandu é de 50 cm entre plantas com 20 a 30 sementes por metro de carreira. Leguminosa perene e ereta, arbustiva atingindo de 1 a 3 metros de altura usa-se para adubo verde e ensilagem. O corte deve ser feito de 15 a 50 cm do solo, mas, se cortado rente ao solo, as plantas podem morrer ou rebrota ser demorada e fraca. Adapta-se a uma ampla faixa de solos, desde que possuam boa drenagem (FORMENTINI et al., 2008).

A sementeira em sulcos espaçados de 1 a 1,5m com profundidade de sementeira de 2 a 3cm, germinação após 15 dias dependendo das condições climáticas. A produção de matéria seca varia em torno de 10 a 12 ton.ha.ano Nitrogênio fixado de aproximadamente 200 kg N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (CALEGARE et al., 1992).

Do ponto de vista prático, o corte do guandu a partir do florescimento no mês de maio afeta a colheita do café, que começa em abril, tanto pela presença dos arbustos nas entrelinhas (antes do corte), quanto pela fitomassa depositada pelo solo, após o corte. Em experimento como diversos adubos verde nas entrelinhas de cafeeiro, como certo no pleno florescimento-frutificação, observaram durante três anos consecutivos, o guandu foi superior aos demais, com produtividade de 82, 76 e 128 t.ha<sup>-1</sup> de fitomassa verde e 38, 29 e 60 t ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca, nos anos de 1991, 1992 e 1993, respectivamente. Apesar das grandes quantidades de fitomassa, houve diminuição da produtividade de café com o guandu, ficando abaixo da testemunha sem adubo verde (PAULO et al., 2001).

SILVA et al. (2002) obtiveram, em cultivo intercalar com citros, maiores produções de fito massa com *Crotalaria juncea* L., seguida pelo guandú.

RICCI et al (2003) avaliaram a influência da leguminosa *Cajanus cajan* sobre o crescimento produtivo do cafeeiro arábica, e manejo orgânico, mostram a importância dessa associação no significativo aporte de N, de matéria orgânica, além de outros nutrientes no agroecossistema.

Nos testes realizados com *Cajanus cajan*, foi observado um teor médio de N nas folhas dos cafeeiros de 3,3% na presença dessa leguminosa nas entrelinhas, contra 2,7% obtido em sua ausência (RICCI; AGUIAR, 2003).

### **2.3.3. *Stilozobium aterrimum***

Família: Fabaceae (Leguminosae)

Nome científico: *Stilozobium aterrimum* L.

Nome comum: Mucuna preta

Mucuna preta é originária do sudoeste da Ásia, sendo difundida na maioria dos países tropicais.

Ela é uma planta de crescimento rápido e produz elevada quantidade de massa verde para cobertura do solo, é muito utilizada na agricultura brasileira como planta de cobertura. Além de ter as qualidades citadas acima, algumas espécies de mucuna, como a mucuna-cinza (*Mucuna cinereum*) e a mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*) podem evitar a multiplicação de nematóides fito parasitas que causam grandes danos as culturas (AMBROSANO et al., 2001).

Suas características agrônômicas podem ser definidas como uma planta anual resistente á seca, à sombra, às temperaturas elevadas, sendo uma planta de clima tropical e subtropical, se desenvolve em solos ácidos e pobres em fertilidade.

A mucuna preta deve ser semeada nas entre linhas de cafeeiros a partir de setembro até janeiro nas regiões onde a geada ocorre a partir de abril, e nos locais onde não ocorrem geadas deve ser semeadas até março. Podendo ser solteiro ou consorciado com milho de preferência, mandioca, café dentre outras. Quando

intercaladas às culturas perenes, deve ocorrer o manejo dos ramos, para que não se agarrem e nem subam nas plantas (FORMENTINI et al., 2008).

Esta planta não demonstra problemas com ataques de pragas, sendo susceptível à cercosporiose e algumas viroses. O seu manejo deve ser efetuado no florescimento – enchimento das vagens de 140 a 170 dias. Pode crescer em solos com saturação de bases de 35-40%, baixo em fósforo e outros nutrientes, indicada para solos arenosos e argilosos de baixa a média fertilidade (CALEGARE et al, 1992).

A mucuna preta é muito utilizada para consorciar com o cafeeiro e como adubação verde por ser grande fixadora de nitrogênio e muito rica em nutrientes, é uma leguminosa anual que não é tão exigente quanto à fertilidade do solo, porém não tolera os de baixa drenagem. Pelo o efeito alelopático é usada no controle de nematóides e plantas invasoras, mucuna preta, é uma das espécies mais utilizada como adubo verde. Destaca-se pela rapidez com que cresce e domina o terreno, podendo impedir o florescimento de plantas espontâneas, além de conter substâncias alelopáticas (GUIMARÃES, 1994).

Algumas sementes de adubos verdes podem apresentar problemas para germinar. A mucuna preta, por exemplo, apresenta impermeabilidade de tegumento importante a aplicação de métodos para a superação da dormência dessas sementes. Este fato faz com que a mucuna perca qualidade em se tratando de rapidez de plantio e uso imediato após a colheita. O ideal é plantar simultaneamente nas linhas de café, adubo verde de ciclo curto (mucuna anã, *Crotalaria breviflora*) com adubo verde de ciclo longo (mucuna preta, amendoim cavalo, guandu) invertendo-se a posição das espécies no ano seguinte (GUIMARÃES, 1994 ).

A mucuna se desenvolve bem em altas temperaturas, depende das condições do local, pode acumular cerca de 280 kg.ha<sup>-1</sup> de N, em locais onde a produção de MS é superior a 7,5 mg.ha<sup>-1</sup> ano (FORMENTINI, 2008).

### 2.3.4. *Glycine max* (L). Merr

Família: Fabaceae (Leguminosae)

Nome científico: *Glycine max* (L). Merr

Nome comum: Soja

Embora a soja tenha origem em clima temperado, hoje, depois de amplo programa de melhoramento genético desenvolvido em diversos países, inclusive no Brasil, a soja é produzida em condições de climas subtropical e tropical.

A soja é uma planta anual, arbustiva e as cores das flores variam de brancas a roxas em diversas tonalidades. O ciclo da planta, isto é, em número de dias da emergência à maturação das vagens, pode variar de 100 a 180 dias, dependendo de variedades, de regiões, das condições de umidade e de temperatura. Em função do ciclo da planta, as variedades são denominadas: precoce, semi precoce, médio e tardio. As sementes são produzidas em número de 1 a 4 por vagem e as cores da casca (tegumento) variam de amarelo-claro, verde-oliva ou marrom a preto-avermelhado (KUROZAWA, 2010).

O consórcio entre as culturas de café e soja poderá representar opção viável para as condições do Sul de Minas Gerais, como a região apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de soja, os espaços ociosos existentes entre as linhas de café poderiam ser aproveitados, intercalada pela leguminosa que, substitui em parte os tratamentos culturais necessários a cultura do café (JOHRI, 1971)

CHEBABI (1984) observou, no entanto, os prejuízos causados pelas culturas intercalares podem ter sido decorrentes da ausência da adubação que, em 1936, constituía-se numa prática bastante incipiente.

MELLES et al. (1985) verificaram o crescimento e a produção do cafeeiro foram favorecidos quando em consórcio com arroz (1 e 3 linhas), feijão (3 e 5 linhas), soja (2 linhas) e milho de porte baixo (1 linha), conclui que naquelas situações, maior proteção aos cafeeiros durante o período de formação (1<sup>o</sup> ao 3<sup>o</sup> ano), principalmente contra o vento e erosão hídrica. Os resultados encontrados na literatura sobre consórcio de soja e café são escassos, não permitem inferir generalizações, já que cada região tem suas peculiaridades referentes às culturas, sistemas de plantio, mecanização, clima e requer, novas pesquisas.

## 2.4. Fertilidade do Solo - Micronutrientes

O comportamento dos micronutrientes no solo é muito influenciado por características do meio. A textura, a mineralogia, o teor de matéria orgânica do solo, o pH, as condições de oxi-redução e até as interações entre nutrientes irão influenciar a real disponibilidade dos micronutrientes (LOPES, 1999).

### 2.4.1. Zinco

Entre os micronutrientes, o zinco (Zn) é um dos limitantes para o cafeeiro na região Sul de Minas Gerais. Sua deficiência provoca redução dos internódios, folhas pequenas e estreitas, formação de rosetas, morte de gemas terminais, menor pegamento floral, seca de ponteiros, superbrotamento, folhas mais novas coriáceas, quebradiças, frutos menores, queda de frutos antes do amadurecimento e produção reduzida (MALAVOLTA et al., 1961); proporciona maior percentagem de grãos de peneira baixa e a toxidez provoca queda de Chumbinho.

A deficiência de zinco no cafeeiro tem caracterizado como uma consequência do pH elevado, da adubação fosfatada excessiva, de pobreza do material de origem ou devido à extração ou remoção pelas colheitas (FAQUIN, 1994).

Nos solos das regiões tropicais uma alta proporção do Zn se encontra nas formas adsorvidas na argila e na matéria orgânica, sendo freqüente a deficiência do elemento em muitas culturas, por causa a baixas reservas ou disponibilidade (FAQUIN, 2005).

Por meio de pouca translocação, os sintomas de deficiência de Zn se manifestam nas folhas mais novas. (FAQUIN, 2005).

Ocorre na solução do solo na forma de  $Zn^{2+}$ , também é a forma absorvida pelas plantas. Sua concentração diminui cerca de 100 vezes para cada aumento de uma unidade de pH. Em solos com adequado teor de matéria orgânica, a maior parte do Zn da solução ocorre em formas complexadas ou quelatos com radicais orgânicos. Assim, em solos com pH mais elevado e/ou com baixo teor de matéria orgânica a deficiência de Zn pode ser um sério problema (FURTINI NETO, 2001).

Os teores foliares de solo adequados com Zn para o cafeeiro são respectivamente, de 10 a 20 mg.dm<sup>-3</sup> e 1,5 a 3,0 mg.dm<sup>-3</sup> (MATIELLO, 2006).

O Zn está intimamente ligado as áreas de crescimento da planta, por ser responsável pela formação de ácido indol-acético (AIA). O excesso de calagem ou aplicação excessiva de fosfatos pode levar a planta aos sintomas de deficiência de Zn.

Com a perda da matéria orgânica do solo, o Zn fica fortemente adsorvido ou fixado pela argila ou complexado com outros minerais do solo, já que o cafeeiro não consegue absorvê-lo. Assim, a aplicação de Zn só é eficiente na correção do solo para cafeeiros em solos arenosos. Em solos argilosos não compactados não se obtêm bons resultados aplicados junto ao solo, por causa da forte adsorção pelos colóides.

Por meio à baixa disponibilidade de Zn no solo, o fornecimento de matéria orgânica no solo, a sua aplicação é uma necessidade comprovada em inúmeros ensaios de campo, sua correção é mais fácil e rápida pela adubação foliar com ZnSO<sub>4</sub>, sendo, inclusive, mais econômica (CHEBEBI; GONÇALVES, 1970; PEREIRA et al., 1975).

### **2.4.2 Boro**

O boro influi no crescimento do cafeeiro e na fecundação das flores participam da divisão celular. Os sintomas de carências se apresentam nas folhas novas, que aparecem deformadas, com bordos arredondados. A superfície das folhas novas fica granulada, ocorre morte de gemas espécies, superbrotamento, com brotações formam palmetas ou leques. Em deficiências graves, as folhas recém nascidas apresentam pontuações negras e corticosas junto a nervura principal, o que provoca seu entortamento (MATIELLO et al, 2005).

Ainda, segundo o mesmo autor, os ramos laterais ficam com as pontas encurvadas (para cima e para baixo), os secundários engrossam sua ligação com esses e muitos acabam se desprendendo.

A deficiência de boro pode ser provocada pela carência no solo, pela falta de

cobre, pelo excesso de calagem, excesso de chuvas, longos períodos de estiagem, excesso de potássio e pelo baixo teor de matéria orgânica nos solos. Em época muito seca aparece um sintoma muito típico, o encurvamento do ramo lateral, na região do 3°- 5° últimos nós, para baixo e logo para cima. Também ramos secundários apresentam pequeno engrossamento junto a sua ligação no primário, pendem para baixo e se desprendem dele. O excesso de boro causa toxidez, aparecem folhas manchadas de verde-amarelo e em casos graves ocorrem queima nos bordos das folhas (MATIELLO, 2002).

O B é bastante imóvel na planta e importante no metabolismo do DNA (ácido desoxirribonucléico), RNA (ácido ribonucléico) e AIA (ácido indol acético). É essencial para a germinação dos grãos e formação das sementes.

Este elemento forma complexos açúcar/borato relacionados com a translocação de açúcares e é importante na formação de proteínas (SENGIK, 2008).

Na faixa de pH da maioria dos solos cultivados (levemente ácidos), o B ocorre na solução do solo na forma de ácido bórico não dissociado ( $H_3BO_3$ ). É, portanto, o único nutriente encontra na solução na forma neutra, sendo muito suscetível a perdas por lixiviação (FURTINI NETO et al., 2001).

Os teores foliares e de solo adequados e B para o cafeeiro são respectivamente, de 40 a 80 mg.dm<sup>-3</sup> e 0,5 a 1,0 mg.dm<sup>-3</sup> (MATIELLO, 2006).

Os sintomas são mais freqüentes nos períodos de seca, porque então a falta de água determina a paralisação na atividade dos microrganismos existentes na matéria orgânica (fonte natural do B para as plantas). A carência de B está bastante espalhada em São Paulo e nas regiões cafeeiras do Estado de Minas Gerais, por causada intensificação na adubação mineral em formulações NPK causam maiores colheitas, portanto, maiores extrações (MALAVOLTA, 1989).

### 2.4.3 Manganês

A essencialidade do Mn foi demonstrada para fungos (1863), plantas superiores (1923) e para animais em (1931) (MALAVOLTA et al., 1985).

Todo o Mn do solo vem praticamente das rochas que deram origem os silicatos ferromagnesianos concentrações nas rochas. (GILKES ; MCKENZIE, 1988).

Nos solos ácidos, como são os brasileiros, há inter-relações entre as diferentes formas de Mn: oxidado, orgânico solúvel, orgânico disponível como quelado ou metalóforos (MALAVOLTA et al., 1985).

Segundo Norvell (1988), a disponibilidade de Mn é em função do pH, possivelmente o fator mais importante, condições de óxido-redução, microorganismos e exsudados de raízes.

O pH é conhecido como o efeito acidificante dos adubos nitrogenados amoniacais e amídicos, aumentam o Mn no solo pode chegar a níveis tóxicos. O fosfato monocálcico dos superfosfatos,  $(Ca(H_2PO_4)_2)$  acidifica o solo perto do local de aplicação, aumentando a disponibilidade, de Mn, faz com que ele movimente daí pra fora (NORVELL, 1988).

Ao contrário, a calagem pode diminuir a disponibilidade seja por reações de precipitação (formação de hidróxidos menos solúveis), seja por promover a auto oxidação.

As condições de privação de  $O_2$  causam a redução da valência mais alta, de acordo com a sequência termodinâmica, com ou sem a intervenção de microorganismos.

Os microorganismos de acordo com GHIORSE (1988), a oxidação é influenciada por microorganismos do solo e, em dadas condições pode estar totalmente sob controle biológico “o mesmo, porém, não pode ser dito de redução”.

Os teores totais de Mn em solos brasileiros variam de 514 a 2000 mg.kg<sup>-1</sup>. A amplitude da variação é muito grande (CATANI ; GALLO, 2002).

O contato do Mn da solução do solo com a raiz, se faz em maior proporção por difusão e interceptação, exceto em solos muito ricos no elemento em que o fluxo de massa tem participação maior. A absorção é diminuída pela presença de cátions bivalentes como  $Ca^{+2}$  e  $Zn^{+2}$ , principalmente o Fe inibe competitivamente a absorção do Mn e a recíproca é verdadeira (MOREIRA, 1999).



O Mn é absorvido pela raiz e se coloca em três compartimentos ou reservatórios “pools”: o lábil alimenta a corrente transpiratória ocupa mais rapidamente que o trocável; ambos estão em equilíbrio lento com o não lábil.

O transporte a longa distância dá via xilema cujo suco o Mn está presente principalmente como  $Mn^{+2}$  em equilíbrio com os compostos orgânicos pouco estáveis.

Move-se livremente na corrente transpiratória, quando o suprimento é adequado, acumula-se nas raízes, caules e folhas são classificados usualmente como “imóvel no floema”. Entretanto, move-se para as sementes em desenvolvimento, mas, ao que parece, não o fazendo às raízes. Quando as plantas receberam um alto suprimento de Mn são privadas do mesmo, o acumulado nas folhas não é mobilizado, embora muitos deles possam ser removido por lavagem com água. O Mn contido nas raízes e caule pode ser redistribuído, mas o seu valor como fornecedor do elemento varia com a espécie. A exemplo, o tremoceiro acumulou Mn nas raízes e depois deixa de fazê-lo, é capaz de o fornecer às sementes em desenvolvimento num processo dirigido (MUNNS et al., 1963).

O comportamento complexo e variável do Mn, não permite colocar nas categorias de elementos que são móveis, imóveis e intermediários no floema (LONERAGAN, 1988).

Este elemento é o elemento que mais acumula nas flores do cafeeiro, especialmente nas cultivares Mundo Novo e Catuaí.

Ele participa da fotólise da água (reação de Hill), em que os elétrons da  $H_2O$  são transferidos para a clorofila.

O Mn é o segundo micronutriente mais exigido pelas culturas (depois do Fe). A causa mais comum da deficiência de Mn nas condições brasileiras, se deve a elevação do pH pela calagem excessiva ou pela má distribuição do calcário (MALAVOLTA, 1998).

A eficiência de absorção do Mn em baixas concentrações no meio e à tolerância à toxidez são características da planta que estão sob controle genético (MALAVOLTA; SANTOS, 1996).

A quantificação nem sempre está disponível nos solos brasileiros, o que dá uma indicação das doses a usar, isto é, quanto menor o teor maior a dose.

O Mn pode ser fornecido de diversas maneiras, dependendo das condições de solo, cultura e disponibilidade de recursos financeiros da parte do cafeicultor (NORVELI, 1988).

Dentre os micronutrientes utilizados pelo cafeeiro, o manganês é o elemento cuja deficiência tem sido mais freqüente em solos de cerrado, refletindo no crescimento e na produção, pois desempenha importantes funções na planta, destacando a participação na fotossíntese (no transporte de elétron específico), no metabolismo do N (especialmente na redução sequencial do nitrato) e também nos compostos cíclicos como precursor de aminoácidos aromáticos, hormônios (auxinas), fenóis e ligninas (HEENAN; CAMPBELL, 1980).

#### **2.4.4 Ferro**

A deficiência de Fe ocorre principalmente em cafeeiros e abacaxizais. Não se trata em geral de falta de ferro, mas de excesso de relatividade de manganês; nas terras ácidas, como são em geral, há proporcionalmente mais manganês do que ferro disponível; nessas condições o primeiro a ser absorvido em detrimento do segundo (MALAVOLTA, 1988).

Para corrigir a deficiência há, então, duas possibilidades: reduzir o excesso de manganês ou fornecer ferro diariamente nas folhas. A primeira alternativa não é fácil de ser realizada na prática, porque exigira o consumo de grande quantidade de matéria orgânica a qual fixa o manganês deixando o ferro em liberdade relativa. Em muitos casos, porem, a calagem é capaz de insolubilizar o excesso de manganês; é costumeiro recorrer as pulverizações foliares de sulfato ferroso. No caso do cafeeiro, essas não têm sido feita, já que, a deficiência parece não ser muito severa (MALAVOLTA, 1988).

### 2.4.5 Molibdênio

O efeito benéfico do molibdênio (Mo) na produtividade de leguminosas é conhecido desde 1930. Sua principal atuação está no processo de fixação simbiótica do nitrogênio, em outros processos fisiológicos das plantas superiores. O Mo participa ativamente como cofator integrante nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfato, está intensamente relacionado com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas. A falta de Mo no solo irá ocasionar menor síntese da enzima nitrogenase, com consequente redução da fixação biológica do nitrogênio. O teor de Mo total no solos encontra na faixa de 0,5 a 5,0 ppm, onde ocorre nas seguintes fases: solúvel na solução do solo, adsorvido na fração coloidal, retido na rede cristalina dos minerais primários e quelado à matéria orgânica (SILVA et al., 1999).

Em condições de pH extremamente baixo, o Mo existente na solução do solo encontrado predominantemente, em forma não dissociada de ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ). Com o aumento do pH, o  $H_2MoO_4$  dissocia em ( $HMoO_4$ ) e, posteriormente, a molibdato ( $MoO_4$ ), o qual se torna a forma predominante em solos de pH neutro e alcalino. O suprimento para as plantas é feito principalmente na forma de  $MoO_4^{2-}$ , presente na solução do solo, via fluxo de massa.

Muitos trabalhos de pesquisa indicam o uso do calcário em solos ácidos elimina a possibilidade de resposta à fertilização com o Mo. As analisando resultados mais recentes, verifica que em solos muito pobres em Mo a dose ideal do micronutriente pode depender das doses de N no plantio ou cobertura (ARAUJO et al., 1999), e que a mistura da fonte molíbdica com defensivos na mesma calda não apresenta problemas (SILVA et al., 1999).

Do ponto de vista agrícola, as enzimas nitrogenase e redutase do nitrato são as mais importantes. O Mo faz parte do "cluster" da enzima nitrogenase, ela é a enzima mais importante na fixação biológica de  $N_2$  em todos os organismos fixadores.

Na atividade da enzima redutase do nitrato, o Mo também atua como doador de elétrons na redução do nitrato a nitrito (GUPTA ; LIPSET, 1981).

Portanto, seu papel está diretamente ligado ao metabolismo de nitrogênio.

Para alguns autores, as leguminosas fixam o nitrogênio atmosférico, requerem uma maior concentração de Mo para a enzima nitrogenase funcionar eficientemente, do que a quantidade de Mo requerido para atividade da redutase do nitrato (PARKER; HARRIS, 1977).

Esta hipótese ainda necessita de maiores estudos para sua comprovação. De qualquer maneira, é com as leguminosas na maioria dos trabalhos com Mo tem sido analisadas desde que BORTELS (1937) mostrou a importância deste elemento para soja.

A adição direta do adubo contendo Mo ao solo muitas vezes ineficaz pôr sua adsorção à matéria orgânica, aos óxidos de ferro e de alumínio, tornando-se assim não disponível para as plantas (KARIMIAN; OX, 1978).

Além disso, a quantidade total do Mo necessário por unidade de área para um bom desenvolvimento do cafeeiro é muito pequena (PARKER, M.B.; HARRIS, H.B.; 1977; JACOB-NETO; FRANCO, 1989; JACOB-NETO; RANCO, 1989; JACOB-NETO; FRANCO, 1995).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no período de 2008 a 2010, no setor de cafeicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho, no município de Muzambinho – MG, situado a -21 22' 33" de latitudinal, a altitude varia entre 887 a 1040 metros. O município abrange uma área de 414 km<sup>2</sup> onde a principal atividade agrícola é a cafeicultura.

Para realização do experimento utilizou uma área cultivada com *Coffea arabica* L. cultivar Rubi MG - 1191, com idade de 12 anos, dispostas em espaços de 0,8m entre plantas e 4,0 m entre linhas.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados contém 5 tratamentos com 4 repetições, perfaz um total de 20 parcelas.

Os tratamentos corresponderam às espécies: soja (*Glycine max* (L). Merr), Crotalária júncea (*Crotalaria juncea* L.), mucuna preta (*Stilozobium aterrimum* L.), feijão guandu (*Cajanus cajan* L.), plantadas intercalarmenete à cultura cafeeira; e um tratamento testemunha sem plantio intercalar.

A parcela experimental constituiu-se de 12 cafeeiros, no espaçamento de 4,0 x 0,8 m, consideram úteis as 8 plantas centrais. A calagem e a adubação do cafeeiro foram realizadas de acordo com a Comissão de Fertilidade de solo do Estado de Minas Gerais (1989).

As leguminosas foram semeadas a 50cm da projeção da copa dos cafeeiros e em sulcos espaçados de 50cm entre si, totalizam três fileiras de 10m de comprimento, as quais não receberam adubação.

A densidade da semeadura e os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para cada leguminosa.

Foram realizados desbastes das leguminosas quando necessário e o manejo das plantas daninhas foi realizado com roçadora manual semi-mecanizada.

Repetiu esse procedimento no período de outubro a novembro de cada ano da experimentação (2008 e 2009).

Efetou o corte dos adubos na fase de pleno florescimento – frutificação. As espécies em estudo foram roçadas com o auxílio da roçadora manual semi-mecanizada e permaneceram na superfície do solo para posterior decomposição. As

testemunhas foram roçadas quanto as plantas daninhas atingiram a média de 0,7m de altura.

Coletaram anualmente amostras de solo á profundidade de 0 – 20 cm, 60 dias após o corte das leguminosas, analisadas para fins de fertilidade. As amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – *Campus* Muzambinho, para análise.

Para avaliação do experimento foram considerados as seguintes variáveis:

- Fertilidade do solo, monitorada por análise das amostras, levou em consideração pH, CTC, teor de matéria orgânica e micronutrientes;
- Análise de folhas dos cafeeiros para avaliação dos percentuais médios de nitrogênio.

Os resultados obtidos na avaliação do experimento foram submetidos à análise de variância, utilizou o software SISVAR (FERREIRA, 2000), sendo utilizado o teste de média Scott Knott.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Fertilidade do Solo – Análise de Macronutrientes – Ano 2009

Por meio dos dados apresentados na Tabela 1, houve resultados estatisticamente significativos para o pH do solo, para a soma de bases, para a CTC do solo e para os teores de micronutriente no solo, comprovam assim, a melhoria da fertilidade do solo.

Em relação ao pH do solo, o solo cultivado com as leguminosas soja, crotalária, mucuna e guandu apresentaram um pH mais elevado quando comparado com a testemunha (sem cultivo intercalar). Estes dados demonstram o início decomposição dos resíduos vegetais das leguminosas pode ocorrer uma diminuição na acidez do solo. Isto porque durante a decomposição dos resíduos, são produzidos ácidos orgânicos capazes de complexar íons  $Al^{+++}$  presentes na solução do solo, reduzindo desta forma o alumínio tóxico do solo (LIU; HUE, 1996).

Na Tabela 1 pode observar a variação dos parâmetros diretamente relacionados com a acidez do solo: soma de bases e capacidade de troca de cátions (CTC). A soma de bases é indicador da fertilidade do solo, assim, quanto maior for o valor obtido para este parâmetro, maior será a fertilidade do solo (LOBO; SILVA, 2008). Os solos cultivados com as leguminosas em estudo apresentaram valores do parâmetro soma de bases, mais elevados quando comparados com a testemunha.

A Capacidade de Troca de Cátions (CTC) determina a quantidade de cátions Al, H, Ca, Mg e K que o solo é capaz de reter. Nesse sentido, das diferentes áreas analisadas, os solos cultivados com as leguminosas apresentaram um valor mais favorável para este parâmetro. Estes resultados não confirmam os mesmos obtidos por Paulo et al. (2001), onde os valores de pH, SB e CTC não apresentaram diferença estatisticamente significativa em solos cultivados com cafeeiro Apoatã em consórcio com as leguminosas mucuna anã, crotalária juncea, crotalária spectabilis e soja quando estas foram comparadas com a testemunha (sem cultura intercalar).

Os micronutrientes são utilizados pelos vegetais superiores e pelos microorganismos em importantes processos de sustentação. A Tabela 1 apresenta a variação dos micronutrientes presentes nas diferentes áreas de cultivo.

Os adubos verdes mucuna e guandu apresentaram melhores resultados para os teores ferro, cobre e boro, por meio da análise química de solo. Para os teores de zinco e manganês os melhores resultados foram obtidos utilizando o guandu como adubo verde. Os valores de cobre foram mais elevados em solos cultivados com a mucuna preta, o feijão guandu e na área sem cultivo intercalar (testemunha).

**Tabela 1** - Características químicas de amostras de solo (0-20 cm) coletadas nas entrelinhas de cafeeiros no ano de 2009. Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Muzambinho. Muzambinho, MG, 2010.

Características Químicas	Leguminosas				
	Soja	Crotalária	Mucuna	Guandu	Testemunha
pH	5,7900 mg/dm <sup>3</sup> b	6,1675 mg/dm <sup>3</sup> a	6,1750 mg/dm <sup>3</sup> a	6,2525 mg/dm <sup>3</sup> a	5,4100 mg/dm <sup>3</sup> b
Soma de Bases	5.3550 mg/dm <sup>3</sup> b	6.4075 mg/dm <sup>3</sup> b	7.5050 mg/dm <sup>3</sup> a	7.8725 mg/dm <sup>3</sup> a	5.5450 mg/dm <sup>3</sup> b
CTC	8.9550 mg/dm <sup>3</sup> a	9.2825 mg/dm <sup>3</sup> a	9.8800 mg/dm <sup>3</sup> a	10.2225 mg/dm <sup>3</sup> a	6.8200 mg/dm <sup>3</sup> b
V %	60.350 mg/dm <sup>3</sup> a	68.725 mg/dm <sup>3</sup> a	75.650 mg/dm <sup>3</sup> a	76.825 mg/dm <sup>3</sup> a	69.800 mg/dm <sup>3</sup> a
Teor de M.O.	2.6750 mg/dm <sup>3</sup> a	2.8370 mg/dm <sup>3</sup> a	2.7100 mg/dm <sup>3</sup> a	2.9700 mg/dm <sup>3</sup> a	2.5450 mg/dm <sup>3</sup> a
H + Al	3.6000 mg/dm <sup>3</sup> a	2.8750 mg/dm <sup>3</sup> a	2.3750 mg/dm <sup>3</sup> a	2.3500 mg/dm <sup>3</sup> a	1.7250 mg/dm <sup>3</sup> a
Zn	11,935 mg/dm <sup>3</sup> b	25,950 mg/dm <sup>3</sup> a	14,755 mg/dm <sup>3</sup> b	19,980 mg/dm <sup>3</sup> a	19,620 mg/dm <sup>3</sup> a
Fe	34,775 mg/dm <sup>3</sup> b	34,100 mg/dm <sup>3</sup> b	58,525 mg/dm <sup>3</sup> a	52,050 mg/dm <sup>3</sup> a	32,575 mg/dm <sup>3</sup> b
Mn	13,400 mg/dm <sup>3</sup> b	19,775 mg/dm <sup>3</sup> b	24,275 mg/dm <sup>3</sup> b	33,375 mg/dm <sup>3</sup> a	20,472 mg/dm <sup>3</sup> b
Cu	1,3750 mg/dm <sup>3</sup> b	1,5070 mg/dm <sup>3</sup> b	2,4500 mg/dm <sup>3</sup> a	2,2670 mg/dm <sup>3</sup> a	2,2370 mg/dm <sup>3</sup> a
B	0,5820 mg/dm <sup>3</sup> b	0,5920 mg/dm <sup>3</sup> b	0,9500 mg/dm <sup>3</sup> a	0,9350 mg/dm <sup>3</sup> a	0,4970 mg/dm <sup>3</sup> b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.



## 4.2. Fertilidade do Solo – Análise de Micronutrientes – Ano 2010

Com os dados apresentados na Tabela 2, em solos cultivados com *Coffea arabica* L. cv. Rubi em consórcio com leguminosas no segundo ano consecutivo, houve resultados estatisticamente significativos para a CTC do solo e para o teor do micronutriente Boro.

A leguminosa mucuna preta em consórcio com o cafeeiro apresentou um menor valor da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) quando comparado com as demais leguminosas e o cultivo sem cultura intercalar (testemunha). Este resultado é diferente ao apresentado na Tabela 1 (primeiro ano de cultivo consorciado), quando as leguminosas cultivadas em consórcio apresentaram valores de CTC superiores comparados com a testemunha.

O teor de Boro no solo foi menor quando a cultura intercalar ao cafeeiro foi o feijão guandu. Na Tabela 1, os valores de Boro foram bem diferentes, onde a mucuna e o feijão guandu em consórcio apresentaram resultados superiores.

**Tabela 2** - Características químicas de amostras de solo (0-20 cm) coletadas nas entrelinhas de cafeeiros no ano de 2010. Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Muzambinho. Muzambinho, MG, 2010.

Características Químicas	Leguminosas				
	Soja	Crotalária	Mucuna	Guandu	Testemunha
pH	6.8750 mg/dm <sup>3</sup> a	6.6000 mg/dm <sup>3</sup> a	6.8250 mg/dm <sup>3</sup> a	6.8000 mg/dm <sup>3</sup> a	6.9500 mg/dm <sup>3</sup> a
Soma de Bases	7.0125 mg/dm <sup>3</sup> a	7.5475 mg/dm <sup>3</sup> a	6.7875 mg/dm <sup>3</sup> a	7.0075 mg/dm <sup>3</sup> a	6.1875 mg/dm <sup>3</sup> a
CTC	8.6625 mg/dm <sup>3</sup> a	9.8475 mg/dm <sup>3</sup> a	6.7875 mg/dm <sup>3</sup> b	8.9825 mg/dm <sup>3</sup> a	8.1125 mg/dm <sup>3</sup> a
V %	80.975 mg/dm <sup>3</sup> a	76.775 mg/dm <sup>3</sup> a	77.225 mg/dm <sup>3</sup> a	77.400 mg/dm <sup>3</sup> a	75.600 mg/dm <sup>3</sup> a
Teor de M.O.	3.9275 mg/dm <sup>3</sup> a	4.1125 mg/dm <sup>3</sup> a	3.6300 mg/dm <sup>3</sup> a	3.5350 mg/dm <sup>3</sup> a	3.8775 mg/dm <sup>3</sup> a
H + Al	1.4000 mg/dm <sup>3</sup> a	2.3000 mg/dm <sup>3</sup> a	2.0000 mg/dm <sup>3</sup> a	1.9750 mg/dm <sup>3</sup> a	1.9250 mg/dm <sup>3</sup> a
Zn	31.175 mg/dm <sup>3</sup> a	31.775 mg/dm <sup>3</sup> a	29.725 mg/dm <sup>3</sup> a	28.425 mg/dm <sup>3</sup> a	27.125 mg/dm <sup>3</sup> a
Fe	32.225 mg/dm <sup>3</sup> a	40.275 mg/dm <sup>3</sup> a	45.425 mg/dm <sup>3</sup> a	35.250 mg/dm <sup>3</sup> a	92.200 mg/dm <sup>3</sup> a
Mn	31.050 mg/dm <sup>3</sup> a	32.125 mg/dm <sup>3</sup> a	29.800 mg/dm <sup>3</sup> a	29.875 mg/dm <sup>3</sup> a	37.100 mg/dm <sup>3</sup> a
Cu	3.9125 mg/dm <sup>3</sup> a	3.4050 mg/dm <sup>3</sup> a	3.7100 mg/dm <sup>3</sup> a	3.5000 mg/dm <sup>3</sup> a	4.0625 mg/dm <sup>3</sup> a
B	0.8775 mg/dm <sup>3</sup> a	0.9475 mg/dm <sup>3</sup> a	0.9025 mg/dm <sup>3</sup> a	0.7475 mg/dm <sup>3</sup> b	0.9000 mg/dm <sup>3</sup> a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.

### 4.3. Teor de Nitrogênio nas Folhas do Cafeeiro

Os resultados presentes na Tabela 3, não houve diferença significativa entre os teores de nitrogênio presentes nas folhas dos cafeeiros. Os percentuais médios de Nitrogênio nas folhas do cafeeiro variaram de 2,7250% (Testemunha – sem cultivo intercalar) a 2,7825% (mucuna preta). Estes percentuais de N presentes nas folhas do cafeeiro encontram dentro dos limites considerados ideais por Andrade (2001), que estabelece como adequados valores entre 2,7 a 3,2% de N.

Resultados semelhantes foram obtidos por Bergo et al. (2006), onde os teores médios de N nas folhas dos cafeeiros, avaliadas em maio de 2002, mostrou que não houve diferença significativa entre as leguminosas cultivadas nas entrelinhas dos cafeeiros.

**Tabela 3** – Influência do consórcio entre *Coffea arabica* L. e leguminosas nos teores médios de Nitrogênio presentes nas folhas dos cafeeiros. Instituto Federal do Sul de Minas – *Campus* Muzambinho. Muzambinho, MG, 2010.

Características Químicas	Leguminosas				
	Soja	Crotalária	Mucuna	Gundu	Testemunha
N (dag.Kg <sup>-1</sup> ) %	2.7750 mg/dm <sup>3</sup> a	2.7350 mg/dm <sup>3</sup> a	2.7825 mg/dm <sup>3</sup> a	2.7425 mg/dm <sup>3</sup> a	2.7250 mg/dm <sup>3</sup> a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.

## 5. CONCLUSÕES

Por meio dos resultados apresentados no presente trabalho, pode concluir que:

- O solo cultivado com leguminosas no ano de 2009 apresenta menor acidez, elevação da soma de bases e da capacidade de troca de cátions (CTC) quando comparado com a testemunha (indicadores de fertilidade do solo).

- As leguminosas, mucuna (*Stilozobium aterrimum*) e guandu (*Cajanus cajan*), apresentam melhores resultados para os teores ferro, cobre e boro. Para os teores de zinco e manganês os melhores resultados são obtidos pela utilização o guandu (*Cajanus cajan*).

- No ano de 2010, consórcio com leguminosas no segundo ano consecutivo, apresenta maior CTC do solo.

- O maior teor Boro é apresentado com o cultivo de mucunas soja e feijão guandu, em consórcio com o cafeeiro.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 277-288, 2000.

AMBROSANO, E.J. **Resumos II Encontro de Citricultura Sustentável**. Limeira, 2001, 84p.

ARAUO, S.B.J.; BALBINO, S.M.J. **Manejo do guandu( *cajanus cajan(L.) millsep*) SOB DOIS TIPOS DE PODA EM LAVOURAS CAFEIRAS**. Vendas Novas do Imigrantes/ ES fevereiro de 2007.

BERTONI, J.; LOMBARDI-NETO, F. **Conservação do solo**. 1º ed. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.

BORTELS, J. **Über die wirkung von molybdan und vanadiumdiingen auf leguminosen**. Arch. Mikrobiol., 8:13- 26, 1937.

CALEGARE.A.; A, MANDORDO.; BULISANE, A. E.; WILDER, P. L.; COSTA, B. B.; B. M.; ALCANTRA, B.P.; MIYOSAKA, S.; AMADO, C. J. T.; **Adubação Verde no Brasil, 1992**.

CATANI, R. A.; J. R. GALLO. **A extração do manganês e suas formas Cerrado**. 2002,105 p .Universidade de são Paulo ,Tese ( Doutorado). CENA-USP.

CHAVES, J. C. D. **Benefícios da adubação verde na lavoura cafeeira**. Londrina: IAPAR, 2000.

CHEBABI, M.A.A. **Influência da competição nutricional de culturas anuais (arroz, milho, feijão e soja), no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: ESAL, 1984.(Dissertação- Mestrado em Fitotecnia).

CHEBABI, R. A.; GONCALVES, J. C. **Deficiências minerais no cafeeiro**. Campinas: CATI, 1970. 28 p. (Boletim Técnico, 56).

ESPINDOLA, J.A.A. **Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.3, p.339-347, 1998.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**: Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183.

FORMENTINI, E. A. ; LÓSS, F. R; BAYERL, M. P. ; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde**. INCAPER. Vitória- ES. 2008. 27p.

FRAGA, C.G.; CONAGIN, A. **Delineamentos e análises de experimentos com cafeeiros**. Bragantia, Campinas, v.15, p.177-191, 1956.

FRANCO, C.M.; LAZZARINI, W.; CONAGIN, A.; REIS, A.J.; MORAES, F.R.P. de. **Manutenção de cafezal com adubação exclusivamente mineral**. Bragantia, Campinas, v.19, n.33, p.523-546, 1960.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEP, 2001. 252 p.

GILKES R. J. ; MCKENZIE R. M. ; **Geochemistry and mineralogy of manganese in soils**. 1988, vol. 33, p. 23-35.

GUIMARÃES, O. **Adubos verdes: Para o bem da terra**. Revista Globo Rural, São Paulo, v. 104, p. 43-50, 1994.

GHIORSE. W.C. 1988. **The biology of manganese transforming microorganisms in soil**. Em: **Manganese in Soils and Plants**. 1988, 344 p. Dordrecht.

GUPTA, V. C.; LIPSET, J. **Molybdenum in soils, plants and animals**. Adv. Agron., 34:73-115, 1981.

HANNAM, R. J.; UREN, N. C. (Ed.). **Manganese in soils and plant**. Dordrecht: HEENAN, D.P., CAMPBELL, L.C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. Plant and Cell Physiology, Austrália, v.21, n.4, p.731-736, June 1980.

IGUE, K. **Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos na propriedade do solo**. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.232-267.

JACOB-NETO, J. & FRANCO, A. A. **Adubação de molibdênio em soja** (Glycine max (L.) Merrill). XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Viçosa, MG, 23 a 29 de julho, p.1305-1307, 1995a.

JACOB-NETO, J. & FRANCO, A. A. **Determinação do nível crítico de Mo nos nódulos de feijoeiro** (Phaseolus vulgaris L.). Turrialba, 39(2):215-223, 1989.

JOHRI, C.B.; KULSHYRESTHA, S.K.; SAXENA, J.S. **Chemical composition and nutritive value of green soybean and soybean straw**. Indian Journal, Indian, V.48, n.9, p.938-940, 1971.

KARIMIAN, N.; COX, F.R. **Adsorption on extractability of molybdenum in relation to some chemical properties of soil**. Soil Science Society American Journal, 42:757-761, 1978.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba. Ceres 1985. 492p.

KUROZAWA.C. ABC do globo Rural, **Descrição e Características das Plantas**. Disponível em <<http://www.globoruraltv.globo.com/GRual>>. Acessado em 17/04/2010

LIU, J.; HUG, N.V. **Ameliorating sudsoil acidity by surface application of calcium fulvates derived from common organic materials**. *Biology and Fertility of Soils*. Berlin, V. 21, N. 4, p. 264-270, 1996.

LOBO, M.F.G.; SILVA, M.R.A. **Estudo da adubação verde em solo de áreas em recuperação**. ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, IX, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP. 2008.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136p.

LONERAGAN, J. F. **Distribution and movement of manganese in plants**. In: *Manganese in Soils and Plants*. 1988, p.113-124.

LOPES, ALFREDO SCHEID **Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agrônoma**. São Paulo - ANDA, 1999. 58p. (Boletim Técnico, 8).

LUZ, C.H. P.; VITTI, C.G.; QUINTINO, A.T.; OLIVEIRA, B.D.; **Utilização de adubo verde na cultura de cana-de-açúcar**, Grupo de apoio de pesquisa e extensão (GEPE) . Piracicaba; 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Editora Agrônoma Ceres Ltda., 1988. 596p.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5. ed. São Paulo: Editora Agrônoma Ceres, 1989. 292 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e Adubação**. São Paulo: Agrônoma Ceres, 1967. 606p.

MALAVOLTA, E. **Adubação mineral e sua relação com doenças das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 60p.

MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.165-275.

MALAVOLTA, E.; J.R. SARRUGE & L.C. BITTENCOURT. 1976. **Toxidez de Alumínio e manganês**. Em: **IV Simpósio sobre o Cerrado**. 1976, 405 f.. Ed. Itatiaia e Ed. Da USP. Belo Horizonte, São Paulo.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; JOHNSON, C. M. **Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro**. VI. **Efeitos das deficiências de micronutrientes em Coffea arabica L. var. Mundo Novo cultivado em solução nutritiva**. Anais da ESALQ, Piracicaba; v.18, p.147-167, 1961.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H.J. **Desordens Nutricionais no Cerrado**. Piracicaba: POTAFOS, 1985.136p.

MALAVOLTA, E.; SANTOS, J.C.F. **Efficiency of the use of nutrients in acid soils: management of soil, fertilizer and crop**. Piracicaba: CENA USP, 1996. 110 p.

MATIELLO, A. W. R. **Estresse ou não meu cafezal**. *Revista brasileira de tecnologia cafeeira: Coffea*, Varginha-MG, III, nº 10, p. 29-30, 2006.

MATIELLO, J.B.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R. **Aubos, corretivos, 2005**

MELLES, C.C.A.; CHEBABI, M.M.A.; NACIF, A.P.; GUIMARÃES, P.T.G. **Culturas intercaladas em lavouras cafeeiras nas fases de formação e produção**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, V.11, n.126, p. 65-68, jun. 1985.

MELLES, C.C.A.; SILVA, C.M. de. **Culturas intercalares**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.4, n.44, p.70-71, 1978.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A.; CAVALIERI, P.A.; GODOY, I.J.; CURI, S.M.; LOMBARDI-NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVellini, G.S.; BULISANI, E.A. **Adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 138p.

MOREIRA, A .1999. **A Influência do Magnésio na Absoção e Transporte do Manganês e do Zinco na Soja**. 1999,138 p.Universidade de São Paulo,Tese (Doutorado). CENA-USP. Piracicaba.

MUNNS. D.N.L. JACOBSON & C.M. JOHSON, Uptakeand distribution of Manganese in out plants. **II A Kinetic model. Plant Soil** 1963. p193-204.

NORVELI, W.A. 1988. **Inorganie reaction of manganese in soils**. Em :Manganese in Soils and Plants. p. 37-58. R.D. Graham, R.J. Hannam & N.C. Uren, eds. Kluwer Academic Publ. Dordrecht. 344 p.

PEREIRA, A.J. **Produção de biomassa aérea e de sementes de Crotalaria juncea a partir de diferentes arranjos populacionais e épocas do ano**. 2004. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de janeiro, Seropédia, RJ.

PARKER, M.B.; HARRIS, H.B. **Yield and leaf nitrogen of nodulating and nonnodulating soybeans as affected by nitrogen and molybdenum**. *Agronomy Journal*, 69:551-554, 1977.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASAI, F. S. **Produtividade do café Apoatã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista**. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 3, p. 195- 199, 2001.

RICCI, M. dos S.F.; AGUIAR, L.A. de. 2003. **Influência da adubação verde sobre o crescimento, produtividade e teor de nitrogênio no tecido foliar do cafeeiro**

**(*Coffea arabica* L.) sob manejo orgânico.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Brasília. Anais...Brasília: Embrapa Café. p.420-421.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas.** 2005. Disponível em: <<http://www.dzo.uem.br/disciplinas/Solos/nutrientes.doc>>. Acesso em: 09 set. 2008.

SILVA, J. A. A. da; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. **Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranjeira-‘pera’.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, abr. 2002.

SILVA, M. V.; ALVES, V. G.; ANDRADE, M. J. B. de. **Aplicação foliar simultânea de molibdênio e defensivos agrícolas na cultura do feijoeiro.** In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. Anais... Goiânia: EMBRAPA, 1999. p. 753.

Embrapa café. Histórico. **Embrião de café, parque estação biológica** Pq Eb. Brasília 2010. <<http://www.22.sede.embrapa.br/cafe>> acessado em 12/04/2010

Sindicafé- MG. **Importância da cafeicultura no desenvolvimento econômico do Brasil.** Belo Horizonte 2001 <<http://www.sindicafe-mg.com.br>> acessado em 12/04/2010.

SAMORA, R. **Safra de café 10/11 do Brasil estima em 47 mil sacas.** <<http://www.ultimosegundo.ig.com.br>> acessado em 13/04/2010.

Sindicafé- MG. **Importância da cafeicultura no desenvolvimento econômico do Brasil.** Belo Horizonte 2001 <<http://www.sindicafe-mg.com.br>> acessado em 12/04/2010