

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE SOBRE O CRESCIMENTO E
NUTRIÇÃO DE GRAVIOLEIRA E MANGUEIRA E SOBRE A
ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO**

THIAGO DE SOUZA RIBEIRO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO -
UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
AGOSTO- 2008**

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE SOBRE O CRESCIMENTO E
NUTRIÇÃO DE GRAVIOLEIRA E MANGUEIRA E SOBRE A
ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO**

THIAGO DE SOUZA RIBEIRO

**Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal.**

Orientadora: Prof^a. Deborah Guerra Barroso

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
AGOSTO – 2008**

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE SOBRE O CRESCIMENTO E
NUTRIÇÃO DE GRAVIOLEIRA E MANGUEIRA E SOBRE A
ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO**

THIAGO DE SOUZA RIBEIRO

**Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal.**

Aprovada em _____ de _____ de 2008

Comissão examinadora:

Prof. Marco Antonio Martins (PhD, Microbiologia do Solo)—UENF

Prof. Gilmar Costa Santos (D.Sc. Produção Vegetal) ISTCA/FAETEC

**Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc. Produção Vegetal)
ISTCA/FAETEC**

**Prof^a. Deborah Guerra Barroso (D.Sc., Silvicultura) – UENF
Orientadora**

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista primeiramente a Deus, por iluminar meu caminho e guiar meus passos. Meus pais, Regina Célia e Carlos Márcio; a minhas irmãs, Renata e Karla e, minha noiva, Laila, pelo apoio e paciência. Enfim, dedico esta vitória aos meus familiares e amigos por estarem sempre ao meu lado, dando-me incentivo para vencer cada obstáculo. Dedico ainda aos meus queridos avós, Florentino e Aurany que, apesar de não estarem mais presentes, sempre estarão ao meu lado, dando-me força para seguir em frente e lutar para alcançar todos os meus objetivos.

Agradecimentos

A Deus, pela proteção e ajuda em minhas atividades;

Aos meus pais e irmãs, pelos constantes ensinamentos e incentivos;

À minha noiva, pelo apoio, companheirismo e incentivo;

À professora Deborah Guerra Barroso, por toda a paciência e pelas orientações que contribuíram para minha formação;

À professora Luciana Aparecida Rodrigues, pela contribuição e orientação durante minha Iniciação Científica na graduação; e pelas sugestões para o projeto de Tese;

Aos professores Marco Antonio Martins e Gilmar Santos Costa, pelas sugestões para o projeto de tese e a confecção da tese;

À RESPA Indústria e Comércio Ltda., pela cessão do espaço físico para a realização do experimento;

À UENF, pela bolsa de estudos concedida;

À FAPERJ, pelo financiamento do projeto;

Aos professores das disciplinas cursadas;

Às equipes dos laboratórios do LFIT e LSOL, pelo apoio às atividades, tanto nos laboratórios como no campo;

Aos colegas e amigos, pelo agradável convívio durante o mestrado;

SUMÁRIO

1- Introdução	1
2- Revisão de Literatura	5
2.1-Cultura da graviola (<i>Annona muricata</i> L.)	5
2.2-Cultura da manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	7
2.3-Leguminosas e fixação biológica de nitrogênio	8
2.3.1-Adubo Verde	10
2.3.2-Consórcios entre plantas	11
2.3.3-Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i>)	13
2.4-Matéria orgânica do solo	14
2.5-Atividade microbiana do solo	17
3- Material e Métodos	20
3.1-Descrição da área de estudo	20
3.2-Condução do experimento	22
3.3-Avaliação do desenvolvimento e nutrição das fruteiras	24
3.4-Avaliação nutricional, cinética de decomposição e quantificação da biomassa do feijão guandu	25
3.5-Determinação da atividade microbiana	27
4- Resultados e Discussão	30
4.1-O efeito da adubação verde com feijão guandu sobre o crescimento das fruteiras	30
4.2-Produção e avaliação nutricional do feijão guandu	36
4.3-Cinética de decomposição e liberação de nutrientes	40
4.4-O efeito da adubação verde na atividade microbiana do solo	47
5- Resumo e Conclusões	50
6- Referências bibliográficas	52

RESUMO

RIBEIRO, Thiago de Souza, Engenheiro Agrônomo, M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Fevereiro de 2008; Influência da adubação verde sobre o crescimento e nutrição de gravioleira e mangueira e sobre a atividade microbiana do solo. Orientadora: Prof^a Deborah Guerra Barroso. Co-orientadora: Prof^a Luciana Aparecida Rodrigues.

O trabalho foi realizado em um pomar misto conduzido de forma orgânica, pertencente à RESPA- Indústria e Comércio Ltda., situado em Travessão 7^o Distrito, do município de Campos dos Goytacazes- RJ, localizado a 21^o36'49,6" de latitude Sul e 41^o16'25,7" de longitude Oeste. Este teve como objetivos avaliar a adubação verde com feijão guandu (*Cajanus cajan*) no crescimento e nutrição em gravioleiras e mangueiras; quantificar a biomassa produzida pelo feijão guandu; avaliar sua qualidade nutricional e o seu tempo de decomposição, assim como, avaliar o efeito da adubação verde sobre a atividade microbiana do solo sob as fruteiras. O experimento foi conduzido em um pomar comercial já estabelecido onde, em parte da área, foi semeado feijão guandu nas entrelinhas das fruteiras e esta área foi comparada à testemunha (vegetação espontânea, com roçadas periódicas). Cada sistema foi implantado em uma área de 4.608 m², e cada área experimental foi dividida em 9 subáreas (cada subárea com 8 fruteiras, e com 512 m²), sendo selecionadas 6 subáreas, de forma aleatória, para as amostragens. O feijão guandu foi submetido ao corte no início do período da

floração, 81 dias após a semeadura, sendo cortado a uma altura de 5 a 10 cm a partir do solo. Foram colocados 9 sacos de decomposição com 50 g do feijão guandu em cada subárea, uma para cada época de avaliação, sendo estas: no momento do corte, aos 3, 6, 10, 15, 30, 60, 120 e 150 dias após o corte. As fruteiras foram avaliadas quanto ao incremento em altura e diâmetro à altura do colo, no intervalo 22 a 39 meses após o plantio das fruteiras. A adubação verde proporcionou aumento do incremento em altura e diâmetro do colo nas gravioleiras; e no diâmetro do colo, nas mangueiras. Não houve efeito da adubação com feijão guandu sobre o estado nutricional das fruteiras no período avaliado. O feijão guandu apresentou baixa produção de biomassa, em função da semeadura tardia. Não houve influência da adubação verde sobre a atividade microbiana do solo.

ABSTRACT

Ribeiro, Thiago de Souza; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; February of 2008; Influence of the green manuring on the growth and nutrition of the soursup and mango and on the soil microbial activity. Adviser: Deborah Guerra Barroso.

The work was carried out in mixed organic orchard of soursup and mango, in the RESPA - Industry and Trade Ltd., located in Travessão 7° District, Campos dos Goytacazes – RJ (21°36'49,6 " South and 41°16'25,7 " West). The objectives were: to evaluate the effects of green manuring with bean pigeonpea (*Cajanus cajan*) on the growth and nutrition of soursup and mango, to quantify the biomass produced by the bean pigeonpea and to evaluate the nutritional quality and time of decomposition of the biomass. The effect of the green manuring on the microbial activity was also evaluated. The experimental area was divided in two systems. The first one, bean pigeonpea was sowed in the inter-rows of fruit trees, and this system was compared to the other one - control area (spontaneous vegetation, with periodic cleared). Each system was implanted in an area of 4.608 m², and each experimental area was divided in 9 plots (each plots with 8 fruit trees, with 512 m² of area), being selected 6 plots in a random way, for samplings. The pigeonpea bean was submitted to the cut at the beginning of the flowering (5-10 cm starting from the soil), 81 days after the sowing. Nine decomposition bags with 50 g of the pigeonpea bean were placed in each plot, one for each evaluation

time: 3, 6, 10, 15, 30, 60, 120 and 150 days after cutting. The height and diameter at soil level of the fruit trees were evaluated from 22 to 39 months after the planting. The green manuring provided increment in height and diameter of the soursup trees, and in the diameter of the mango. There were no effects of green manuring on the nutritional state of the fruit trees and on the microbial activity of the soil, during the period of evaluation.

1. Introdução

Até meados da década de 90, a agricultura das regiões Norte e Noroeste Fluminense baseavam-se no cultivo da cana-de-açúcar e na pecuária. O que acabou por degradar excessivamente o solo, causando seu empobrecimento.

Existem varias técnicas que visam à melhoria da qualidade do solo, dentre as quais, podemos citar a adubação verde e cultivos em aléias, que consistem no fornecimento de biomassa ao solo, com ou sem incorporação. Quando depositada sobre o solo, a biomassa diminui o impacto das gotas de água provenientes das chuvas e da irrigação, melhora a infiltração da água, aumentando, assim, a umidade e diminuindo a temperatura do solo e suas oscilações, além de fornecer nutrientes às culturas de interesse econômico implantadas no local.

Com a instalação de agroindústrias processadoras de frutas (Bela Joana e Brassumo), a fruticultura começou a se destacar como a atividade rural que mais cresce na região Norte e Noroeste Fluminense, seja por meio de contratos de integração com agroindústrias ou produção para as CEASA (Ponciano et al., 2004). A fruticultura tem-se apresentado como nova alternativa de renda, capaz de aumentar a lucratividade das propriedades e com potencial para a diversificação em pequenas propriedades.

A graviola apresenta um alto valor comercial, tanto para consumo *in natura*, como de sua polpa na indústria. A baixa oferta desta fruta no mercado acaba sendo responsável pelo seu bom resultado comercial. A graviola chegou a alcançar o preço de R\$ 6,11 kg⁻¹ na Ceasa de São Gonçalo, em abril de 2006, e o

fornecimento total de graviola nas Ceasa do estado do Rio de Janeiro chegou a apresentar um fornecimento de 60,51 toneladas do fruto no ano de 2000 (CEASA, 2007).

A manga também apresenta um mercado consumidor bastante promissor, inclusive para exportação. Para o mercado interno, a manga chegou a alcançar o preço de R\$ 1,46 kg⁻¹ na Ceasa de São Gonçalo em maio de 2006, e o fornecimento total de manga nas Ceasa do estado do Rio de Janeiro chegou a apresentar um fornecimento de 46.300,88 toneladas do fruto no ano de 2005 (CEASA, 2007).

O plantio convencional de fruteiras, normalmente, é realizado em monocultivo. Isso expõe o solo das entrelinhas às intempéries causadas pelo clima, como por ações do vento e da chuva, o que acaba levando ao seu empobrecimento, resultado dos processos de compactação, erosão e lixiviação de nutrientes, somado à exportação natural de nutrientes, resultante da colheita dos frutos.

A utilização de plantio em consórcio de plantas com diferentes requerimentos nutricionais, ou que explorem diferentes horizontes no solo, permite melhor uso dos recursos disponíveis (Mafra et al., 1998), podendo até amenizar condições de estresse para a planta (Piotto et al., 2004). Estes têm sido utilizados como estratégias para melhorar as características do solo, diversificar as atividades produtivas e aumentar a renda nas propriedades rurais.

A integração entre plantas de diferentes espécies permite não apenas o aumento da deposição de serapilheira, mas também sua diversificação. Em um sistema menos intensivo de uso do solo, espera-se o aumento da matéria orgânica, maior atividade microbiana e conseqüente aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas de interesse comercial.

Os microrganismos são os principais agentes de decomposição e mineralização de resíduos vegetais e animais do solo. Assim, um dos indicadores da qualidade biológica do solo é a atividade enzimática microbiana, tendo em vista que os microrganismos existentes no solo são de vital importância para a decomposição da matéria verde, assim como para as transformações químicas e físicas que ocorrem no solo e, conseqüentemente, para o fornecimento de nutrientes para as plantas, com a decomposição do material fornecido pela adubação verde.

Em pomares orgânicos, não se pode utilizar herbicidas, sendo, assim, necessário fazer uso de meios alternativos no controle de ervas daninhas, como por exemplo: capina manual ou mecânica, roçadas e cobertura viva ou morta. Também a fertilização deve ser feita por meio de adubos orgânicos na forma de resíduos vegetais, como palhas, serragens, cascas de madeiras, restos culturais, vinhaça, ou resíduos animais, como esterco e restos de aves, peixes e animais (Penteado, 2003)

Além disso, o consórcio das fruteiras com espécies leguminosas associadas a bactérias diazotróficas pode levar à redução da utilização de adubos nitrogenados, pois o nitrogênio atmosférico fixado será depositado no solo, via serapilheira das leguminosas (Schumacher et al., 2003), ou transferido para as culturas consorciadas por meio das hifas fúngicas de micorrizas arbusculares (Rodrigues et al., 2003), beneficiando assim as culturas de interesse econômico.

A deposição de material de origem vegetal pode ocorrer naturalmente, pela queda de folhas e ramos, ou artificialmente, mediante roçadas ou podas, práticas utilizadas na condução de sistemas de aléias. Esta deposição resulta no aumento na reserva de carbono da camada arável do solo (Mafra et al., 1998).

A utilização de resíduos culturais de leguminosas, que são de fácil decomposição, por possuírem relação C/N na faixa de 15 a 20:1, proporciona maior disponibilidade de energia para microrganismos no solo, cuja população tenderá a crescer. Por outro lado, a utilização de restos culturais de plantas, com relação C/N superior a 30:1, apresentará o N como fator limitante ao aumento da população microbiana no solo, que possui em média, relação C/N em torno de 10:1. A utilização de plantas com alta relação C/N provoca uma imobilização do N do solo por parte dos microrganismos, podendo provocar deficiência na cultura de interesse econômico em desenvolvimento no local (Sá, 1999).

Assim, o plantio de leguminosas com fruteiras poderá, por meio do material de origem vegetal decorrente de podas feitas nas leguminosas, aumentar o fornecimento de matéria orgânica ao solo, proporcionando um aumento na atividade microbiana e disponibilização de nutrientes.

Espera-se que o plantio misto de gravioleira e mangueira, conduzido organicamente, com plantio intercalado de leguminosas como adubo verde, durante a condução do pomar, possa aumentar a eficiência do sistema de produção, reduzindo a utilização de insumos, aumentando a diversidade do

sistema e agregando valor às frutas que, conduzidas organicamente, apresentam maior valor comercial do que os frutos provenientes de pomar convencional.

Este trabalho teve como objetivos:

Avaliar, em um pomar misto de mangueira e gravioleira, o efeito da adubação verde, com feijão guandu (*Cajanus cajan*), no crescimento e nutrição das fruteiras.

Quantificar a biomassa produzida pelo feijão guandu; avaliar sua qualidade nutricional e o tempo de decomposição da mesma.

Avaliar o efeito da adubação verde com feijão guandu sobre a atividade enzimática dos microrganismos do solo.

2. Revisão de Literatura

2.1 Cultura da graviola (*Annona muricata* L.)

A gravioleira é uma planta de clima tropical e subtropical úmido que se desenvolve bem em altitude máxima de 1.200 m, não suporta clima frio e as temperaturas abaixo de zero grau causam-lhe sérias injúrias (Ramos, 1992). Tem-se destacado como fruteira na região semi-árida do nordeste brasileiro, onde encontra condições de clima e solo favoráveis ao seu desenvolvimento (Cavalcante et al., 2001; Nobre et al., 2003).

Exige, durante o florescimento, um período de estiagem para a fecundação das flores e formação dos frutos. A ocorrência de chuvas, neste período, provoca o abortamento de flores e favorece o ataque de doenças, como a antracnose (Ramos, 1992).

Estima-se que os frutos desenvolvidos durante os meses de temperatura mais elevada alcancem um tamanho superior aos desenvolvidos durante a época mais fria do ano. As temperaturas mais apropriadas para a indução floral são entre 19°C e 23°C. As temperaturas de 22°C a 26°C favorecem o desenvolvimento dos frutos, em temperaturas menores de 19°C, os frutos desenvolvem-se pouco e o período de crescimento é prolongado (Ramos et al., 2001).

Entre as espécies da família *Annonaceae*, a gravioleira possui o maior sistema radicular e pode adaptar-se em diferentes tipos de solos, apesar de

requerer os profundos, ricos e bem drenados com pH ligeiramente ácido (5,5 - 6,5) (Ramos, 1992).

De acordo com Nobre et al. (2003), a salinidade da água de irrigação acima de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ reduz significativamente a velocidade de emergência das plântulas. Isto pode ser explicado pelo fato de os sais presentes na água de irrigação reduzirem o potencial osmótico da solução do solo, resultando em retardamento do tempo de embebição das sementes. Entretanto, de acordo com Cavalcante et al. (2001), a gravioleira, durante sua fase de formação de mudas, ajustou-se osmoticamente como planta moderadamente tolerante aos sais, e sua área foliar e o rendimento biológico das plantas aumentaram com o nível de salinidade da água de irrigação até $2,0$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

A gravioleira é resistente ao estresse hídrico, no entanto, estiagens prolongadas, logo após o plantio ou início da frutificação, podem causar prejuízos ao seu desenvolvimento (Ramos, 1992).

De acordo com Barbosa et al. (2003), a absorção de nutrientes em mudas de gravioleira apresentou a seguinte ordem decrescente para os macronutrientes: K, N, Ca, Mg e P; e para os micronutrientes: Fe, Zn, Mn e Cu.

As sementes apresentam dormências exógenas, provocadas pela dureza de sua película externa, sendo necessária sua escarificação e/ou imersão em água fria durante 24 horas para perfeita germinação. O espaçamento no plantio pode ser de $4,0 \times 4,5 \text{ m}$ até $8,0 \times 8,0 \text{ m}$ (Ramos, 1992).

Possui período de frutificação variável de acordo com o local de cultivo. A frutificação em Manaus ocorre de janeiro a março; enquanto em Belém, ocorre do final de junho a meados de setembro; e no cerrado do Distrito Federal, no Centro Oeste do Brasil, a frutificação ocorre de maio a novembro (Ramos, 1992). Em Campos dos Goytacazes, há relatos de que a frutificação ocorre nos meses de março a junho.

A gravioleira possui propriedades utilizadas na medicina homeopática e na culinária caseira, sendo aproveitada sob diversas formas (Batista et al., 2003). A decocção da raiz é usada como antídoto ao envenenamento por entorpecentes, sendo ainda altamente purgativa; as folhas são utilizadas como antiespasmódicas, antidisentéricas, e antinevrálgicas; da polpa do fruto, podem ser feitos sucos, sorvetes e geléias (Donadio et al., 1992). O interesse por essa fruta vem aumentando no país, por causa da grande aceitação do mercado e pela

crescente demanda das indústrias de fabricações de polpas, sucos, sorvetes e geléias (Nobre et al., 2003).

Ponciano et al. (2004) comprovaram a viabilidade econômica desta cultura para as regiões Norte e Noroeste Fluminense.

2.2 Cultura da manga (*Mangifera indica* L)

A mangueira se adapta melhor a áreas com as estações secas e chuvosas bem definidas, devendo ocorrer período de estiagem antes do florescimento, a fim de permitir o repouso vegetativo da planta, prolongando-se até a frutificação, para evitar os danos causados pela antracnose e pelo oídio. Após a frutificação, é benéfica a ocorrência de chuvas, para estimular o desenvolvimento dos frutos e impedir quedas. O volume pluvial ideal pode variar de 500 mm a 2.500 mm anuais. A mangueira vegeta e produz numa faixa de 0°C a 48°C, mas a temperatura ótima para crescimento e desenvolvimento situa-se entre os níveis de 24°C a 26°C, e temperaturas baixas causam a produção de pólenes anormais.

Áreas com alta umidade relativa podem favorecer surtos de doenças, como a antracnose, por isso, áreas com umidade abaixo de 60% devem ser preferidas. Ventos fortes e constantes são prejudiciais, principalmente durante o florescimento e a frutificação, causando queda de flores e frutos (Cunha, 2000). Isso pode ser resolvido com a utilização de quebra-ventos ou consórcios, devendo-se tomar cuidado para que não ocorra a projeção de sombras sobre as fruteiras, nem competição radicular, mantendo-se distância adequada entre os componentes (Carneiro, 1995; Macedo, 2000).

A mangueira é uma espécie rústica que vegeta e frutifica tanto nos solos arenosos como nos argilosos, ligeiramente ácidos ou alcalinos (Cunha, 2000). Trata-se de uma espécie alógama, cuja polinização é feita especialmente por dípteros (Cunha e Neto, 2000).

O florescimento dura cerca de 2 a 3 meses, sendo significativamente influenciado pelas condições climáticas prevalecentes, pela produtividade da safra anterior e por certas práticas culturais, como o uso de fitorreguladores, poda, adubação nitrogenada (Cunha e Neto, 2000).

De acordo com Fonseca et al. (2005), um tipo de fitorregulador muito utilizado é o paclobutrazol (PBZ). O seu uso pode propiciar a produção de manga em qualquer época do ano. Um dos efeitos do PBZ é a paralisação do

crescimento da planta, reduzindo a extensão de seus ramos, bem como a antecipação do florescimento, que, em alguns casos, tende a aumentar a precocidade do florescimento com o aumento da dosagem.

Em um experimento em Petrolina-PE, Fonseca et al. (2005) observaram que, sob estresse hídrico, foram obtidas taxas de florescimento e produção de frutos similares às encontradas nas plantas nas quais foi aplicada PBZ no solo e na folha, respectivamente, com e sem irrigação da planta. Assim sendo, foi observado que o estresse hídrico pode substituir o estresse causado pelo PBZ.

O espaçamento pode variar de 10 x 10 m a 7,0 x 4,5 m (Cunha e Neto, 2000).

Ponciano et al. (2004) comprovaram a viabilidade econômica desta cultura para as regiões Norte e Noroeste Fluminense.

2.3-Leguminosas e fixação biológica de nitrogênio

O nitrogênio é encontrado em muitos compostos orgânicos, incluindo todos os aminoácidos e ácidos nucleicos, tornando-se, assim, um dos macronutrientes requeridos em maior quantidade pelas plantas e sua disponibilidade pode limitar a produtividade das mesmas. Para aumentar a produção, são aplicados em todo o mundo mais de 80 milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados por ano (Epstein e Bloom, 2006).

Entretanto, uma grande parte dos fertilizantes nitrogenados aplicados às culturas sofre uma lixiviação para águas subterrâneas ou volatilização para a atmosfera, o que, além de desperdiçar um recurso valioso, coloca em risco a saúde humana.

As principais fontes de nitrogênio para o sistema solo-planta são: materiais vegetais (adubo verde, restos culturais ou serapilheira) ou de natureza animal, fertilizantes de origem industrial, sais de amônio e nitratos trazidos pela precipitação, e a fixação biológica de nitrogênio. Tendo como principais entradas, as que ocorrem via fertilizantes (fixação industrial) e fixação biológica (Victoria et al., 1992).

Certas bactérias convertem o nitrogênio atmosférico em amônio, sendo a maioria destes organismos de vida livre. Alguns deles, entretanto, formam associação simbiótica com plantas superiores. Nesta simbiose os organismos da

fixação biológica de nitrogênio suprem a planta com nitrogênio fixado, recebendo em troca carboidratos e nutrientes.

O tipo mais comum de simbiose ocorre entre membros da família Leguminosae (também conhecida como Fabaceae) e bactérias do solo chamadas de rizóbios, que incluem representantes do gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Photorhizobium*. A associação rizóbio-leguminosas é responsável pela fixação de pelo menos 35 milhões de toneladas de nitrogênio anualmente (Freire, 1992). Outro tipo comum de simbiose para fixação de nitrogênio envolve várias espécies de plantas lenhosas e microrganismos do solo do gênero *Frankia* (Epstein e Bloom, 2006).

Em condições adequadas, a fixação biológica de nitrogênio pode suprir quase totalmente o nitrogênio necessário para a leguminosa, reduzindo, assim, a necessidade do uso de fertilizantes nitrogenados.

Por outro lado, o fornecimento de adubo nitrogenado às leguminosas diminui a formação de simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, quando comparada com a de leguminosas em solos com pouco N (Castro et al., 2004; Sarcinelli et al., 2004). Muitas leguminosas dependem da micorrização para um crescimento satisfatório e para a nodulação com rizóbios, pois o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) é altamente exigente em energia na forma de ATP, de modo que o adequado suprimento de P, proporcionado pelos fungos micorrízicos arbusculares, beneficia este processo (Jesus et al., 2005).

De acordo com Bayer et al. (2003), em um experimento com 5 anos de duração, realizado em um Latossolo Vermelho Distroférrico, com 675 g kg⁻¹ de argila, 258 g kg⁻¹ de silte, e 67 g kg⁻¹ de areia, foram avaliados no solo o carbono orgânico e nitrogênio total em 4 tratamentos: milho, milho + soja preta, milho + mucuna preta e milho + feijão de porco. Foi observado que, nas profundidades 0 a 2,5 cm, assim como na de 2,5 a 5 cm, o consórcio de milho + mucuna cinza apresentou maior teor de carbono orgânico, assim como nitrogênio total do que os outros tratamentos.

Lovato et al (2004), em experimento realizado em um Argissolo Vermelho típico com textura franco-argilo-arenosa, testaram 3 sistemas de cultivo: o plantio convencional, o cultivo mínimo e o plantio direto; e 3 sistemas de cultura: aveia preta + milho, ervilhaca + milho, e aveia + ervilhaca/ milho + caupi, com e sem adubação nitrogenada. Observaram que, no sistema em que não se utilizou

aplicação de nitrogênio via adubação, a aveia + ervilhaca/ milho + caupi apresentaram uma deposição total de nitrogênio no solo superior em relação aos outros tratamentos, nos 3 tipos de plantio.

Rodrigues et al. (2003) observaram, em um experimento realizado sob condições controladas, no plantio consorciado de sesbania e eucalipto, que a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio promoveu aumento nos conteúdos de nitrogênio e diminuição da relação C/N no eucalipto e na sesbania, e constataram transferência de nitrogênio da sesbania para o eucalipto. Schumacher et al. (2003) observaram, em um povoamento de acácia negra, com 3 anos de idade, que a deposição média anual de serapilheira foi de 5,85 Mg ha⁻¹ e a transferência anual de nitrogênio para o solo ocorreu acima de 106 kg ha⁻¹.

2.3.1 Adubo verde

De acordo com Curi et al. (1993), a adubação verde consiste na prática de adição ao solo de qualquer cultura, geralmente leguminosa, utilizada com o propósito de ser incorporada ao solo enquanto verde ou logo depois da maturação, para melhoramento das características do mesmo. A crotalária, quando utilizada como adubo verde, promoveu um aumento da soma de bases, da capacidade de troca catiônica efetiva, do teor de cálcio e magnésio na profundidade de 20 a 40 cm e reduziu a acidez potencial (Menegucci et al., 1995).

De acordo com Primavesi (1984), uma adubação verde com leguminosa possui pouca possibilidade de permanecer no solo além de seis semanas. Depois deixa de ser considerada uma forma de enriquecimento do solo com matéria orgânica, mas sim, uma forma de adubação nitrogenada, tendo em vista seu alto teor de nitrogênio. Já quando se utilizam as gramíneas forrageiras como adubação verde, especialmente quando podem desenvolver livremente suas raízes, são consideradas uma ótima forma de enriquecer o solo com substâncias húmicas, pois apresentam uma relação C/N mais elevada.

Geralmente, utilizam-se leguminosas para adubação verde por causa da fixação biológica de nitrogênio que ocorre quando estão em associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*. Sua incorporação, no início da floração, apresenta uma decomposição mais rápida, pois evita que a planta se torne fibrosa, tendo em vista que a planta fibrosa é a que contém material celulósico e lignoso (Primavesi, 1984).

A crotalária é muito eficiente quando utilizada como adubo verde, pois, em associação com bactérias do gênero *Rhizobium* pode fixar de 150 a 165 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio no solo, produzindo de 10 a 15 t de matéria seca (Dourado et al., 2001).

Em um experimento realizado por Dourado et al (2001), em um Latossolo Vermelho Distrofíco típico argiloso, aos 45 dias após a emergência, as plantas de crotalária apresentavam uma altura entre 1,76 a 1,80 m e uma cobertura vegetal do solo de 88,0 a 91,1 %. No ato da poda, realizada 60 dias após emergência, apresentando de 2,07 a 2,13 m de altura, produziu de 24,0 a 26,5 t ha⁻¹ de matéria verde e de 3,409 a 4,266 t ha⁻¹ de matéria seca total.

As leguminosas podem servir para o controle de plantas daninhas, quando utilizadas como adubo verde. Entretanto, após introdução de coberturas mortas, manejadas mecanicamente com roçadeira lateral, em pomar de cítricos, em fase de produção, áreas com plantio de lab-lab não apresentaram diferença estatística no controle das plantas daninhas, quando comparada com as da vegetação natural até os 210 dias após o corte. Na produção de fitomassa, o feijão guandu não produziu 4.020 g m⁻², contra 4.000 da vegetação natural (Matheis, 2004).

Também em um pomar de citros em formação, a densidade de plantas daninhas, quando utilizada uma mistura de adubos verdes (lab-lab + guandu+ crotalária), não foi observada diferença estatística no controle das plantas daninhas quando comparadas com as da vegetação natural até os 210 dias após o corte. Quanto à fitomassa, a mistura de adubos verdes produziu 8.500 g m² contra 2.080 da vegetação natural, em um pomar de citros em formação (Matheis, 2004).

De acordo com Perin et al. (2004), com a utilização de crotalária como adubo verde, obtiveram-se plantas de brócolis com 154 g e 13,1 cm de diâmetro, e no caso de utilização de crotalária + milho, obtiveram-se plantas de brócolis com 155 g e 17,8 cm de diâmetro, contra 116 g e 12,0 cm de diâmetro por planta na vegetação espontânea. Indicando que as duas formas de adubo verde foram benéficas para o plantio de brócolis.

2.3.2 Consórcios entre plantas

A utilização do consórcio com leguminosas é uma prática muito utilizada de acordo com Matheis (2004). A deposição das leguminosas roçadas pode ser

utilizada no controle de plantas daninhas. Leguminosas com boa produção de fitomassa podem melhorar as características do solo, assim como, diminuir a oscilação de temperatura no solo.

De acordo com Matheis (2004), em um experimento com manejo mecânico de diferentes coberturas vegetais num pomar em formação, onde se utilizou a *Crotalaria juncea* com citros no controle de plantas daninhas, observou-se que não houve diferença estatística quando comparado com o da vegetação natural, até 210 dias após o corte. A quantidade de fitomassa verde produzida pela crotalária foi de 43,80 t ha⁻¹ e o da vegetação natural foi de 20,80 t ha⁻¹.

O manejo através de podas possibilita a pronta disponibilidade de N para a cultura principal. Neste caso, a cultura principal se beneficia do N₂ fixado pela leguminosa, seja pela excreção direta de compostos nitrogenados e pela decomposição dos nódulos e raízes, ou pela poda da parte aérea da leguminosa que irá se decompor e liberar nutrientes durante o desenvolvimento da cultura principal (Castro et al., 2004). De acordo com Giller (2001), as leguminosas normalmente apresentam altos teores de N em seus tecidos no período da floração, o que pode significar uma contribuição acima de 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, com um percentual de 60% a 80% do N proveniente da fixação biológica (FBN).

De acordo com Perin et al. (2004), o consórcio de crotalária + milho, sem aplicação de fertilizante nitrogenado, conferiu maior rendimento ao milho que a testemunha (vegetação espontânea + 90 kg ha⁻¹ de N), com produção de 8.422 kg ha⁻¹ de grãos no consórcio, em relação a 6.569 kg ha⁻¹ na vegetação espontânea, sugerindo a possibilidade de se dispensar a aplicação de fertilizante nitrogenado na cultura.

De acordo com Castro et al. (2004), em um experimento em Seropédica-RJ, mesmo com aplicação constante de esterco em um consórcio de crotalária com berinjela, o que provocou uma inibição da FBN, a crotalária proporcionou um aporte de N no sistema equivalente a 67 kg ha⁻¹, cerca de 50 % da necessidade média de N para essa cultura. A produção gerou uma exportação de 40,0 a 70,8 kg ha⁻¹ de N, no entanto, a utilização de leguminosas ocasionou uma adição de N que variou de 23 a 104 kg ha⁻¹. Em um experimento realizado em Bebedouro-SP, em um consórcio de laranjeira-pêra com crotalária, guandu e feijão de porco, foi observada uma incorporação de 183,4, 143,6 e 169,4 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Sendo, assim, considerados como grandes incorporadores e

recicladores de nutrientes ao solo (Silva et al., 2002). Entretanto, em consórcios de leguminosas com culturas agrícolas, pode ocorrer alelopatia ou, dependendo do espaçamento, competição por nutrientes, água e luz.

O sombreamento muito denso sobre espécies agrícolas pode ser prejudicial para a produção, em especial na fase de frutificação. Por esta razão, é necessário tomar alguns cuidados com espaçamento ou fazer uso de podas (Morais et al., 2005). Segundo Silva et al. (1999), as plantas utilizadas como adubo verde, quando manejadas de forma incorreta, comportam-se como plantas daninhas no pomar cítrico, competindo por água, nutriente, sol e pelo espaço aéreo e no solo. Entretanto quando manejadas de forma correta, são benéficas às culturas de interesse comercial.

2.3.3 Feijão guandu (*Cajanus cajan*)

O feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) é uma leguminosa que pode ser utilizada como adubo verde e planta forrageira (Steiffert, 1984).

Tem como centro de origem a África e, a Índia, como centro secundário, com uma área geográfica relativamente grande, sendo assinaladas nas regiões da Índia, ilhas de Java e Hawaí, África Setentrional e Ocidental, América (Norte, Central e Sul) e Austrália (Haag, 1986).

O guandu é uma planta ereta, perene, de porte arbustivo e que pode atingir até 4 m de altura aos 3 a 4 anos de idade. Possui sistema radicular vigoroso e, nas suas ramificações, há nódulos fixadores de nitrogênio, através da simbiose estabelecida com bactérias do gênero *Rhizobium* (Haag, 1986).

Os valores de pH do solo mais favoráveis ao feijão guandu situam-se entre 5,0 e 7,0. O solo tem de ser bem drenado, pois a planta não suporta excesso de umidade. O feijão guandu se mostra sensível a baixas temperaturas, não produz à altitude superior a 2.000 m e apresenta-se extremamente resistente a ventos, devido à flexibilidade de seu caule e ramos (Haag, 1986).

De acordo com Seiffert (1984), em um experimento realizado no Cerrado brasileiro, quando se testaram 4 variedades do feijão guandu, estes apresentaram uma produção média 5,67 t ha⁻¹ de matéria seca e 103,2 de N kg ha⁻¹. Enquanto o centrosema apresentou uma produção média de 1,965 t ha⁻¹ de matéria seca e

49,0 de N kg ha⁻¹. Logo, o feijão guandu apresentou uma produção de matéria seca e de nitrogênio superior à do centrosema.

Em algumas condições de plantio, a produção de fitomassa do feijão guandu anão é pequena. Como foi observado no experimento realizado por Matheis (2004) cuja produção de fitomassa foi de 22,80 t ha⁻¹ e a vegetação natural foi de 20,80 t ha⁻¹.

Na Índia, o feijão guandu é semeado no início da estação chuvosa, levando as espécies precoces, aproximadamente, 6 meses para produzirem sementes maduras e as espécies tardias de 8 a 8 meses e meio (Gooding 1962).

Em um experimento realizado em São Paulo, quando foram testadas 6 épocas de semeadura para guandu (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março), verificou-se um efeito na altura das plantas: as mais altas, com 3,26 m, resultando da semeadura em outubro e as mais baixas, com 1,10 m resultantes da semeadura em março (Lovadini e Mascarenhas, 1974).

Haag (1986) relatou que plantas de guandu cortadas no nível do solo não rebrotaram, enquanto plantas, nas quais foram efetuados cortes nas alturas de 0,5; 1,0 e 1,50 m houve rebrota, podendo respectivamente efetuar de 7, 3 e 4 cortes ao ano. Podendo as plantas alcançar alturas maiores, atingindo até 15 t de matéria seca por ha. O florescimento e as sementes maduras formam-se quando o crescimento das plantas excede a 1 m, e os ramos tornaram-se lignificados.

O feijão guandu tem sido bastante utilizado como adubação verde em rotação de cultura em países tropicais, devido à sua grande habilidade em disponibilizar nitrogênio fixado pela associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, assim como de outros nutrientes capturados devido ao seu sistema radicular vigoroso e profundo (Haag 1986).

De acordo com Alcântara et al (2000), em um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, o feijão guandu produziu 13,2 t ha⁻¹ de matéria seca contra 3,8 t ha⁻¹ produzidos pela pastagem.

2.4 Matéria orgânica do solo

De acordo com Curi et al. (1993), a matéria orgânica do solo é a fração do solo que inclui os resíduos animais e vegetais que sofreram decomposição a uma extensão em que a fonte não é reconhecível, resíduos microbianos e produtos

finais, relativamente estáveis, da decomposição (húmus). De acordo com o mesmo autor, o húmus é a fração resistente da matéria orgânica do solo, ou compostos orgânicos, usualmente de cor bruno-escura a preta, formada pela decomposição biológica dos resíduos orgânicos. Normalmente, constitui a principal fração da matéria orgânica do solo.

O húmus é formado a partir de material de difícil decomposição, ou seja, material rico em lignina como é o caso das gramíneas, apresentando uma alta relação C/N. O material proveniente das leguminosas normalmente apresenta uma baixa relação C/N, rico em proteínas e, como consequência, uma decomposição mais rápida (Primavesi, 1984).

A matéria orgânica humificada traz benefícios como o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC); aumento do poder tampão, fornecimento de substâncias fenólicas que contribuem não somente para a respiração da biomassa microbiana, mas também para a sanidade vegetal (Primavesi, 1984).

Os fatores que afetam a forma e a ciclagem de nutrientes estão intimamente ligados às condições climáticas e fenológicas das plantas em decomposição (Vital et al., 2004).

Materiais orgânicos de alta relação C/N, como palhas, cascas de árvores e outros materiais fibrosos, demoram mais tempo para serem decompostos. Nas primeiras semanas em que precedem sua decomposição, ocorre uma imobilização microbiana do nitrogênio e de outros nutrientes, o que pode acarretar deficiências ou até injúrias mais sérias nas plantas. Este desequilíbrio pode ser evitado com o fornecimento de nitrogênio ao sistema (Penteado, 2003), o que pode ser feito com a utilização de leguminosas (Perin, et al., 2004). Por outro lado, a cobertura do solo é também uma medida importante para a maioria dos solos tropicais e subtropicais, uma vez que protege o mesmo da incidência direta de sol e chuvas, favorecendo assim a manutenção de umidade no solo e diminuindo a oscilação da temperatura, o que consequentemente favorece a atividade da microbiota do solo.

Com a utilização de leguminosas associadas a bactérias fixadoras de nitrogênio, é possível não apenas suprir as necessidades da microbiota do solo para acelerar a decomposição da serapilheira, mas também alcançar um incremento de nitrogênio no sistema que reduza a necessidade de adubos nitrogenados, diminuindo custos de produção. De acordo com Poggiani et al.

(2000), as árvores leguminosas em uma sucessão florestal no subbosque produzem uma serapilheira rica em N e de rápida decomposição, que melhora significativamente a fertilidade do solo.

De acordo com Mafra et al. (1998), em um sistema de aléias com manejo por poda, uma única espécie arbórea utilizada no sistema agroflorestal, a leucena, contribuiu com cerca de 70 a 85 % da adição total de N e ciclagem de P, Ca e Mg. De acordo com os autores, essa adição equivale a uma adubação nitrogenada de 280 kg ha⁻¹ de uréia, juntamente com uma adição de 30 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

As quantidades de nutrientes retidos na biomassa microbiana podem ser bem elevadas, principalmente de nitrogênio. Esse nutriente é liberado à medida que os microrganismos morrem e são mineralizados pela população restante.

O aumento de fornecimento de N via deposição de serapilheira proveniente das leguminosas, diminui a relação C/N da matéria orgânica presente, aumentando a velocidade de decomposição da mesma e, conseqüentemente, o fornecimento de nutrientes para as plantas.

A deposição da serapilheira proporciona aumento da camada de matéria orgânica sobre o solo, que é importante fonte de nutrientes para as plantas, além de seu papel na estruturação dos solos (Haag, 1985).

A velocidade de decomposição da serapilheira varia com as condições ambientais, com as plantas e com os tecidos das quais a serapilheira é composta. Tecidos ricos em material estrutural (celulose, hemicelulose e lignina) são mais resistentes à decomposição que tecidos mais pobres nesses materiais (Haag, 1985). As folhas de espécies perenifólias são mais resistentes à decomposição do que as espécies caducifólias. A temperatura tem um efeito muito acentuado na taxa de decomposição do folheto, verificando-se, geralmente, uma diminuição na velocidade de decomposição ao longo de um gradiente de temperaturas decrescentes. O arejamento do solo também favorece a mineralização da biomassa (Haag, 1985).

De acordo com Séguy et al. (1997), citado por Castro et al. (2004), a utilização de leguminosas como adubo verde precedendo a cultura principal, leva estas a se beneficiarem posteriormente da mineralização de nitrogênio. Entretanto há limitações, pois, nas condições tropicais úmidas, em virtude das altas

temperaturas e excessiva umidade, ocorre a mineralização acelerada dos resíduos.

Em sistemas consorciados, manejados por podas, os efeitos são mais constantes com relação ao fornecimento de nutrientes para a cultura principal. De acordo com Santiago (2005), em um experimento realizado em cava de extração argila, no distrito de Campo Limpo, município de Campos dos Goytacazes RJ, em um plantio consorciado de eucalipto com sesbânia, submetida a manejo por podas periódicas, foi observado aumento no incremento em altura de *Eucalyptus camaldulensis*.

2.5 Atividade microbiana do solo

A atividade biológica pode ser definida como toda reação bioquímica catalisada pelos organismos do solo que pode resultar também em atividade física, como no caso do efeito da excreção de polissacarídeos na agregação do solo. As atividades microbianas podem ser divididas em 2 tipos: as gerais e as específicas. As atividades gerais são aquelas decorrentes dos microrganismos existentes no solo, como, por exemplo: a respiração e a produção de calor, apresentando valor significativo como índice de atividade total no solo. As atividades específicas são medidas por grupos específicos de microrganismos existentes no solo, dentre os quais, podemos citar os fixadores de nitrogênio, os nitrificantes e outros (Moreira e Siqueira, 2002).

Tanto as atividades gerais como as atividades específicas podem ser medidas “ex situ” ou “in situ”. As atividades “in situ” são medidas diretamente no campo sob condições naturais, em amostras não perturbadas.

Dentre as formas de medição da atividade microbiana, a respiração é considerada como um dos métodos mais antigos para quantificar esta atividade (Moreira e Siqueira, 2002). Outros métodos também utilizados na medição da atividade microbiana são: a produção de calor e a atividade enzimática, que pode ser medida no solo “in situ” ou “ex situ”. Estes métodos envolvem a incubação do solo em condições adequadas de temperatura e umidade, para que a atividade possa ocorrer. Em alguns casos, estas atividades enzimáticas podem ser induzidas pela adição de substratos que favoreçam a reação (Moreira e Siqueira, 2002).

As reações químicas que ocorrem nas células vivas são geralmente catalisadas por um grupo especial de proteínas que apresentam uma alta especificidade funcional, denominadas enzimas. Estas atuam nas reações químicas que ocorrem nas células, reduzindo a energia de ativação, permitindo ou regulando a velocidade da reação química. As enzimas podem aumentar a velocidade das reações em até 10^{20} vezes e o número de moléculas de substratos transformados por molécula de enzima por minuto (reciclagem de enzimas) pode ser superior 10^6 (Moreira e Siqueira, 2002).

As enzimas possuem um enorme potencial como indicadoras da qualidade do solo, por serem sensíveis às variações induzidas pelos fatores ambientais e de manejo, e pela simplicidade e rapidez dos procedimentos de sua análise (Paulucio, 2007).

A atividade enzimática dos microrganismos do solo proporciona catálise de inúmeras reações necessárias ao ciclo de vida dos microrganismos, à decomposição de resíduos orgânicos durante o ciclo de nutrientes e à formação de húmus e estrutura do solo (Burns, 1978). Pereira et al. (2004), em um experimento realizado com um Argissolo (Podzólico Vermelho-Amarelo), textura arenosa (areia, 73%; silte, 16%; argila, 11%), comprovaram que a hidrólise de diacetato de fluoresceína, assim como a biomassa microbiana e a fosfatase alcalina podem ser utilizadas como características indicativas de alterações na atividade microbiana em solos do Semi-árido.

Hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) é um método que avalia a atividade hidrolítica do solo. O FDA é hidrolizado por diversas enzimas do solo, como as lípases, proteases e esterases (Gullbault e Kramer, 1964), que são capazes de clivar compostos fluorogênicos (Taylor et al., 2002). Assim sendo, esta ação catalítica pode ser considerada uma medida da atividade microbiana total (Shnürer e Rosswall, 1982; Silva et al., 2004), embora as enzimas envolvidas nessa reação apresentem atividade extracelular, podem encontrar-se complexadas aos colóides do solo (Swisher e Carroll, 1980).

Nahas et al. (1997), medindo a atividade enzimática da desidrogenase, da urease e da arilsulfatase, em latossolo que recebeu adubação verde, observaram pela desidrogenase que ocorreu um aumento da atividade microbiana quando comparada com a do controle. A atividade microbiana com o fornecimento da

adubação verde se encontrava maior na área da rizosfera, observada pela atividade enzimática da urease e da arilsulfatase.

Matsuoka et al. (2003) realizaram um experimento em que foram avaliadas as atividades enzimáticas do solo associadas ao ciclo do carbono, β -Glucosidase; ao ciclo do fósforo, fosfatase ácida; e ao ciclo do enxofre, arilsulfatase. Nas avaliações realizadas até 5 cm de profundidade, observou-se que, no caso da β -Glucosidase, na entrelinha da videira, apresentou 78,1 $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ contra 47,2 do cerrado; no caso da fosfatase ácida, foram obtidos 318,2 $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ contra 383,1 do cerrado; e, no caso da arilsulfatase, foram obtidos 54,8 $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ contra 99,1 do cerrado. A maior atividade dos microrganismos no solo na área do cerrado pode ser explicada pela ausência do preparo do solo, assim como pela maior biodiversidade vegetal, o que favorece um maior acúmulo de serapilheira na superfície do solo, proporcionando menor variação térmica e manutenção da umidade (Matsuoka et al., 2003).

3. Material e Métodos

3.1- Descrição da área de estudo

O experimento foi realizado em um pomar misto de gravioleira e mangueira conduzido de forma orgânica, situada em Travessão, 7º Distrito, Campos dos Goytacazes- RJ, localizado a 21º36'49,6" de latitude Sul e 41º16'25,7" de longitude Oeste.

O solo da região é classificado como um Argissolo Amarelo, com textura franco-argilo-arenosa a franco-arenosa, ácido e de baixa fertilidade onde o relevo é suave, característico dos tabuleiros costeiros (Costa et al., 2004).

O clima da região é do tipo Awa, segundo a classificação de Köppen, caracterizado pela predominância do clima quente e úmido, com uma estação seca bem definida durante o inverno e com a maior parte das chuvas concentradas nos meses de novembro a março. A precipitação média anual é de 1.081,50 mm (média dos últimos 3 anos), conforme dados fornecidos pela PESAGRO- Campos dos Goytacazes- RJ.

A área no passado foi utilizada para um plantio de cana-de-açúcar, sendo posteriormente eliminada e, a seguir, mantida sob pousio, com regeneração natural, por 10 anos, aproximadamente.

Em 2002, foi introduzido milho consorciado com crotalária nas entrelinhas. A crotalária foi roçada 60 dias após o plantio, mantendo-se os restos culturais na superfície do solo, com finalidade de adubação verde. Após a colheita do milho,

houve incorporação superficial dos restos culturais do milho e da rebrota da crotalária.

Em novembro de 2003, foram introduzidas na área mudas certificadas de mangueira, da variedade Palmer, e gravioleira, da variedade Morada e crioula, plantadas em linhas homogêneas e alternadas em espaçamento 8 x 8 m. O plantio foi realizado em covas, com dimensões 50 x 50 x 50 cm, adubadas com 10 L de composto orgânico. A composição deste foi de casca de eucalipto, farinha de carne e ossos e farinha de osso calcinada. O pomar é conduzido de forma orgânica.

A precipitação total e a temperatura média mensal durante a condução do experimento podem ser observadas na Figura 1, conforme dados fornecidos pela PESAGRO- Campos dos Goytacazes- RJ.

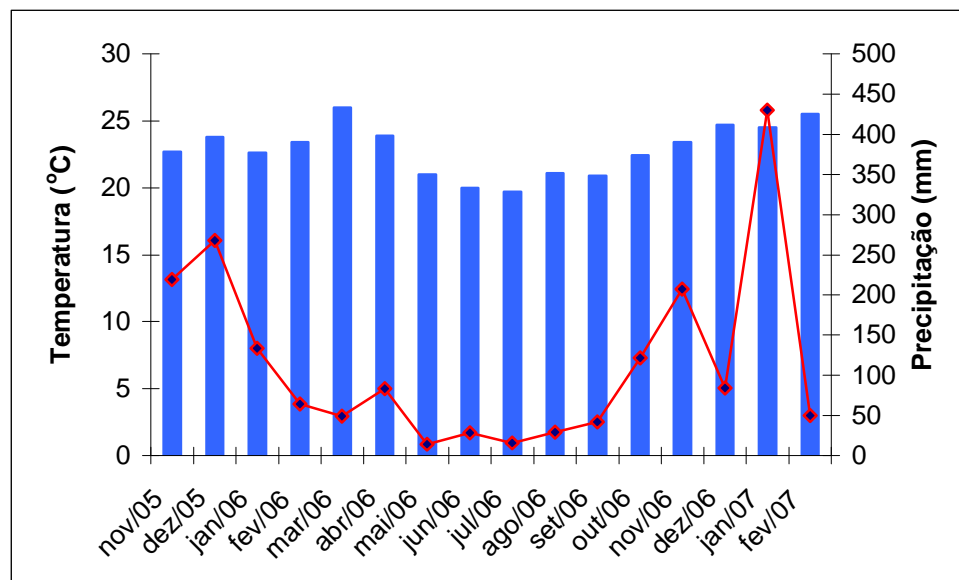


Figura 1. Temperatura média em °C (coluna) e precipitação em mm (linha) durante a condução do experimento.

3.2-Condução do experimento

Em novembro de 2005, dois anos após o pomar comercial ter sido estabelecido, foram demarcadas duas áreas, que constituíram dois diferentes sistemas de cultivo das fruteiras (Tabela 1).

Tabela 1. Sistemas de cultivos implantados no pomar misto de mangueira e gravioleira

Área	Descrição
1	mangueira e gravioleira + feijão-guandu
2	Mangueira e gravioleira (testemunha)

Cada sistema foi monitorado em uma área de 4608 m², sendo adotados os seguintes modelos: 1) feijão guandu nas entrelinhas das fruteiras (Figura 2); 2) testemunha, em cujas entrelinhas foi mantida a vegetação de ocorrência natural, com roçadas periódicas (Figura 3).

Cada área experimental foi separada em 9 subáreas (cada subárea com 8 fruteiras, e com 512 m²), sendo selecionadas 6 subáreas, de forma aleatória, para as amostragens.

O feijão guandu foi semeado no dia 28 novembro de 2005 nas entrelinhas das fruteiras, sendo mantida uma distância de 1,5 m das mesmas. A semeadura foi realizada em covas, com o auxílio de matraca, quando foram colocadas 4 sementes por cova, com espaçamento de 0,5 m nas entrelinhas e 0,2 m entre as covas (Figura 2). E o corte do feijão guandu foi realizado no dia 20 de fevereiro de 2006, 81 dias após a semeadura.



Figura 3. Croqui da área testemunha, pomar misto de manga e goiabeira, com entrelinhas mantidas sob roçadas periódicas, com as subáreas amostradas.

“G”: goiabeira; “M”: manga.

Foi realizada análise de solo, em outubro de 2005, nas áreas avaliadas, conforme descrito na Tabela 2.

TABELA 2. Análise de solo realizada no mês de outubro de 2005 nas entrelinhas das fruteiras nas áreas 1 (mangueira e gravioleira + feijão-guandu) e na 2 (mangueira e gravioleira - testemunha) em três profundidades.

Profundidade	0 a 5 cm		5 a 10		10 a 20	
	1	2	1	2	1	2
Área						
pH	5,7	5,9	5,5	5,6	5,4	5,5
P ¹ (mg dm ⁻³)	28,5	15,14	18,3	15,45	21,3	14,9
K ² (mg dm ⁻³)	31,5	25,2	19,7	20,0	27,5	21,1
Mg ³ (cmol _c dm ⁻³)	1,2	1,18	1,1	1,1	1,1	1,1
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,08	0,06	0,07	0,07	0,09	0,07
H (cmol _c dm ⁻³)	1,8	0,8	1,9	1,5	1,8	1,7
H+Al ⁴ (cmol _c dm ⁻³)	1,9	0,87	2,0	1,5	1,9	1,7
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05
Ca ³ (cmol _c dm ⁻³)	2,5	2,1	2,3	2,3	2,4	2,0
N ⁵ (mg dm ⁻³)	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0
C ⁶ (mg dm ⁻³)	12,0	12,0	11,0	12,0	11,0	11,0
M.O. (mg dm ⁻³)	20,0	9,0	18,0	13,0	19,0	20,0
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,8	2,5	3,5	2,3	3,6	2,2
T (cmol _c dm ⁻³)	5,6	3,2	5,4	3,3	5,5	3,6
t (cmol _c dm ⁻³)	3,8	2,5	3,6	2,4	3,7	2,2
V (%)	66,9	70,9	63,9	68,5	65,6	60,0
m (%)	2,1	1,6	2,1	1,8	2,4	1,5

¹ Extrator Mehlich determinado por colorimetria. ² Extrator Mehlich determinado por fotometria de chama. ³ Extrator KCl 1 mol L⁻¹ determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

⁴ Extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0. ⁵ Método Kjeldahl. ⁶ Extrator K₂Cr₂O₇ 1,25 mol_c L⁻¹ em meio ácido

As duas áreas foram comparadas quanto ao crescimento das fruteiras, teores nutricionais foliares e à atividade enzimática dos microrganismos do solo.

3.3 – Avaliação do desenvolvimento e nutrição das fruteiras

As fruteiras foram avaliadas quanto ao incremento em altura e diâmetro à altura do colo nas áreas com adubação com feijão guandu e na da testemunha, nos períodos de dezembro de 2004, setembro de 2005, janeiro de 2006, junho de 2006, fevereiro de 2007 e agosto de 2007, quando foram avaliadas todas as gravioleiras e mangueiras nas subáreas selecionadas.

Para se chegar ao incremento de altura e diâmetro à altura de colo ocorrido em decorrência da adubação nas fruteiras, foi utilizada a diferença entre os períodos de setembro de 2005 e fevereiro de 2007.

Estes dados da área com feijão guandu foram comparados com os da testemunha por meio de intervalos de confiança.

A avaliação do estado nutricional das fruteiras foi realizada em agosto de 2007, 1 ano e 9 meses após o plantio do feijão guandu e 3 anos e 9 meses após o plantio das fruteiras. Para a análise foliar, foram retiradas 4 amostras simples por subárea para formar uma amostra composta para cada fruteira, mangueira e gravioleira. Para formar as amostras simples da gravioleira, foram retiradas quatro folhas adultas, coletadas com pecíolo, da porção mediana da copa e do ramo, um para cada quadrante da planta (Pinto et al., 2001). Para formar as amostras simples da mangueira, foram coletadas quatro folhas adultas por planta, em todos os quadrantes, a uma altura mediana da copa (Magalhães e Borges et al., 2000).

Foram avaliadas duas amostras compostas por subárea, uma de gravioleira e uma de mangueira, totalizando 12 amostras compostas para a área com adubação com feijão guandu e 12 amostras compostas para a área testemunha. As amostras foram colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 horas. Posteriormente, a matéria seca foi moída e passou por digestão nitroperclórica, para determinação dos teores de Ca, Mg, S, Mn, Fe e Zn (espectrofotometria de absorção atômica), e digestão sulfúrica, para determinação dos teores de P (colorimetria), N (Nessler) e K (fotometria de chama), segundo Malavolta et al. (1997) e Jones Jr. et al. (1991).

3.4-Avaliação nutricional, cinética de decomposição e quantificação da biomassa do feijão guandu

O feijão guandu foi submetido ao corte no início do período da floração, cortado a uma altura de 5 a 10 cm, quando foi coletada e quantificada a biomassa produzida em uma área de 1 m². Para a representatividade da área, foram consideradas 3 áreas de 1 m² por subárea.

A taxa de decomposição foi estimada por meio da técnica dos sacos de decomposição (*litterbags*), nas dimensões de 35 x 28 cm, confeccionados com tela (polietileno), com malha de 1 mm. Estes sacos receberam 50 g de massa fresca da parte aérea do feijão guandu recém-cortado e, posteriormente, os sacos foram fechados nas laterais com o auxílio de um grampeador (Figura 4).



Figura 4. *Litterbag* com resíduo vegetal

Os sacos foram colocados sobre o solo e misturados ao material proveniente do corte (Figura 5), sendo colocados 9 sacos de decomposição em cada subárea, um para cada época da análise, e mantidos ao longo de 150 dias, para quantificação e análises nutricionais. As coletas do material cortado em decomposição foram realizadas: no momento do corte, aos 3, 6, 10, 15, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o corte. Em cada época, foram coletados seis sacos de decomposição para cada área, correspondendo a uma amostra por subárea. Após cada coleta, o material foi limpo, para retirada do excesso de solo, e levado para estufa de circulação forçada de ar seco, à temperatura de 65^o C, por 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado, para estimar a massa seca, e triturado em moinho Wiley, com peneira de 20 mesh. Em seguida, foi submetido à digestão sulfúrica para a determinação dos teores de N (Nessler), P (colorimetria), K (fotometria de chama), e à digestão nitro-perclórica para a determinação dos teores de Ca, Mg e S (espectrofotometria de absorção atômica), segundo Malavolta et al. (1997) e Jones Jr. et al. (1991). Foram determinados também os teores de C, lignina, celulose (Van Soest, 1968)

Os dados referentes à perda de massa e à liberação de nutrientes foram ajustados ao modelo de decaimento, descrito por uma equação exponencial simples: $X = X_0 \cdot e^{-kt}$, onde: X = quantidade de matéria seca ou nutriente remanescente após um período de tempo t, em dias; X₀ = quantidade de matéria seca ou nutriente inicial e k = constante de decomposição. A constante de decomposição foi obtida pela equação: $k = -\ln(X/X_0)/t$ (Rezende et al., 1999).

As curvas de decaimento da serapilheira e de liberação de nutrientes, com suas respectivas equações matemáticas, foram obtidas mediante regressões, utilizando-se o programa Sigma Plot.

O período de meia vida dos resíduos vegetais e dos nutrientes contidos nos resíduos foi calculado pela equação: $t_{1/2} = \ln(2)/k$, onde $t_{1/2}$ é o tempo de meia vida da matéria seca ou nutriente (Rezende et al., 1999).



Figura 5. Litterbag misturado ao material proveniente do corte

3.5 Determinação da atividade microbiana

Foi comparada a atividade microbiana do solo, ao longo da decomposição da biomassa produzida pelo feijão guandu, nas áreas com e sem o plantio da leguminosa.

Para determinação da atividade microbiana, foram tomadas amostras compostas de solo (variando de 500 a 1000 g) por subárea, totalizando seis amostras compostas por área. Cada amostra foi composta por quatro amostras simples, coletadas a 5 cm de profundidade, a 50 cm do tronco das fruteiras, sob o material proveniente do corte do feijão guandu. As plantas, para a coleta das amostras de solo, foram escolhidas aleatoriamente (sendo 2 de mangueira e 2 de gravioleira) dentro de cada subárea. As coletas das amostras de solo foram feitas no momento do corte das leguminosas, 10, 20, 42, 80 e 101 dias após corte do feijão guandu. Estas amostras foram conservadas em câmara fria.

A atividade microbiana foi determinada pelo método de hidrólise do diacetato de fluoresceína, descrito por Chen et al. (1988). Este método se baseia

em estimar a fluoresceína produzida no solo tratado com solução de diacetato de fluoresceína e incubado a 24°C. O solo recém-coletado foi passado em uma peneira com malha de 2 mm. Desse solo peneirado, foram pesados 5 g da amostra úmida do solo (peso A) que, posteriormente, foram secas em estufa a 60°C por, aproximadamente, 12 horas, chegando assim ao peso seco do solo (peso B), onde foi colocado o equivalente a 5 g de peso seco do solo em erlenmeyer de 125 mL, em 4 repetições.

Foram acrescentados 20 mL de solução tampão (fosfato de sódio 60 mM, pH 7,6) e, depois, 200 µL (0,2 mL) da solução de diacetato a 2 mg mL⁻¹. Os frascos foram fechados com folha de alumínio. A mistura foi incubada em agitador a 150 rpm, 24°C, por 20 minutos. Após este período de incubação, a reação foi interrompida e foram adicionados 20 mL de acetona.

As amostras foram deixadas em repouso por duas horas para ocorrer a deposição do solo no fundo do erlenmeyer. Depois, foi coletado o sobrenadante, que foi centrifugado por 10 minutos. Foi realizada a leitura do sobrenadante em espectrofotômetro com comprimento de onda de 490 nm, para a determinação da absorbância.

A curva foi feita colocando-se 5 g de solo em cada erlenmeyer, com duas repetições para cada ponto da curva, sendo os pontos da curva as concentrações 0, 100, 200, 300 e 400 µg de diacetato de fluoresceína, correspondendo, respectivamente, a 0, 50, 100, 150 e 200 µL de solução de diacetato de fluoresceína.

Foram colocados 5 mL de solução tampão em tubos rosqueados e adicionados 0, 50, 100, 150 e 200 µL de solução de diacetato em cada tubo com duas repetições. Os tubos foram tampados, fervidos a 100°C, por 5 minutos em banho-maria e resfriados em um banho com gelo. Depois, foram colocados em cada erlenmeyer, as respectivas concentrações preparadas nos tubos rosqueados e adicionados 15 mL de solução tampão. Os erlenmeyers foram agitados por 20 minutos e, após este período, a reação foi interrompida, sendo adicionados 20 mL de acetona.

A amostra foi deixada em repouso por duas horas para a deposição do solo no fundo do erlenmeyer. Depois de coletado o sobrenadante, este foi centrifugado por 10 minutos.

Foi feita a leitura do sobrenadante em espectrofotômetro com comprimento de onda de 490 nm, para a determinação da concentração de fluoresceína, estimando-se assim a atividade microbiana no solo, determinada diretamente na curva ou pela equação da curva-padrão.

Os dados da atividade microbiana da área experimental de cada leguminosa foram comparados com os da testemunha por meio de intervalos de confiança.

4. Resultados e Discussão

4.1. O efeito da adubação verde com feijão guandu sobre o crescimento das fruteiras

Houve diferença no incremento do diâmetro, na altura do colo, nas mangueiras, adubadas com feijão guandu, com relação à da testemunha, no período de 22 a 39 meses após o plantio das fruteiras, (Tabela 3). As fruteiras, na área em que foi realizada a adubação com feijão guandu, apresentaram um acréscimo de 44% a mais nos diâmetros do que as fruteiras na área da testemunha, enquanto o incremento em altura das mangueiras não foi influenciado pela adubação com o feijão guandu (Tabela 3).

Mesmo sendo observado um aumento no diâmetro à altura do colo nas mangueiras após a introdução do guandu, estes valores não foram significativamente superior aos das mangueiras cultivadas na área da testemunha (Figura 6). Em relação à altura, não foram observadas diferenças significativas entre a área testemunha e aquela adubada com feijão guandu (Figura 7).

Tabela 3. Incremento médio nas mangueiras em diâmetro à altura do colo, e em altura, nas áreas com e sem adubação com feijão guandu, no período de 5 meses antes a 12 meses após a sua deposição no solo.

	Guandu ¹	Testemunha
Diâmetro (cm)	2,34 ± 0,43*	1,62 ± 0,25
Altura (m)	0,43 ± 0,04 ^{ns}	0,46 ± 0,06

¹ média ± o intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

* significativo t- 95%

^{ns} não significativo t- 95%.

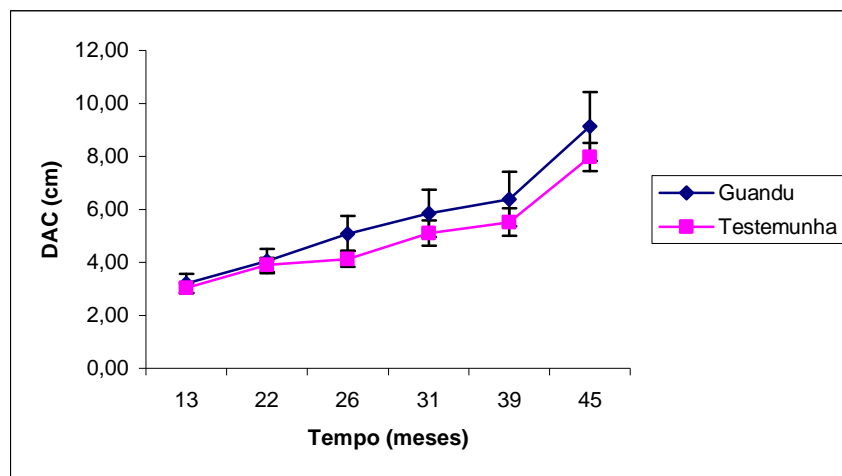


Figura 6. Crescimento em diâmetro à altura do colo das mangueiras a partir dos 13 meses de idade, em áreas com e sem adubação com feijão guandu. A semeadura do guandu foi realizada em novembro de 2005, 24 meses após o plantio das fruteiras, e seu corte e deposição sob as fruteiras, 3 meses após a semeadura. Barras verticais representam o intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

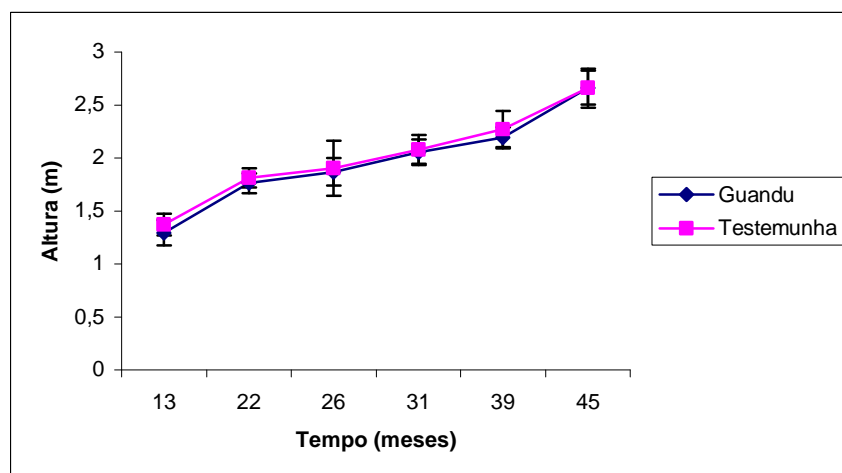


Figura 7. Crescimento em altura das mangueiras a partir dos 13 meses de idade, em áreas com e sem adubação com feijão guandu.

A semeadura do guandu foi feita em novembro de 2005, 24 meses após o plantio das fruteiras, e seu corte e deposição sob as fruteiras, 3 meses após a semeadura.

Barras verticais representam o intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

Ocorreu um maior incremento em altura e diâmetro à altura do colo das gravioleiras na área onde as fruteiras receberam adubação verde com feijão guandu, comparado com o da área testemunha, no período de 22 a 39 meses após o plantio das gravioleiras (Tabela 4). Tal fato indica que a gravioleira é uma fruteira sensível aos benefícios proporcionados pela adubação verde.

Tais benefícios, segundo Carvalho e Amabile (2006), podem ser: proteção do solo contra erosões hídricas e eólicas, aumento da infiltração de água, redução da perda de nutrientes por volatilização e lixiviação, diminuição das variações térmicas nas camadas superficiais do solo, controle de plantas daninhas, reciclagem de nutrientes e introdução de nitrogênio.

Não foi observada diferença estatística no crescimento das gravioleiras ao longo do tempo em ambos os tratamentos, tanto para o crescimento em altura como em diâmetro à altura do colo. (Figuras 8 e 9).

Tabela 4. Incremento médio nas gravioleiras em diâmetro à altura do colo, e em altura, nas áreas com e sem adubação com feijão guandu, no período de 5 meses antes a 12 meses após a sua deposição no solo.

	Guandu ¹	Testemunha
Diâmetro (cm)	3,14 ± 0,33*	1,87 ± 0,35
Altura (m)	0,68 ± 0,13*	0,40 ± 0,12

¹ média ± o intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

* significativo t- 95%

^{ns} não significativo t- 95%.

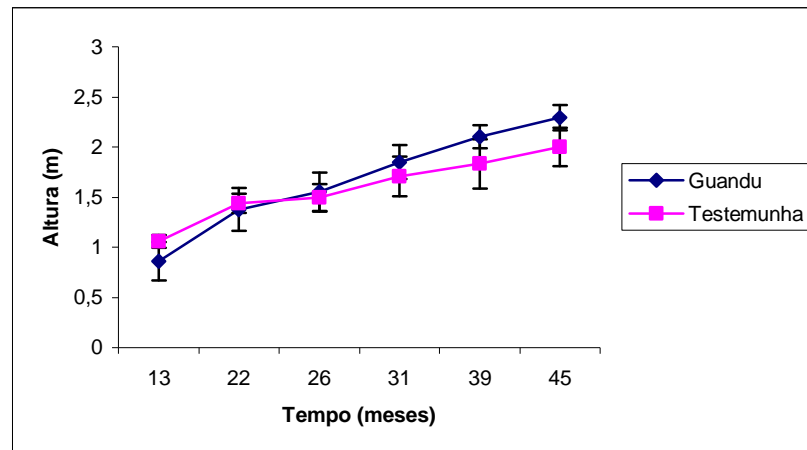


Figura 8. O crescimento em altura das gravioleiras a partir dos 13 meses de idade, em áreas com e sem adubação com o feijão guandu.

A semeadura do guandu feita em novembro de 2005, 24 meses após o plantio das fruteiras, e seu corte e deposição sob as fruteiras, 81 dias após a semeadura.

Barras verticais representam o intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

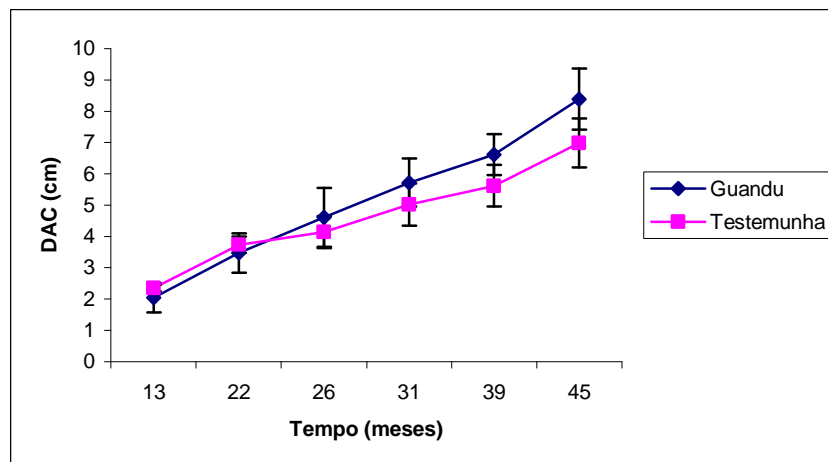


Figura 9. O crescimento em diâmetro à altura do colo das gravioleiras a partir dos 13 meses de idade, em áreas com e sem adubação com feijão guandu.

A semeadura do guandu feita em novembro de 2005, 24 meses após o plantio das fruteiras, e seu corte e deposição sob as fruteiras, 81 dias após a semeadura.

Barras verticais representam o intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

De acordo com o observado por Espindola et al. (2006a), em um trabalho realizado na área experimental da Embrapa Agrobiologia, no Município de Seropédica, RJ, as bananeiras também se mostraram sensíveis aos benefícios da adubação verde, apresentando maior produção de folhas, maior precocidade e maior produção de frutos, quando comparadas com os das fruteiras da área testemunha.

Rufato et al. (2006) também observaram, em um pomar de pessegueiro, onde foram plantadas diferentes espécies de adubo verde, em junho de 2000 e 2001, que as fruteiras adubadas com leguminosas, como adubo verde,

apresentaram maior número de gemas floríferas por comprimento de ramo no ano de 2001, assim como maior produção nos anos de 2001 e 2002 do que os das fruteiras na área testemunha.

Em um experimento com laranja pêra, Bremer Neto (2006), mesmo não observando diferença estatística na densidade do sistema radicular entre as fruteiras adubadas com estilosantes e *Brachiaria ruziziensis*, detectou maior produção nas fruteiras na área adubada com estilosantes quando comparada à da área adubada com e *Brachiaria ruziziensis*, de 113,33 e 98,93 kg planta⁻¹, respectivamente.

Assim sendo, a utilização de adubo verde proporciona, na maioria das vezes, melhoria na qualidade das fruteiras, podendo ser em crescimento vegetativo ou em produção.

Na comparação entre os teores nutricionais nas folhas das mangueiras da área da testemunha e os da área com adubação verde com feijão guandu, só foi observada diferença nos teores de K e Mn: os teores encontrados nas folhas das mangueiras na área testemunha foram maiores que os observados na área onde foi realizada a adubação (Tabela 5).

Tabela 5. Teores de macro e micronutrientes nas folhas de mangueira em um pomar em produção, com e sem adubação com feijão guandu, realizada em agosto de 2007.

Nutriente	Guandu ¹	Testemunha ¹
N (g kg ⁻¹)	9,55 ± 0,91 ^{ns}	9,62 ± 0,23
P (g kg ⁻¹)	1,02 ± 0,11 ^{ns}	1,09 ± 0,11
K (g kg ⁻¹)	7,45 ± 1,05 *	9,93 ± 0,69
Ca (g kg ⁻¹)	20,89 ± 3,98 ^{ns}	24,08 ± 1,59
Mg (g kg ⁻¹)	3,43 ± 0,26 ^{ns}	3,23 ± 0,36
S (g kg ⁻¹)	1,82 ± 0,07 ^{ns}	1,79 ± 0,09
Mn (mg kg ⁻¹)	74,83 ± 8,71 *	102,18 ± 16,41
Fe (mg kg ⁻¹)	132,73 ± 17,36 ^{ns}	136,63 ± 11,29
Zn (mg kg ⁻¹)	13,09 ± 1,25 ^{ns}	13,89 ± 1,38

¹média ± o intervalo de confiança a 95% de probabilidade

* significativo entre os tratamentos t - 95%.

^{ns} não significativo entre os tratamentos t - 95%.

Para a mangueira, de acordo com os teores adequados propostos por Malavolta et. al. (1997), aqueles que se encontram na faixa adequada tanto sob cultivo com adubo verde quanto para a testemunha são: K, S e Fe. Os demais

elementos encontram-se abaixo dos teores adequados para esta cultura (Tabela 5).

As faixas de teores considerados adequados para a cultura da mangueira em ramos sem frutos, de acordo com Malavolta et. al., (1997) são: 12 a 13 g kg⁻¹ de N; 1,2 a 1,4 g kg⁻¹ de P; 4 a 6 g kg⁻¹ de K; 30 a 33 g kg⁻¹ de Ca; 5 a 6 g kg⁻¹ de Mg; e 1,6 a 1,8 g kg⁻¹ de S, para os macronutrientes; e para os micronutrientes, são: 120 mg kg⁻¹ de Mn; 70 mg kg⁻¹ de Fe; e 43 mg kg⁻¹ de Zn.

Na comparação realizada entre os teores nutricionais encontrados nas folhas de gravioleira na área onde foi realizada adubação verde com feijão guandu sob as fruteiras e da área testemunha, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos em nenhum dos nutrientes avaliados (Tabela 6).

Tabela 6. Teores de macro e micronutrientes nas folhas de gravioleira em um pomar produção, com e sem adubação com feijão guandu, no período de agosto de 2007.

	Guandu ¹	Testemunha ¹
N (g kg ⁻¹)	13,15 ± 0,90 ^{ns}	13,40 ± 1,36
P (g kg ⁻¹)	1,43 ± 0,06 ^{ns}	1,49 ± 0,15
K (g kg ⁻¹)	7,26 ± 1,24 ^{ns}	7,74 ± 0,92
Ca (g kg ⁻¹)	20,45 ± 1,10 ^{ns}	23,00 ± 2,30
Mg (g kg ⁻¹)	3,67 ± 0,37 ^{ns}	3,39 ± 0,32
S (g kg ⁻¹)	1,67 ± 0,17 ^{ns}	1,73 ± 0,10
Mn (mg kg ⁻¹)	19,63 ± 1,70 ^{ns}	19,54 ± 2,93
Fe (mg kg ⁻¹)	146,70 ± 13,24 ^{ns}	160,21 ± 32,81
Zn (mg kg ⁻¹)	11,25 ± 0,57 ^{ns}	10,25 ± 0,72

¹média ± o intervalo de confiança a 95% de probabilidade

^{ns} não significativo entre os tratamentos t - 95%.

Para a gravioleira, de acordo como os teores de macronutrientes considerados adequados por Viegas e Frazão (2004), aqueles que se encontram na faixa adequada, tanto sob cultivo com adubo verde quanto para a testemunha, são: P, Ca e Mg. O N se encontra dentro da faixa considerada adequada nas plantas da área da testemunha; o K e o S encontram-se abaixo dos teores adequados para esta cultura (Tabela 6).

As faixas de teores dos macronutrientes considerados adequados para a cultura da gravioleira em ramos sem frutos, de acordo com Viegas e Frazão (2004), são: ≥ 14,30 g kg⁻¹ de N; 0,8 a 1,0 g kg⁻¹ de P; 11,90 a 13,10 g kg⁻¹ de K; 12,85 a 15,71 g kg⁻¹ de Ca; 3,23 a 3,96 g kg⁻¹ de Mg; e 3,88 a 5,96 g kg⁻¹ de S.

Os teores de manganês, ferro e zinco nas folhas das gravioleiras (Tabela 6), encontram-se abaixo dos valores indicados por Gazel filho et al. (1997), que foram de 22,67, 187,63 e 12,15 mg kg⁻¹, respectivamente.

De acordo com Lima et al. (2007), ocorre uma grande variação nos teores nutricionais nas folhas de gravioleira, conforme o local da planta onde é realizada a coleta das folhas. Em folhas localizadas na parte mediana dos ramos do terço inferior, foram encontrados 10,55 g kg⁻¹ de Ca; enquanto, em folhas da parte mediana de ramos do terço superior das plantas, o teor foi reduzido para 6,92 g kg⁻¹, sendo a amostra no terço inferior 52% superior à mostra coletada no terço superior. Para nutrientes mais móveis como o K, por exemplo, a quantidade encontrada no terço superior foi 8% superior ao encontrado no terço inferior, sendo ambas coletadas na posição mediana no ramo.

Ressalta-se que a metodologia adotada no presente experimento para a coleta de amostras foliares foi semelhante àquelas usadas por Viegas e Frazão (2004) e Gazel filho et al. (1997).

Bremer Neto (2006) observou, na análise foliar de laranja pêra com 806 dias, que o adubo verde com estilosantes resultou em maior teor de N quando comparado ao do cultivo com *Brachiaria ruziziensis*. Esta resposta deve-se à maior ciclagem de nutrientes presentes no solo, aliada à possibilidade de fixação biológica do N pela leguminosa.

4.2 Produção e avaliação nutricional do feijão guandu

A produção de matéria verde do feijão guandu foi de 1,289 t ha⁻¹ (Tabela 7), produção esta bem inferior às obtidas por Matheis (2004) e Silva et al. (2002), de 22,80 e 28,97 t ha⁻¹, respectivamente; e próxima às obtidas por Heinrichs et al (2005), de 1,607 e 2,955 t ha⁻¹, respectivamente para as semeaduras realizadas nos meses de novembro de 1995 e 1996. A produção de matéria seca do feijão guandu foi de 0,570 t.ha⁻¹, inferior à encontrada por Alcântara et al. (2000), 13,2 t ha⁻¹; Silva et al. (2002), Borkert et al. (2003), e Kliemann et al. (2006), 6,84, 5,285 e 5,606 t ha⁻¹, respectivamente; e próxima às obtidas por Heinrichs et al. (2005), de 0,537 e 1,015 t ha⁻¹, respectivamente, para as semeaduras realizadas nos meses de novembro de 1995 e 1996. Isto comprova o fato de que o feijão guandu é muito sensível ao fotoperíodo, isto é, muito influenciado pela época de semeadura.

Esta diferença de produção pode ter ocorrido devido à falta de irrigação, época do corte da leguminosa e/ou ao período da semeadura, tendo em vista que a semeadura foi realizada no dia 28 de novembro. Tal data está próxima às épocas de semeaduras realizadas por Heinrichs et al. (2005), entretanto, o espaço de tempo, de 126 e 128 dias entre a semeadura e o corte, nas respectivas datas, foi diferente dos 81 dias observados neste experimento.

Alcântara et al. (2000) e Borkert et al. (2003) realizaram o corte do guandu na fase final de florescimento e início da formação das vagens, enquanto, que neste experimento, foi realizado no início do florescimento.

Kliemann et al. (2006) realizaram a semeadura do guandu em dezembro de 2001, mas, ao contrário do que aconteceu neste experimento, a área foi irrigada por aspersão. Assim, provavelmente, a irrigação foi o fator determinante para a menor produção de biomassa neste experimento.

De acordo com Amabile et al. (2000), a produção de fitomassa verde e seca é afetada pela época da semeadura, pois, quando os autores realizaram a semeadura do *Cajanus cajan* no início de novembro, obtiveram produção 42,9 e 13,6% de fitomassa verde e seca, respectivamente, superiores aos do início de janeiro; 225 e 119,96% de fitomassa verde e seca, respectivamente, superiores aos da produção obtida com a semeadura realizada no início de março. Esta variação também foi observada por Heinrichs et al. (2005), em um experimento realizado em Piracicaba durante os anos de 1995/96 e 1996/97, quando a produção de biomassa verde e seca do feijão guandu, com a semeadura realizada no dia 8/11/1995, foi de 352,7 e 176% superiores, respectivamente, às obtidas no plantio com semeadura realizada no dia 8/12/1995. Também no ano seguinte, os autores obtiveram maior produção de biomassa verde (202,4%) e seca (146%) no material semeado em 15/11/1996 com relação à produção obtida no plantio com semeadura em 15/12/1996.

Teixeira et al. (2005) observaram que a semeadura de feijão guandu, em março de 2003, resultou na produção de 2,500 e 0,676 t ha⁻¹ de biomassa verde e seca, respectivamente, índices próximos aos encontrados neste experimento. Os autores concluíram que a semeadura do feijão guandu nessa época, para a região de Lavras, é inadequada.

Torres et al. (2005), em um trabalho realizado na área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (CEFET) no Município de

Uberaba MG, realizando a semeadura de feijão guandu em agosto de 2000, e o corte 110 dias após a semeadura, obtiveram $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca, um pouco superior à obtida neste experimento, cujo corte foi realizado 81 dias após a semeadura (Tabela 7).

Tabela 7. Produção de matéria fresca, seca e conteúdo de nutrientes na cultura de *Cajanus cajan*, por ocasião do corte (81 dias após a semeadura).

Matéria verde (t ha^{-1})	$1,289 \pm 0,0919^*$
Matéria seca (t ha^{-1})	$0,570 \pm 0,0423^*$
N (kg ha^{-1})	$14,63 \pm 1,70^*$
P (kg ha^{-1})	$1,35 \pm 0,17^*$
Ca (kg ha^{-1})	$4,85 \pm 0,54^*$
Mg (kg ha^{-1})	$1,90 \pm 0,54^*$
S (kg ha^{-1})	$0,66 \pm 0,07^*$
K (kg ha^{-1})	$1,91 \pm 0,71^*$
C (kg ha^{-1})	$265,00 \pm 2,53^*$
C/N	18,1
Lignina (%)	$10,8 \pm 1,18^*$
Celulose (%)	$20,29 \pm 4,14^*$

* média \pm o intervalo de confiança a 95% de probabilidade

O baixo percentual de lignina e a relação C/N observada devem-se, provavelmente, ao corte, realizado aos 81 dias após semeadura, quando o feijão guandu estava em início de florescimento e, conforme o observado no momento do corte neste experimento, os tecidos encontravam-se tenros. De acordo com Alvarenga et al. (1995), o ciclo até o florescimento do feijão guandu é de 181 dias e a relação C/N observada na época do florescimento é de 29,4, o que apresenta maior lignificação que no presente trabalho.

Os conteúdos de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e potássio encontrados na matéria seca foram inferiores aos encontrados por Silva et al. (2002) e Alcântara et al. (2000), sendo, respectivamente, $143,64$ e $314,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; $25,9$ e $12,996 \text{ kg ha}^{-1}$ de P; $54,7$ e $70,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca; $20,52$ e $27,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg; $9,576$ e 22 kg ha^{-1} de S; e $109,44$ e $98,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de K (Tabela 7).

Os conteúdos encontrados neste experimento foram proporcionados pela baixa produção de biomassa do feijão guandu. Isto porque, ao serem comparados aos obtidos por Heinrichs et al. (2005), os conteúdos de N, Ca e Mg obtidos foram superiores aos observados pelos autores, de $10,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; $3,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca; e $0,86 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg; similares no caso do P $1,31 \text{ kg ha}^{-1}$; e inferiores nos casos

do K e S, para os quais foram obtidos, respectivamente, 9,0 e 1,33 kg ha⁻¹. Observa-se também, na Tabela 8, que o teor de N encontra-se acima da média obtida por Silva et al. (2002), de 21 g kg⁻¹, e semelhante à média encontrada por Teixeira et al. (2005), de 25,7 g kg⁻¹.

De acordo com o observado neste experimento, o alto teor de nitrogênio encontrado na biomassa reflete o alto teor de P e Mg, encontrado na biomassa seca do feijão guandu. Nas leguminosas, a fixação simbiótica realizada com um alto consumo de energia, na forma de ATP, há requerimento de muito fósforo e de Mg, constituinte da clorofila, essencial para a fotossíntese, na qual é produzida a energia na forma de ATP (Taiz & Zeiger, 2004).

O teor de P observado encontra-se acima da média encontrada por Silva et al. (2002) e dentro da faixa adequada observada por Teixeira et al. (2005), que foram, respectivamente, de 1,9 e 2,3 g kg⁻¹ (Tabela 8). Esse alto teor encontrado na biomassa produzida pelo feijão guandu pode ser explicado pela alta disponibilidade deste nutriente no solo, sendo 28,5 e 18,3 mg dm⁻³ de P nas camadas de 0 a 5 cm e 5 a 10 cm de profundidade, respectivamente (Tabela 1). De acordo com Alvarez et al. (1999), o teor de P é considerado alto no solo quando acima de 18,0 mg dm⁻³.

O teor de Mg observado encontra-se acima da média encontrada por Teixeira et al. (2005), que foi de 0,9 g kg⁻¹, e está dentro da faixa verificada por Silva et al. (2002), que foi de 3 g kg⁻¹ (Tabela 8). Esse nutriente encontrava-se em boa disponibilidade no solo, de acordo com Alvarez et al. (1999), sendo 1,2 e 1,1 cmol_c dm⁻³ de Mg, nas camadas de 0 a 5 cm e 5 a 10 cm de profundidade, respectivamente (Tabela 1).

O teor de Ca observado encontra-se dentro da média encontrada por Silva et al. (2002) e Teixeira et al. (2005) que foram, respectivamente, de 8 e 9,3 g kg⁻¹ (Tabela 8). O solo apresentava boa disponibilidade de Ca, com valores de 2,5 cmol_c dm⁻³ de Ca na camada de 0 a 5 cm e 2,3 cmol_c dm⁻³ na camada de 5 a 10 cm de profundidade (Tabela 1). Estes valores estão dentro da faixa considerada adequada por Alvarez et al. (1999), de 2,41 a 4,00 cmol_c dm⁻³ de Ca.

Já os teores de K e S observados estão abaixo dos obtidos por Silva et al. (2002) e Teixeira et al. (2005), que foram, respectivamente, de 16 e 12,2 g kg⁻¹ de K e 1,4 g kg⁻¹ de S (Tabela 8). A Tabela 1 mostra que o solo da área apresentava

baixa quantidade de K ($31,5 \text{ mg dm}^{-3}$), segundo os valores descritos por Alvarez et al. (1999).

De acordo com Teixeira et al. (2005), pode ocorrer uma grande variabilidade dos teores nutricionais obtidos pelos trabalhos dentro das espécies, devido, em grande parte, à fertilidade do solo nos diferentes locais, tendo em vista que a reciclagem dos nutrientes pelas plantas utilizadas como adubo verde depende da fertilidade pré-existente no solo.

Tabela 8. Teores de macronutrientes na biomassa do *Cajanus cajan*, por ocasião do corte (20/02/2006), 81 dias após a semeadura.

Nutriente (g kg^{-1}) ¹					
N	P	K	Ca	Mg	S
25,67 ± 2,98	2,37 ± 0,30	8,52 ± 0,95	3,33 ± 0,94	4,38 ± 2,86	1,15 ± 0,12

¹média ± o intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

4.3 Cinética de decomposição e liberação de nutrientes

Durante a decomposição, foram necessários 84 dias para se atingir a meia vida da matéria seca inicial do feijão guandu; e, 150 dias após o corte, ainda existia 30% de sua matéria seca inicial (Figura 10).

Salmi et al. (2006) observaram que foram necessários 85 dias para se chegar à meia vida da biomassa, inicialmente produzida por vários genótipos de feijão guandu; em um sistema de aléias, em um Planossolo, no Município de Seropédica, RJ.

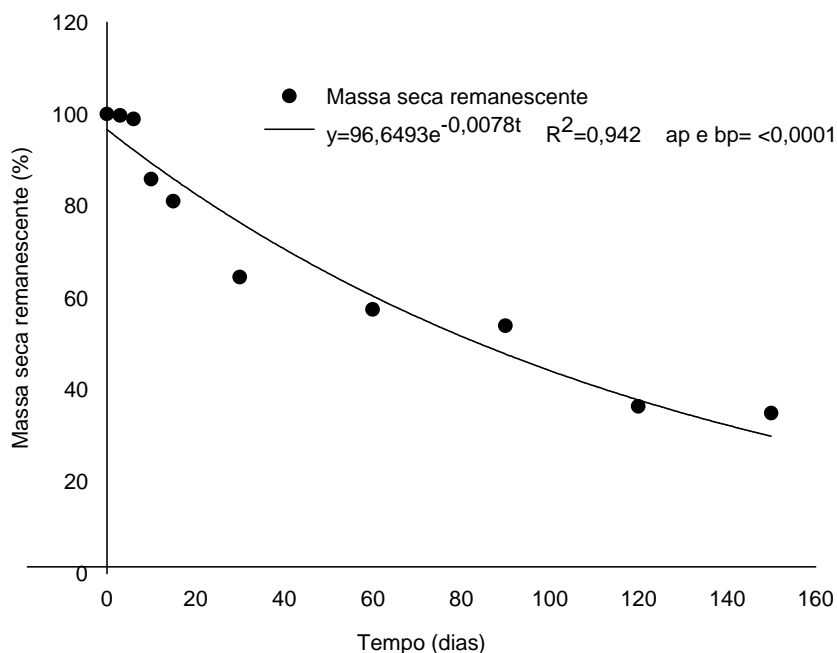


Figura 10 Velocidade de decomposição da biomassa do feijão guandu, sendo o tempo zero correspondente ao dia 20/02/2006.
(ap e bp=Probabilidade do coeficiente a e b no modelo da equação)

A velocidade da decomposição é influenciada pela relação C/N da matéria seca, que foi de 18,1; e pela lignina, que representou 10,8% da matéria seca, o que caracteriza, de acordo com Espindola et al. (1997), um material de rápida mineralização e, conseqüentemente, rápida disponibilização de nutrientes (Tabela 7).

Foram necessários 61 dias para se alcançar a meia vida da quantidade inicial de nitrogênio; 60 dias para se alcançar a meia vida da quantidade inicial do carbono; e, 150 dias após o corte, ainda restavam 20,2 e 20,99%, respectivamente, da quantidade inicialmente existente na matéria seca (Figura 11). Salmi et al. (2006) observaram que foi necessário mais de um mês para a liberação de 40% da quantidade de nitrogênio existente inicialmente na biomassa produzida por vários genótipos de feijão guandu, em um sistema de aléias, realizada em um Planossolo, na área do Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Município de Seropédica, RJ.

O fato de não existir irrigação na área experimental pode ter afetado a liberação do nitrogênio, tendo em vista que Espindola et al. (2006b), comparando a decomposição de várias espécies leguminosas na estação seca, observaram que o siratro, durante o período seco, levou 168,8% a mais de tempo para atingir

a meia vida da biomassa inicial em comparação como período chuvoso. Sendo a precipitação, durante a condução do experimento, concentrada de outubro a fevereiro, e o corte do feijão guandu foi realizado no dia 20 de fevereiro e a decomposição da biomassa produzida ocorreu em época de pouca precipitação.

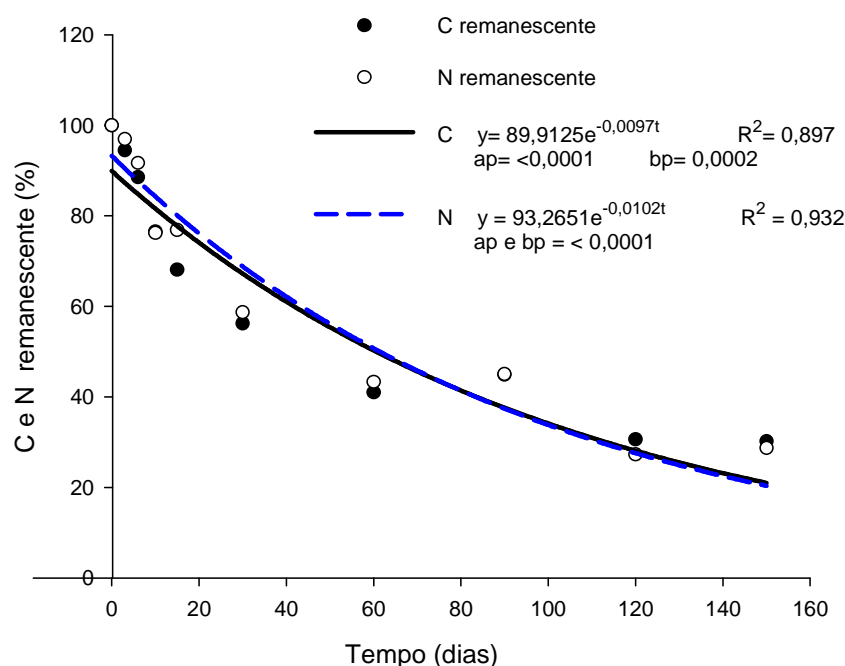


Figura 11. Nitrogênio e Carbono remanescentes na biomassa do feijão guandu, o longo do tempo de decomposição, sendo o tempo zero correspondente ao dia 20/02/2006

(ap e bp=Probabilidade do coeficiente a e b no modelo da equação)

Foram necessários 72 dias para se alcançar a meia vida da quantidade inicial de fósforo; e, 150 dias após o corte, ainda existiam 25,55% da quantidade inicial (Figura 12). Dados diferentes dos observados por Salmi et al. (2006), em um Planossolo, na área do Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Município de Seropédica RJ, quando, em apenas um mês, houve a liberação de 50% da quantidade de P existente inicialmente na biomassa, produzida por vários genótipos de feijão guandu em um sistema de aléias.

Espindola et al. (2006b), em um trabalho realizado na unidade experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica RJ, comparando a decomposição de leguminosas em estação seca e estação chuvosa, observaram que no siratro, durante o período seco, o P atingiu a meia vida com 117,9%, mais dias do que no período chuvoso. De acordo com Giacomini et al. (2003), a maior

parte do P existente no tecido vegetal encontra-se no vacúolo da célula na forma mineral, correspondendo ao P solúvel em água, sendo necessária a presença de água para ocorrer a ruptura do vacúolo da célula, o que acaba acarretando a sua liberação dos resíduos vegetais.

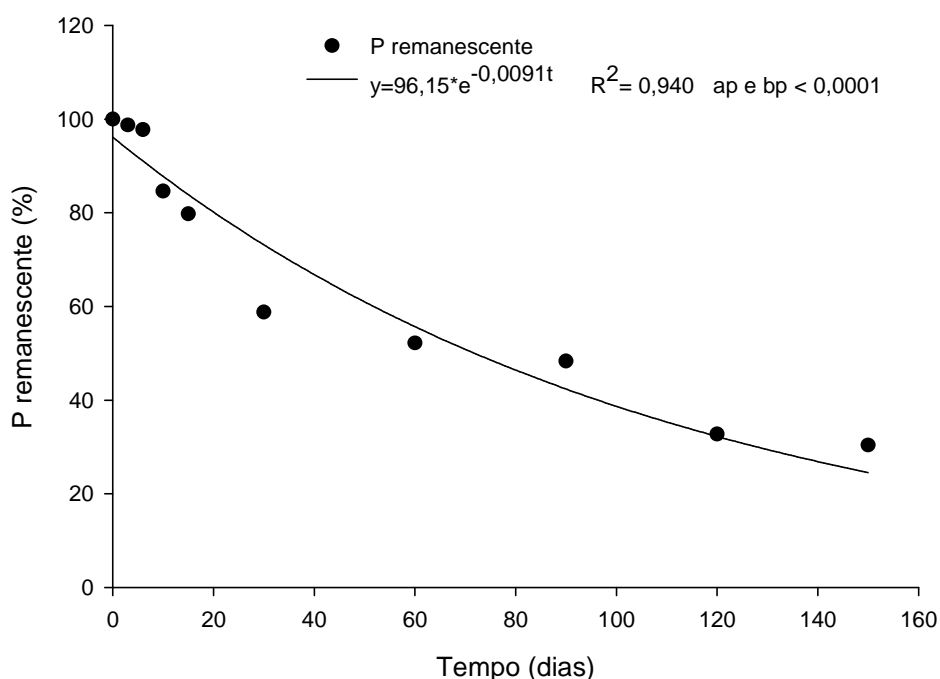


Figura 12. Fósforo remanescente na biomassa do feijão guandu, ao longo do tempo de decomposição, sendo o tempo zero correspondente ao dia 20/02/2006 (ap e bp=Probabilidade do coeficiente a e b no modelo da equação)

Foram necessários 19 dias para se chegar à meia vida do potássio existente inicialmente; e, aos 150 dias, havia apenas 0,46% do conteúdo inicial (Figura 13). A mineralização foi mais rápida do que a observada em experimento realizado por Salmi et al. (2006), no qual foi necessário um mês para a liberação de 45% da quantidade de K, inicialmente contidos na biomassa, produzida por vários genótipos de feijão guandu em um sistema de aléias, em um Planossolo, no Município de Seropédica, RJ. A rápida liberação deve-se ao fato de que este nutriente só ocorre nos vegetais, na forma iônica, não fazendo parte das estruturas orgânicas (Taiz & Zeiger, 2004 e Epstein e Bloom, 2006). Neste experimento, foram obtidos 1121,9% e 798,2% a menos de biomassa verde e seca, respectivamente, do que a obtida por Salmi et al (2006). Possivelmente, quanto mais exposto o material, em função da pouca deposição de biomassa,

mais rápida será sua decomposição, sendo o potássio o nutriente mais facilmente liberado.

O rápido fornecimento do potássio para as fruteiras é importante, tendo em vista que a exportação média deste nutriente pela gravioleira é de 3,19 kg t⁻¹ de fruto (Silva & Silva, 1997) e, na mangueira, é de 1,57 kg t⁻¹ de fruto, de acordo com Magalhães & Borges (2000). Segundo Marchal e Bertin (1980) e Silva et al. (1984), citados por Silva e Silva (1997), o potássio é o nutriente mais exportado por muitas frutas tropicais e subtropicais como, por exemplo, abacate, abacaxi, laranja, banana e graviola.

O potássio é um nutriente muito importante para as plantas, visto que é um grande ativador enzimático, participando na síntese de carboidratos, respiração e síntese de proteínas, assim como transporte de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos (Silva e Silva et al. 1997).

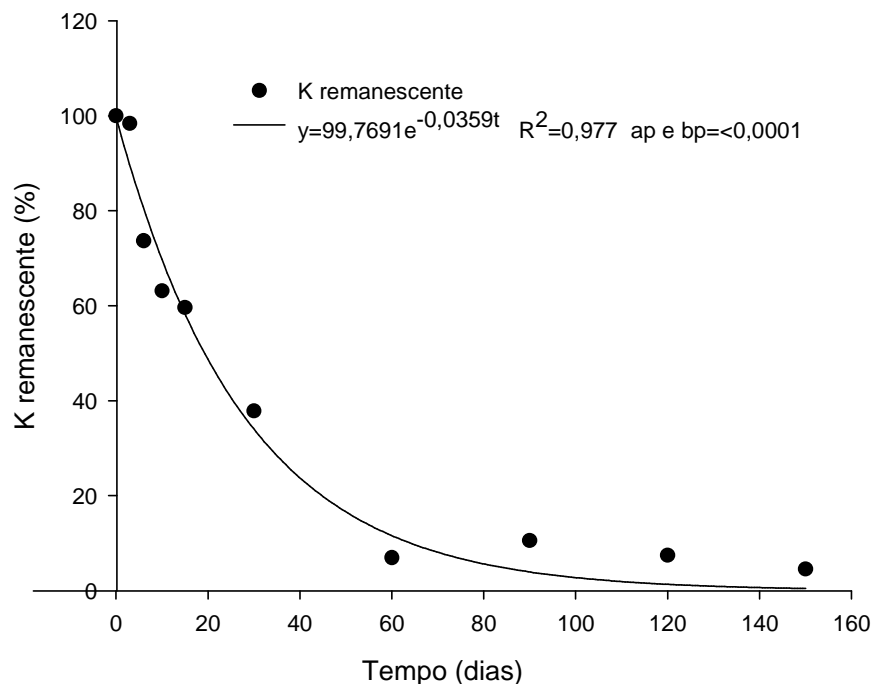


Figura 13. Potássio remanescente na biomassa do feijão guandu, ao longo do tempo de decomposição, sendo o tempo zero correspondente ao dia 20/02/2006 (ap e bp=Probabilidade do coeficiente a e b no modelo da equação)

Foram necessários 150 dias para se chegar a 50,9% do Ca existente inicialmente na biomassa produzida (Figura 14). A lenta liberação desse nutriente deve-se ao fato de ser um dos constituintes da lamela média da parede celular, essencial para a integridade da membrana plasmática das células vegetais (Taiz & Zeiger, 2004 e Epstein & Bloom, 2006), sendo um dos componentes mais

recalcitrantes dos tecidos vegetais (Espindola et al., 2006b). Aliado a isso, a falta de irrigação no período colaborou para a lenta liberação do Ca.

Espindola et al. (2006a) observaram que, para atingir a meia vida, o siratro levou 375,8 % mais tempo no período seco do que no período chuvoso.

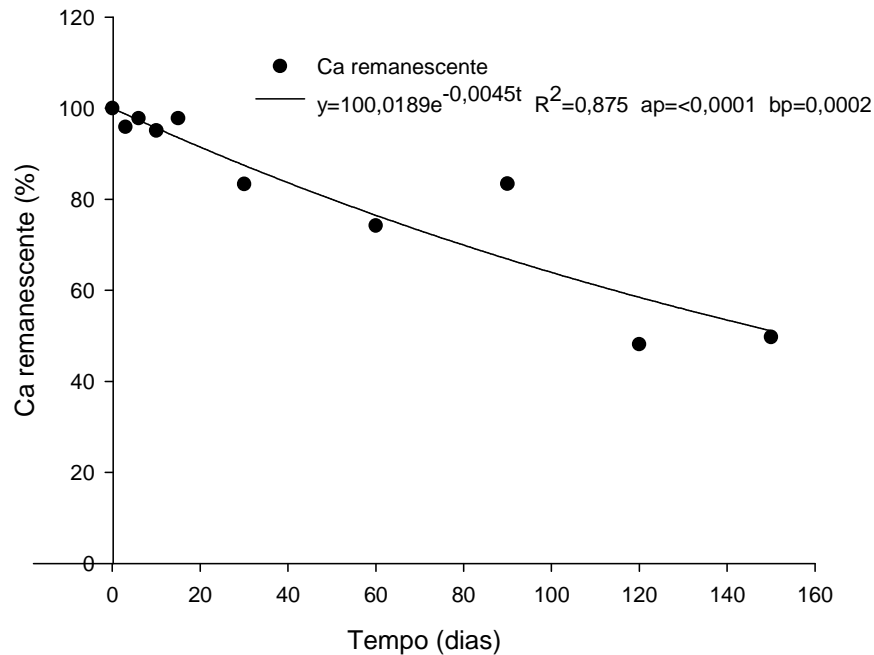


Figura 14. Cálcio remanescente existente na biomassa do feijão guandu, ao longo do tempo de decomposição, sendo o tempo zero correspondente ao dia 20/02/2006

(ap e bp=Probabilidade do coeficiente a e b no modelo da equação)

No caso do magnésio, foram necessários 68 dias para se chegar à meia vida e, após 150 dias, ainda existiam 25% do conteúdo inicial (Figura 15).

Espindola et al. (2006a), em Seropédica-RJ, observaram que no siratro, durante o período seco, o Mg levou 109,1% mais dias para chegar à meia vida da biomassa inicial do que no período chuvoso.

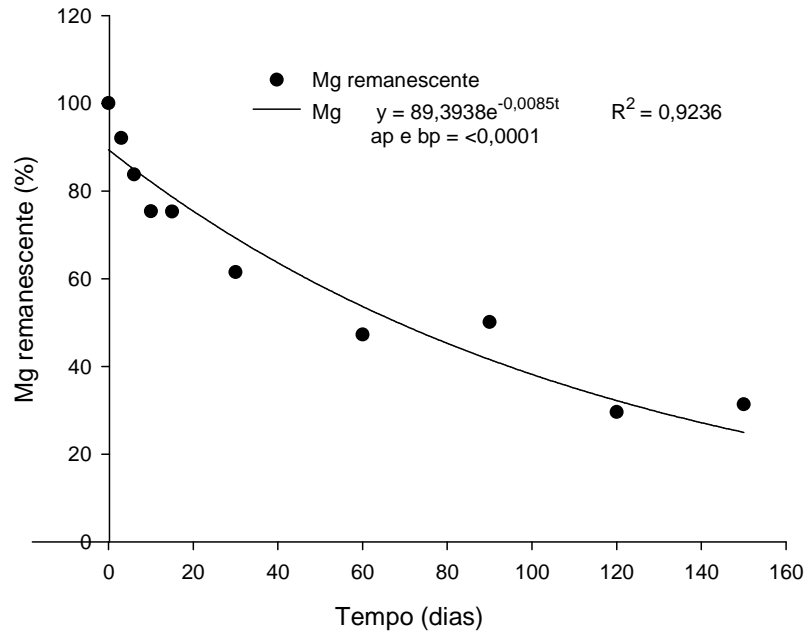


Figura 15. Magnésio remanescente na biomassa do feijão guandu, ao longo do tempo de decomposição, sendo o tempo zero correspondente ao dia 20/02/2006 (ap e bp=Probabilidade do coeficiente a e b no modelo da equação)

O enxofre levou 128 dias para chegar à meia vida e, após os 150 dias, ainda existiam 44,6% da quantidade inicialmente existente na biomassa produzida (Figura 16).

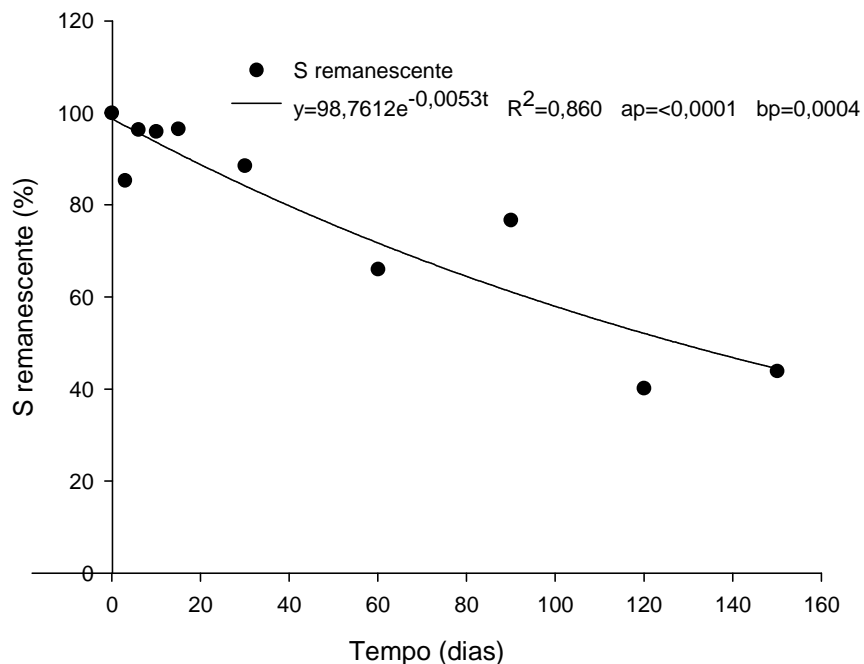


Figura 16. Enxofre remanescente na biomassa do feijão guandu, ao longo do tempo de decomposição, sendo o tempo zero correspondente ao dia 20/02/2006 (ap e bp=Probabilidade do coeficiente a e b no modelo da equação)

Devido à falta de um sistema de irrigação sob as fruteiras, a liberação de P e N foi mais lenta do que a observada por Salmi et. al. (2006). Apesar disto, a decomposição de biomassa obtida pelo autor foi similar à obtida neste experimento. Apesar de não haver umidade para propiciar uma decomposição mais rápida, a pouca biomassa produzida proporcionou, provavelmente, maior exposição às intempéries edafoclimáticas. Assim sendo, o tempo para a biomassa atingir a meia vida nos dois experimentos foi similar. A mais rápida liberação do K neste experimento pode ter sido em função da maior exposição dos resíduos.

4.4 O efeito da adubação verde na atividade microbiana do solo

Durante o período de decomposição da biomassa produzida pelo feijão guandu, só foi observada diferença na atividade enzimática aos 42 dias após o corte, quando o solo sob fruteira em plantio puro apresentou maior atividade que na área com adubação verde (Figura 17).

Os resultados observados na atividade microbiana do solo, ao longo do tempo, podem ser explicados quando se leva em conta as condições climáticas ocorridas nos dois dias que precederam cada coleta de solo. Observa-se relação direta entre a precipitação pluviométrica nestes períodos e a atividade microbiana do solo. A falta de irrigação no pomar resultou em relação ainda mais estreita entre a atividade microbiana do solo e as precipitações ao longo do tempo.

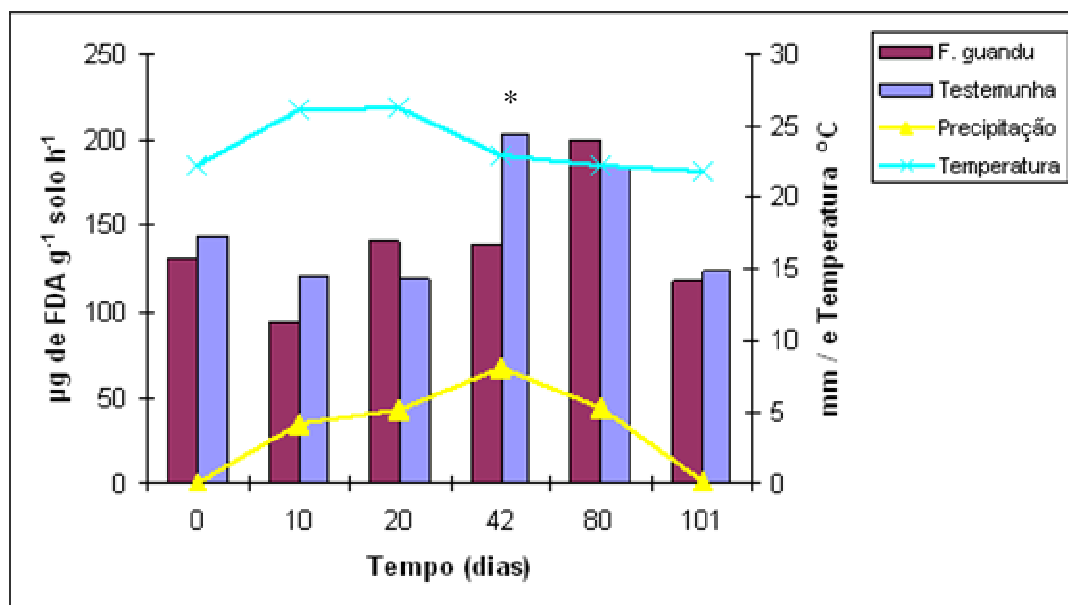


Figura 17. Atividade enzimática dos microrganismos do solo ao longo da decomposição da biomassa produzida.

Temperatura referente à média de dois dias precedentes às coletas. Precipitação total referente a dois dias que precederam cada coleta. Tempo 0 é 20/02/2006.

* significativo entre os tratamentos t - 95%.

Barroti e Nahas (2000) avaliaram as populações microbianas totais e solubilizadoras de fosfato em solos com diferentes sistemas de cultivo. A área onde foi realizada adubação verde com guandu apresentou menor número de bactérias e fungos totais do que na área testemunha, assim como no caso da contagem de bactérias e fungos solubilizadores de fosfato. O solo na área do guandu obteve menos da metade do número de bactérias solubilizadoras de fosfato do que no solo na área testemunha. Mas com a aplicação de fosfato de rocha, a área sob adubação de feijão guandu superou as outras áreas no número de fungos e biomassa-P microbiana no solo.

O mesmo fenômeno foi relatado por Nahas (2002), que observou, em solo de área adubada com feijão guandu, menor número de bactérias em relação ao da área adubada com braquiária; e de fungos produtores de fosfatase, em relação ao da área sem adubo verde. Com a aplicação de fosfato de rocha, o número total de fungos produtores de fosfatases, na área adubada com feijão guandu, superou ao da área adubada com braquiária e ao da área controle.

Matsuoka et al. (2003), ao avaliarem a atividade microbiana em um experimento realizado no município de Juriti MT, comparando três áreas, uma com videira, uma com plantio de soja e uma área do cerrado, observaram maior atividade microbiana no cerrado. Segundo os autores, isto ocorreu devido à

ausência do preparo do solo, o que acaba causando menor revolvimento do solo, resultando em maior presença de raízes e, conseqüentemente, maior entrada de substratos carbonados no sistema, via exudatos radiculares, além da maior diversidade do sistema.

No presente experimento, a única diferença na atividade enzimática dos microrganismos do solo foi observada aos 42 dias após o corte da leguminosa, sendo superior na área testemunha.

5. Resumo e Conclusões

Este trabalho teve como objetivos quantificar a biomassa produzida pelo feijão guandu (*Cajanus cajan*); avaliar sua qualidade nutricional e o seu tempo de decomposição; avaliar o seu efeito como adubo verde em um plantio misto de mangueira e gravioleira, cultivado de forma orgânica, assim como seu efeito sobre a atividade microbiana. A atividade microbiana no solo foi avaliada ao longo do tempo de decomposição do feijão guandu e também em áreas no mesmo pomar, consorciadas com gliricídia e crotalária, no verão e inverno. O experimento foi implantado em um pomar comercial já estabelecido, em 4 diferentes sistemas de cultivo: 1) crotalária nas entrelinhas das fruteiras; 2) feijão guandu nas entrelinhas das fruteiras; 3) gliricídia em aléias com as fruteiras; 4) testemunha (vegetação espontânea, com roçadas periódicas). Cada sistema foi implantado em uma área de 4608 m², e cada área experimental foi separada em 9 subáreas (cada subárea com 8 fruteiras, e com 512 m²), sendo selecionadas 6 subáreas, de forma aleatória, para as amostragens. O feijão guandu foi submetido ao corte no início do período da floração, 81 dias após a semeadura, realizada em 28/11/2005, sendo cortado a uma altura de 5 a 10 cm. Foram colocados 9 sacos de decomposição em cada subárea, uma para cada época de análise, sendo estas: no momento do corte, aos 3, 6, 10, 15, 30, 60, 120 e 150 dias após o corte. As fruteiras foram monitoradas quanto ao incremento em altura e diâmetro, à altura do colo, nas áreas com adubação com feijão guandu e na testemunha.

A adubação verde proporcionou aumento do incremento em altura e diâmetro do colo nas gravioleiras; e em diâmetro do colo nas mangueiras, no intervalo 22 a 39 meses após o plantio das fruteiras.

Não houve efeito da adubação com feijão guandu sobre o estado nutricional das fruteiras no período avaliado.

O feijão guandu apresentou baixa produção de biomassa, em função do plantio tardio.

Não houve influência da adubação verde sobre a atividade microbiana do solo.

6. Referencias Bibliográficas

- ALCANTARA, F.A. de; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B. de; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. (2000) **Adução verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-Escuro degradado.** *Pesquisa. Agropecuária. Brasileira.*, vol.35, n.2, p.277-288.
- ALVARENGA, R.C., COSTA, L.M., MOURA FILHO, W., REGAZZI, A.J. (1995) **Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solo.** *Pesquisa. Agropecuária. Brasileira.* Brasília, vol.30, n.2, p.175-185.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.de; BARROS, N.F.de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES,A.S. (1999) **Interpretação dos resultados das análises de solos.** Cap. 5. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 5ª aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG. 359p.
- AMABILE, R.F. FANCELLI, A.L. CARVALHO, A.M. (2000) **Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados.** *Pesquisa. Agropecuária. Brasileira.*, vol. 35. n. 1, p. 47-54.
- BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISOSTOMO, L.A. (2003) **Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira.** *Revista Brasileira de Fruticultura.*, vol. 25, n.3, p.519-522.
- BARROTI, G., NAHAS, E. (2000) **População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* vol. 35. n. 10, p. 2043-2050.
- BATISTA, M.M.F., VIEGAS, I.J.M., FRAZAO, D.A.C. (2003) **Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*).** *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol.25, no.2, p. 315-318.

- BAYER, C. SPAGNOLLO, E. WILDNER, L.P. EMANI, P.R. ALBUQUERQUE, J.A. (2003) **Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo**. *Ciência Rural*, volume 33, no. 3, p. 469-475.
- BORKERT, C.M. GAUDÊNCIO, C.A. PEREIRA, J.E. PEREIRA, L.R. JUNIOR, A. O. (2003) **Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, volume 38, no. 1, p. 143-153.
- BREMER NETO, H. (2006) **Dinâmica populacional de plantas daninhas, desenvolvimento, estado nutricional e produção de citros em função da associação de adubos verdes, cobertura morta e herbicidas**. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba- SP.
- BURNS, R.G. (2004) **Soil enzymes**. New York: Academic Press, 1978. 379 p. In: PEREIRA, S.V.; MARTINEZ, C.R.; PORTO, E.R.; OLIVEIRA, B.R.B.; MAIA, L.C. **Atividade microbiana em solo do semi-árido sob cultivo de *Atriplex nummularia***. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 39, no.8. p. 757-762.
- CASTRO, C.M.de.; ALVES, B.J.R.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO,R.L.D. (2004) **Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol.39, no.8, p.779-785.
- CARNEIRO, J.G.A. (1995) **Produção e controle de qualidades de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, , 451p.
- CARVALHO, A.M de.; AMABILE, R.F. (2006) **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 369p. CAVALCANTE, L.F.; CARVALHO, S.S.de.; ELY, M.de. (2001) **Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água**. *Revista Brasileira Fruticultura*, vol. 23, no.2, p 455—459.
- CEASA. Disponível em: <http://www.ceasa.rj.gov.br/ceasa/consultas/consultas.htm>
Acesso em: 20 de outubro de 2007.
- CHEN, W., HOITINK, A.J., SCHMITTENNER, A.F., TUOVINEN, O.H. (1988) **The role of microbial activity in supression of damping-off caused by *Pythium ultimum***. *Phytopalology*, v. 78, p. 314-322.
- COSTA, G.S., ESPINDOLA, J.A.A., BARROSO, D.G., THOMÉ, M.P., SOUZA, C.L.M de., PAULINO, G.M., RIBEIRO, G., BARRETO, A.J.R., JORGE, M.E da. S.,(2004) **Manejo do solo para produção orgânica de gravioleira e mangueira no Norte Fluminense**. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura tecnologia, competitividade e sustentabilidade, 22 a 26 novembro de 2004. Florianópolis. SC. (CD-ROM)
- CUNHA, G.A.P. Exigências edafoclimáticas. In: MATOS, A.P. (2000) **Manga. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA).—Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. p16.
- CUNHA, G.A.P.; NETO. M.T.C. Fenologia. In: MATOS, A.P. (2000) **Manga. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA).—Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. p17. CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A.C.;

- FONTES, L.E.F. (1993) **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 90p.
- DONADIO, L.C.; MARTINS, A.B.G.; VALENTE.; J.P. (1992) **Fruticultura tropical**. Jaboticabal, FUNEP, 268p.
- DOURADO, M.C.; SILVA, T.R.B.da.; BOLONHEZI, A.C. (2001) **Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada**. Science Agricola., , vol.58, no.2, p.287-293.
- EPSTEIN, E., BLOOM. A. (2006) **Nutrição mineral de plantas: Princípios e Perspectivas**. Tradução Maria Edna Tenório Nunes – Londrina: Editora Planta.
- ESPINDOLA, J.A.A., GUERRA, J.G.M., PERIN, A., TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L.de.; URQUIAGA, S., BUSQUET, R.N.B. (2006a) **Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. Vol.41, n.3.
- ESPINDOLA, J.A.A., GUERRA, J.G.M., ALMEIDA, D.L.de. (1997) **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica, RJ. Embrapa. 20p. ESPINDOLA, J.A.A., GUERRA, J.G.M., ALMEIDA, D.L.de.; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. (2006b) **Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. Vol.30, n.2..
- FONSECA, N.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S. (2005) **Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção de mangueira (*Mangifera indica*) 'Tommy Aktins'**. Revista Brasileira de Fruticultura., , vol. 27, no.1, p. 21-24.
- GAZEL FILHO, A.B., MENEZES, A.J.E.A de., CARVALHO, A.C.A. de. Teores de macro e micronutrientes em folhas de graviola. In: SÃO JOSÉ, A.R., SOUZA, I.V.B., MORAIS, O.M., REBOUÇAS, T.N.H. (1997) **Anonáceas, Produção e Mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimólia)**. Vitória da Conquista-BA. DFZ/UESB. 310p.
- GIACOMINI, S.J., AITA, C., HÜBNER, A.P., LUNKES, A., GUIDINI, E., AMARAL, E.B do. (2003) **Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, , vol. 38, no. 9, p. 1097-1104.
- GILLER, K.E. (2001) **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. 2nd ed. Wallingford: CAB International,. 448p
- GOODING, H.J., 1962. The agronomic aspects of pigeon peas. Field Crop Abstr. 15:1-5.:In HAAG, H.P. (1986) **Forragens na seca: algaroba, guandu e palma forrageira**. Campinas- SP. Fundação Cargill,
- GULLBART, G.G.; KRAMER, D.N. (1964) **Fluorometric determination of lipases, acylase, alpha- and gamma-chymotrypsin and inhibitors of these enzymes**. Analytical. Chemistry, v.36, p.409-412.
- HAAG, H.P.. (1985) **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas. SP, Fundação Cargill. 144p.
- HAAG, H.P. (1986) **Forragens na seca: algaroba, guandu e palma forrageira**. Campinas- SP. Fundação Cargill,

- HEINRICH, R.; VITTI, G.C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P.A.M.; FANCELLI, A.L.; CORAZZA, E.J., (2005) **Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, , volume. 29, no. 1.
- JESUS, E.C.; SCHIAVO, J.A.; FARIA, S.M. (2005) **Dependência de micorrizas para a nodulação de leguminosas arbóreas tropicais**. Revista Árvore, , vol. 29, no. 4, p. 545-552.
- JONES Jr., J.B., WOLF, B., MILLS, H.A. (1991) **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens (USA): Micro – Macro Publishing,. 213p.
- KLIEMANN, H.J., BRAZ, A.J.P.B., SILVEIRA, P.M da. (2006) **Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distoférrico**. Pesquisa Agropecuária Tropical. 36 (1), 21-28.
- LIMA, R de.L.S de., FERREIRA, G.B., WEBER, O.B., CAZETTA, J.O. (2007) **Diagnose foliar da gravioleira (*Annona muricata* L.)**. Ciência Agrotécnica. Lavras, ,vol. 31, no.5, p. 1320-1325
- LOVADINI, L.A.C. , MASCARENHAS, H.A.A. (1974). Estudos para definição da melhor época de plantio do guandu. Bragantia. In: HAAG, H.P. (1986) **Forragens na seca: algaroba, guandu e palma forrageira**. Campinas- SP. Fundação Cargill,
- LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; (2004) **Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, , volume. 28, no. 1, p. 175-187.
- MACEDO, R.L.G. (2000) **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE,. 157p.il. (textos acadêmicos)
- MAFRA, A.L.; MIKLOS, A.A.W.; VOCURCA, H.L.; HARKALY, A.H.; MENDONZA, E. (1998) **Produção de fitomassa e atributos químicos do solo sob cultivo em aléias e sob vegetação nativa de cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, n. 22, p. 41-54,
- MAGALHÃES, A.F.de J., BORGES, A.L. Calagem e adubação. Cap. 10. In: MATOS, A.P. (2000) **Manga. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA).—Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. p16.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. (1997) **Avaliação do estado nutricional de plantas, princípio e adaptações**. 2. ed. Piracicaba-SP: Potafó, 319p.
- MARCHAL, J.; BERTIN, Y. (1980) **Contenu en elements minéraux des organs de lavocatier “hula” et relations avec la fumure**. Fruits, Paris, 35 (3): 139-149.
- MATHEIS, H.A.S.M. (2004) **Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citros**. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba- SP.

- MATSUOKA, M., MENDES, I.C., LOUREIRO, M. F. (2003) **Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste – MT**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa- MG, v. 27, n.3, 425-433,
- MENEGUCCI, J.L.P.; AMARAL, A.M.do; SOUZA, M.de. (1995) **Alterações das propriedades químicas do solo na camada subsuperficial após adubação verde com crotalária**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 17, n. 3, p. 7-12,
- MORAIS, H.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; GOMES, J.C. (2005) **Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol**.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. (2002) **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras: editora. UFLA,. 626p.
- NAHAS, E.; DELFINO, J.H.; ASSIS, L.C.; (1997) **Atividade microbiana e propriedades bioquímicas do solo resultantes da aplicação de gesso agrícola na cultura do repolho**. Science Agrícola., vol. 54, no. 3, p. 160-166.
- NAHAS, E, (2002) **Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas**. Bragantia. Campinas, vol. 61, no. 3, p. 267-275.
- NOBRE, R.G.; FERNANDES. P.D.; RAJ GHEYI, H. (2003) **Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sobre estresse salino**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol.38, no.12, p.1365-1371.
- PAULUCIO, V de. O. (2007) **Qualidade química e biológica de área degradada pela extração de argila, revegetada com eucalipto e leguminosas inoculadas com micorrizas**. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes-RJ .
- PENTEADO, S.R. (2003) **Introdução à agricultura orgânica**. Viçosa. Aprenda Fácil . 235 p.
- PEREIRA, S.V.; MARTINEZ, C.R.; PORTO, E.R.; OLIVEIRA, B.R.B.; MAIA, L.C. (2004) **Atividade microbiana em solo do semi-árido sob cultivo de *Atriplex nummularia***. Pesquisa Agropecuária Brasileira., vol. 39, no.8. p. 757-762.
- PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. (2004) **Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (*Brassica oleracea* L. var. *itálica*) cultivado em sucessão ao milho (*Zea mays* L.)**. Ciência Rural,, vol.34, no. 6, p. 1739-1745..
- PINTO. A.C.Q.; RAMOS; V.H.V.; RODRIGUES, A.A. cap. 5. In: OLIVEIRA, M.A.S. (2001) **Graviola. Produção: Aspectos técnicos; Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 78 p.,
- PIOTTO, D.; VIQUEZ, E.; MONTAGNINI, F.; KANNINEN, M. (2004) **Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity**. Forest Ecology and Management, (190): 359-372.
- POGGIANI, F.; SHUMACHER, M. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (2000) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF,. P. 287-308.

- PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; MATA, H.T.C.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. (2004) **Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região Norte Fluminense**. Revista Economia Sociologia Rural, vol. 42, no. 4, p. 615-635.
- PRIMAVESI, A. (1984) **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 6 edição. São Paulo, Nobel,
- RAMOS, V.H.V. cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.) In: DONADIO, L. C. (1992) **Fruticultura tropical**. Jaboticabal, FUNEP, . 268P.
- RAMOS; V.H.V.; PINTO. A.C.Q.; RODRIGUES, A.A. cap. 3. In: OLIVEIRA, M.A.S. (2001) **Graviola. Produção: Aspectos técnicos; Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, . 78 p.,
- REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA. J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRÉ,R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.;URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.;BODDEY, R.M. (1999) **Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of south of Bahia, Brazil**. Nitr. Cycling Agroec., 54:99-112.
- RODRIGUES, L.A., MARTINS, M.A., SALOMÃO, M.S.M.B. (2003) **Uso de micorriza e rizóbio em cultivo consorciado de eucalipto e sesbania. I Crescimento, absorção e transferência de nitrogênio entre plantas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 27:583-591,
- RUFATO, L. ROSSI, A. De., PICOLOTTI, L., FACHINELLO, J.C. (2006) **Plantas de cobertura de solo em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) conduzido no sistema de produção integrada**. Ciência Rural, Santa Maria, , vol. 36, no. 3, p. 814-821.
- SÁ, J.C.de.M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G; FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (1999) **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Lavras: UFLA/DCS, . 818P.
- SALMI, G.P.; SALMI, A.P.; ABOUD, A.C.de.S. (2006) **Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de gandu sob cultivo em aléias**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. V.41. n. 4. p.673-678,
- SANTIAGO, A.R. (2005) **Reabilitação de cavas de extração de argila com eucalipto em plantios puros e consorciados com sesbânia**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ .
- SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO JR, E.S.; DIAS. L.E. (2004) **Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acácia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes**. Revista Árvore. vol.28, no.2, p.173-181.
- SCHUMACHER, M.V., BRUN, E.J., RODRIGUES, L.M., SANTOS, E.M. (2003) **Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acácia mearnsii* de Wild.) no estado do Rio Grande do Sul**, Viçosa, Revista árvore, 6 (27)791-798.
- SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTES, N. de A. (1997) **Gestão da fertilidade de culturas mecanizadas nos trópicos úmidos: o caso das frentes**

- pioneiras nos cerrados e florestas úmidas no centro norte do Mato Grosso In: CASTRO, C.M.; ALVES, B.J. R.; ALMEIDA, D.L. (2004) **Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 39, no. 8, p. 779-785.
- SEIFFERT, N.F. (1986) **Produção biológica de nitrogênio de leguminosas forrageiras cultivadas em áreas de cerrado**. Anais da XII Reunião Latino-Americana sobre *Rhizobium* realizada de 21 a 26 de outubro de 1984. Campinas, Instituto Agronômico,
- SHNÜRER, J.; ROSSWALL, T. (1982) **Fluorescein diacetate hydrolyses as a measure of total microbial activity in soil and litter**. Applied and Environmental Microbiology, v. 43, p.1256-1261
- SILVA, J.A.A.; DONADIO, L.C.; CARLOS, J.A.D. (1999) **Adubação verdes em citros**. Jboticabal; FUNEP, p. 37, (boletim Citricola, 9) In: SILVA, J.A.A.; VITTI, G.C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O.R. (2002) **Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-pêra**. Revista Brasileira Fruticultura, vol. 24, no.1, p. 225-230.
- SILVA, J.A.A.; VITTI, G.C.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R. (2002) **Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja- pêra**. Revista Brasileira Fruticultura, vol. 24, no.1, p. 225-230.
- SILVA, M.; SIQUEIRA, E.R.; COSTA, J. L.S. (2004) **Hidrólise de diacetato de fluoresceína como bioindicador da atividade microbiológica de um solo submetido a reflorestamento**. Ciência Rural, v. 34, n. 5, p.1493-1496.
- SILVA, A.Q da., SILVA, H. Nutrição e adubação de anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A.R., SOUZA, I.V.B., MORAIS, O.M., REBOUÇAS, T.N.H. (1997) **Anonáceas, Produção e Mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimóia)**. Vitória da Conquista-BA. DFZ/UESB. 310p.
- SWISHER, R.; CARROL, C.G. (1980) **Fluorescein diacetate hydrolysis as an estimator of microbial biomass on coniferous needle surface**. Microbial Ecology, v.6, p.217-226.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2004) **Fisiologia vegetal**. Tradução: Eliane Romanato Santarém. 3ª edição, Porto Alegre: Artmed. 720p.
- TAYLOR, J.P; WILSON, B.; MILLS, M.S.BURNS, R.G. (2002) **Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques**. Soil Biology and Biochemistry, v.34,p. 387-401.
- TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.de.; FURTINI NETO, A.E.; ANDRADE, M.J.B. de.; MARQUES, E.L.S. (2005) **Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado**. Ciência e agrotecnologia. Vol. 29, no. 1. Lavras,. p.93-99.
- TORRES, J.L.R., PEREIRA, M.G., ANDRIOLI, I., POLIDORO, J.C., FABIAN, A.J. (2005) **Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 29:609-618.

- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. (1968) **Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate**. J Ass. Off. Agr. Chem., 51:780-785.
- VIEGAS, I.J.M.; FRAZÃO, D.A.C. (2004) **Graviola: nutrição, calagem e adubação**. Circular técnica. EMBRAPA. Belem. PA. n36.
- VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. (2004) **Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária**. Revista Árvore. Vol. 28, no. 6. Viçosa,
- VICTORIA, R.L.; PICCOLO, M.C.; VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (1992) **Microbiologia do solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 360 p.