

Lucas K. S. Lima¹

Camila C. Santos²

Marida C. F. Moura³

Alek S. Dutra⁴

Antonio F. de Oliveira Filho⁵

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 12/8/13. Aprovado em 03/03/2014.

Lic. em Ciências Agrárias - UFPB - Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia Fitotecnia na Universidade Federal do Ceará. E-mail. Lucas18kennedy@gmail.com

Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará. E-mail. camilacastro30@hotmail.com

Eng. Agro. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia Fitotecnia na Universidade Federal do Ceará. E-mail. ceicaomoura@hotmail.com

Eng. Agro. Professor Adjunto III da - UFC - Universidade Federal do Ceará, Caixa-postal: 12168. E-mail. alekdutra@ufc.br

Eng. Agro. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia Fitotecnia na Universidade Federal do Ceará. E-mail. eng.francelino@hotmail.com



UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO ORIUNDO DA TORREFAÇÃO DO CAFÉ NA AGRICULTURA EM SUBSTITUIÇÃO A ADUBAÇÃO CONVENCIONAL

RESUMO

No atual mundo globalizado a produção de resíduos orgânicos tem sofrido constante aumento, em função das atividades industriais, urbanas, agrícolas e pecuárias. Paralelo a esse fato a população mundial tem aumentado em níveis nunca observados e conseqüentemente a demanda por alimentos segue o mesmo ritmo. Uma alternativa que tem sido utilizada visando minimizar os malefícios provocados pelo descarte inadequado de resíduos no meio ambiente é a utilização na agricultura, onde além de apresentar características satisfatórias na concentração de nutrientes, são de baixo custo e de grande disponibilidade. O presente estudo teve por objetivo, apresentar uma nova alternativa de resíduo orgânico com potencial a ser utilizado na agricultura, bem como enfatizar a importância da reutilização de resíduos visando o desenvolvimento rural sustentável e preservação dos agroecossistemas. No Brasil é gerado anualmente milhões de toneladas de resíduos oriundos do beneficiamento e torrefação do café o descarte desse material é realizado muitas vezes de forma irracional. Vários estudos tem demonstrado que esse resíduo pode ser utilizado na agricultura, no entanto se faz necessário o desenvolvimento de novos estudos, para observar o seu efeito alopatóico e sua resposta nas mais diversas culturas em diferentes concentrações.

Palavras-chave: Adubação Orgânica; Sustentabilidade Agrícola; Fertilidade Do Solo.

Use of waste derived from roasting coffee in agriculture replacing conventional fertilization

ABSTRACT

In today's globalized world production of organic waste has been constantly increasing, due to the industrial, urban, agricultural, and livestock. Parallel to this the fact that the world population has increased to levels observed neck and consequently the demand for food follows the same pace. An alternative that has been used to minimize

the harm caused by improper waste disposal on the environment is the use in agriculture, where besides having satisfactory characteristics in the concentration of nutrients, are low cost and wide availability. This study aims to present a new alternative of organic waste with the potential to be used in agriculture as well as focusing on the importance of reusing waste aimed at sustainable rural development and preservation of agroecosystems. In Brazil is generated annually millions of tons of waste from the processing and roasting coffee dispose of this material is often performed in an irrational way. Several studies have shown that this residue can be used in agriculture, however it is necessary the development of new studies, to observe its effect allopathic and their response in various cultures in different concentrations.

Keywords: Arganic Fertilizers; Agricultural Sustainability; Soil Fertility

INTRODUÇÃO

Em meio às questões de transformação do ambiente, como a destruição da vegetação, o uso indiscriminado de recursos naturais, a utilização de produtos interferentes ao ambiente como também a saúde da população, novas alternativas surge para minimizar tais questões adversas encontradas no meio ambiente principalmente com enfoque para a agricultura.

A agricultura trabalha com grandes extensões territoriais, influenciando sobre complexos nichos ecológicos e na cadeia alimentar de diversos indivíduos, em razão da retirada da vegetação natural e conseqüente queda do equilíbrio para estabelecimento, principalmente de monoculturas (DE-POLLI; PIMENTAL et al. 2005).

Ao longo das últimas cinco décadas o uso de produtos químicos era a única solução para fertilizar o solo e controlar pragas, doenças e plantas daninhas, no entanto, o uso de tais produtos que tem sido insuficiente para equilibrar a produtividade, vem causando sérios prejuízos ao meio ambiente, interagindo negativamente nas cadeias alimentares provocando a redução da biodiversidade, poluindo os recursos hídricos e edáficos, agredindo e até matando a microvida do solo (LIMA et al., 2012).

A grande questão contemporânea é saber como manter os altos padrões de produtividade na agricultura sem afetar drasticamente os diferentes ecossistemas terrestres. Segundo Howard (2007) o mais palpável e visível sinal de destruição dos solos é a rapidez com que o perigo da erosão está crescendo nos sistemas convencionais de produção.

O desenvolvimento sustentável no seu conceito mais amplo não será alcançado enquanto prevalecer à lógica de mercado ao invés da lógica das necessidades, pois os padrões de consumo e de acumulação da sociedade contrastam com a finitude dos recursos naturais não renováveis e com os limites de assimilação e suporte impostos pela natureza (FERRAZ, 2003).

Gualberto et al. (2003) enfoca que a qualidade de um solo é definido como a sua capacidade em manter o crescimento das plantas, o que inclui fatores como

agregação, teor de matéria orgânica, profundidade, capacidade de retenção de água, taxa de infiltração, capacidade tampão do pH, disponibilidade de nutrientes e etc.,

Provavelmente, o uso intensivo do solo visando à exploração agropecuária provoca ou acelera uma série de alterações em seu conjunto de características e propriedades morfológicas (físicas, químicas e biológicas) em relação ao sistema solo-água-planta.

O presente estudo teve por objetivo, apresentar uma nova alternativa de resíduo orgânico com potencial a ser utilizado na agricultura, bem como enfatizar a importância da reutilização de resíduos visando o desenvolvimento rural sustentável e preservação dos agroecossistemas.

RESÍDUOS UTILIZADOS NA AGRICULTURA

O aumento do custo dos fertilizantes comerciais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de C e nutrientes. Pois de acordo com Moral et al. (2005) isso gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização.

Atualmente, a indústria atingiu patamares mais elevados da produção em toda sua história. O acelerado avanço tecnológico associado a um intenso processo de urbanização implicou de acordo com Cabral e Moris (2010) em problemas ambientais, tais como a exploração predatória de recursos naturais e a falta de medidas de controle no lançamento de resíduos proveniente da produção, embalagens do próprio produto e o descarte do mesmo.

Existe a possibilidade de reduzir a utilização de fontes não renovável na agricultura, juntamente com a necessidade de disposição adequada de resíduos orgânicos no meio ambiente, através da ciclagem de nutrientes e energia usando materiais atraentes em termos econômicos, agrícolas e ambientais. Além da possibilidade de ciclagem de nutrientes e redução de custos, resíduos orgânicos têm o potencial para substituir os materiais não renováveis utilizados na produção de plântulas (SHARMA et al., 1997; CARRIJO et al., 2002, BENITO et al., 2005).

Tendo em conta a diversidade de resíduos orgânicos, existe a necessidade para caracterizar esses materiais orgânicos para preparar misturas e substratos adequados para o crescimento das plantas. A caracterização permite a separação de resíduos agrônômicos, a partir de materiais que representam um risco de contaminação ao meio ambiente. Além disso, Melo e Silva (2008) afirmam que os resíduos com um risco mais elevado para as plantas podem ser diluídas ou alterado para aumentar a eficiência agrônômica.

Uma grande diversidade de resíduos orgânicos oriundos das atividades humanas é gerada diariamente e demanda pesquisas para avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do seu uso agrícola (HIGASHIKAWA et al., 2010). A origem dos resíduos orgânicos antropogênicas pode ser classificada em animal,

vegetal, urbana, industrial e agro-industrial (SHARMA et al.1997; SILVA, 2008).

Entre as opções disponíveis, o uso para fins agrícolas é certamente o mais interessante do ponto de vista econômico, ambiental e social, e a reciclagem de resíduos tem um benefício inquestionável, uma vez que minimiza o problema ambiental causado pelo descarte inadequado do produto (PIRES e MATTIAZZO, 2008).

Para Fassbender (1980) a eficiência residual dos nutrientes sobre o rendimento das plantas depende principalmente de alguns fatores como as condições climáticas, tipo de solo, capacidade de adsorção e de remoção dos nutrientes pelas culturas.

O grau de humificação, que representa as proporções de substâncias húmicas em relação ao C total no resíduo, depende do estágio de decomposição das substâncias nele presentes, e isso se mostra determinante do papel dos resíduos no solo, que podem atuar como fontes de nutrientes e, ou, como condicionadores de solo.

A humificação ocorre em razão da compostagem ou decomposição natural dos resíduos adicionados ao solo e consiste da síntese de ácidos húmico, fúlvico, humina e outros materiais húmicos a partir da degradação de compostos diversos presentes nos resíduos, por meio de reações de síntese e resíntese mediadas pelos organismos decompositores (HSU e LO, 1999).

Conforme Perez-Marin et al. (2006) os sistemas de cultivo agrícola são caracterizados pela contínua retirada da produção sem práticas que reponham os nutrientes retirados pelas plantas, o que causa deterioração das características físicas, químicas e biológicas dos solos em decorrência da redução dos teores de matéria orgânica e dos nutrientes.

O emprego de fertilizantes químicos nos sistemas de produção na agricultura familiar é muito reduzido devido ao custo dos fertilizantes e ao risco proporcionado pela variabilidade do regime de chuvas (SAMPAIO et al., 1995). Por este motivo, o manejo da fertilidade do solo em sistema de agricultura familiar depende principalmente do manejo da matéria orgânica (TIESSEN et al., 1992).

A dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) é governada principalmente pela adição de resíduos orgânicos diversos e pela contínua transformação destes sobre a ação dos fatores físicos, químicos, biológicos, climáticos e do uso e manejo da terra (FELLER, 1997).

Dentre os principais fatores pode-se destacar a temperatura, umidade, pH, disponibilidade de nutrientes, relação C/N do resíduo do vegetal, microorganismos, mesofauna e o conteúdo de lignina (OADES, 1988), distúrbios do solo pelo cultivo, teor e tipo de argila, drenagem do solo, acidez e disponibilidade de nutrientes, também podem interferir na dinâmica da matéria orgânica no solo (GREENLAND et al., 1992).

Ao adicionar resíduos orgânicos ao solo, as cargas negativas do mesmo aumentam, e com isso, há uma maior disponibilidade dos nutrientes às plantas. Além de minimizar os efeitos adversos ao solo e ao meio ambiente em razão do uso dos fertilizantes sintéticos (SALCEDO 2004).

Conforme Rocha et al. (2004) o uso de resíduos orgânicos contribui para maior armazenamento de C no

solo, aumento da CTC, maior complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, melhoria da estrutura, maior infiltração e retenção de água, aumento da aeração, atividade e diversidade microbianas. Por se tratar de fontes importantes de matéria orgânica, há também a necessidade de conhecer melhor as diferentes frações orgânicas presentes nesses resíduos, visto que o grau de humificação e a presença de moléculas orgânicas de maior biodisponibilidade são fatores determinantes da capacidade desses materiais em adsorver cátions e em liberar nutrientes para as plantas.

A utilização agrícola de resíduos sólidos, como adubo orgânico, deve ser realizada segundo critérios técnicos. Nesse caso, a quantificação dos teores de N mineral e de N potencialmente mineralizável presente nos resíduos orgânicos é critério importante para definir as doses de resíduos a serem adicionadas nas lavouras (ABREU JÚNIOR et al., 2005).

Os agrossistemas necessitam da conservação do solo para poder produzir a longo prazo e em grande escala, para isso a manutenção da matéria orgânica em regiões semiáridas é um dos fatores principais para o desenvolvimento da produção sustentável. De acordo com Stewart e Robinson (1997) a matéria orgânica no solo é extremamente importante em todos os processos biológicos, físicos e químicos. Pois a redução da matéria orgânica no solo indica queda de qualidade no mesmo.

RESÍDUOS ORIUNDOS DO PROCESSAMENTO DO CAFÉ

São muitos os resíduos orgânicos de origens urbana, industrial e agrícola que podem ser usados na agricultura, sendo exemplos: esterco de bovino, de galinha, suíno, torta de filtro, torta de mamona, adubos verdes, turfa, lodo de esgoto, resíduos oriundos da fabricação de álcool e açúcar, compostos orgânicos, resíduos do processamento de frutos, etc.

Em relação à matéria orgânica, o teor de substâncias húmicas e, por conseguinte, o estágio de humificação dos resíduos de uso agrônômico são variáveis e exercem influência sobre a biodisponibilidade desses materiais em solo (MORAL et al., 2005). As atividades industriais ao longo da cadeia de produção do café dão origem a diversos subprodutos e resíduos, cuja disponibilidade e utilização estão sendo objeto de vários estudos em diversas instituições do país e do mundo (WOICIECHOWSKI et al., 2000).

De acordo com dados da CONAB (2012) o Brasil é o maior produtor mundial de café com uma produção estimada em torno de 50,45 milhões de sacas de 60 quilos do produto beneficiado para o ano de 2012. Na década de 90, a indústria de café no Brasil gerava anualmente cerca de 21 milhões de toneladas de cascas, 310 mil toneladas de borra esgotada e 561 mil toneladas de dióxido de carbono (HERSZKOWICZ, 2007).

Estudos relacionados com a composição química das borras de café sugerem que esta depende da espécie de grão de café e grau de torrefação usado no fabrico do café solúvel (SOARES, 2011). A casca seca do grão de café, o que inclui a casca propriamente dita e a polpa seca da fruta, se constitui no resíduo do processamento. A casca

de café é particularmente rica em carboidratos, proteínas e minerais (especialmente potássio) e também contém quantidade considerável de taninos e polifenóis (WOICIECHOWSKI et al., 2000).

Segundo SEITER e HORWATH (2004), a busca pela melhoria na qualidade de produção e a necessidade de reduzir custos tem contribuído para aumentar o uso de resíduos orgânicos na produção agrícola. A fabricação do café solúvel, o grão de café verde entra no processo de torrefação onde é submetido a uma temperatura entre 180°C e 230°C durante certo intervalo de tempo. Nesta fase os grãos de café sofrem reações de pirólise o que levam à formação de substâncias responsáveis pelas suas qualidades sensoriais, acompanhadas por alterações físicas importantes.

O café torrado é moído, seguido de uma extração com água à 100 °C. Desta extração, a parte solúvel segue para processos de secagem e produção do café solúvel em pó ou aglomerados e a parte insolúvel (subproduto) são as chamadas borras de café (SOARES, 2011).

No processo industrial para obtenção do café solúvel gera-se uma quantidade considerável de borra (para cada tonelada de café verde obtém-se aproximadamente 480 kg de borra), que é considerado como resíduo sólido e usualmente utilizada para gerar energia nas caldeiras (ADANS e DOUGAN 1985).

A quantidade de resíduos gerados no processo de beneficiamento do café ocorre na proporção de 1:1 em relação à produção, ou seja, a cada safra a quantidade de café beneficiado é igual à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento (BRUM, 2007). Sendo assim, na safra 2011 as 43,5 milhões de sacas de café beneficiadas (CONAB, 2011) podem ter gerado aproximadamente 2,6 milhões de toneladas de palha de café.

A palha ou o resíduo gerado durante o beneficiamento de café é composto de epicarpo (casca), mesocarpo (polpa ou mucilagem), endocarpo (pergaminho) e película prateada (MATIELLO, 1991).

Os principais resíduos da cultura são a polpa, a casca, a mucilagem e a água residual. A utilização de resíduos do café conforme Gomes-Brenes et al., 1988 tem sido visto nos países produtores como uma prioridade, tanto por razões ecológicas como por razões econômicas e sociais. Esforços são realizados para reciclá-los, através da elaboração de compostagens, produção de fertilizantes orgânicos, biogás e utilização na alimentação animal, como fonte de energia (PULGARIN et al., 1991).

Dentre os resíduos, o mais estudado em nível mundial é a polpa de café, este é um subproduto obtido durante o processamento, com grande capacidade poluente. Em alguns países é utilizada como fertilizante (DONKOH et al., 1988). De acordo com alguns trabalhos, a polpa contém cerca de 6,5% de pectina, 23 a 27% de açúcares fermentáveis (peso seco), principalmente frutose (10 a 15%), sacarose (2,8 a 3,2%) e galactose (1,9 a 2,4%) (ANTIER et al., 1993).

Pesquisas desenvolvidas por FAN, et. al., (2000), utilizando casca e borra de café na adubação de cogumelos concluiu que é viável utilizar estes subprodutos sem qualquer suplementação de nutriente para cultivo de *F. velutipes* LPB 01, a borra de café demonstrou ser um

substrato mais satisfatório para o cultivo desse cogumelo do que a casca.

De acordo com Lima et al. (2007), a cafeína e os fenóis encontrados no grão do café, são metabólitos secundários que propiciam efeitos alelopáticos em diversas espécies vegetais. Segundo relatos de Fan et al. (2003), houve redução do crescimento do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* quando cultivados em resíduos de café, devido ao efeito do tanino.

Segundo Chou e Waller (1980) sementes de cafeeiro possuem diversos alcalóides, tais como cafeína, theobromine, theofiline e paraxantine, além dos ácidos clorogênico, ferúlico, cumárico, caféico e vanílico. Conforme Rosa et al. (2006), a cafeína quimicamente conhecida como 1,3,7-trimetilxantina é o alcaloide encontrado em maior quantidade em diversos tecidos e órgãos do cafeeiro, principalmente nas sementes, flores e folhas.

Em trabalho desenvolvida por Assis et al. (2011) com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de um híbrido de orquídea em substratos à base de casca de café, observou que, a casca de café pode ser utilizada como substrato em substituição ao xaxim especialmente em mistura com coco em pó ou casca de arroz carbonizada, não sendo indicada como substrato único, pois ocorre redução no desenvolvimento da planta.

Embora a função fisiológica da cafeína, assim como de outros alcaloides em plantas, ainda não esteja totalmente esclarecida, diversos estudos indicam que esta age como agente alelopático, anti-herbívoro, molécula armazenadora de nitrogênio ou possível envolvimento com a resistência às doenças (MAZZAFERA et al., 1996).

Extratos aquosos de tecidos de plantas de *C. arabica*, como folhas, caules e raízes, inibiram a germinação e o crescimento de radículas de arroz e alface; o crescimento de plântulas de alface foi inibido mesmo em concentrações de 1% dos extratos aquosos, os quais continham cafeína dentre outros constituintes alelopáticos (CHOU e WALLER, 1980). Segundo os autores, foram identificados nestes extratos diversos componentes como cafeína, theobromine, theofiline, paraxantine e os ácidos clorogênicos, ferúlico, cumárico e caféico, sendo que, exceto este último, todos exibiram efeito alelopático, em uma concentração de 0,01%.

CONCLUSÕES

A utilização de resíduos orgânicos nas atividades agrícolas tem avançado em função da conscientização social em preservar o meio ambiente e proporcionar destino adequado aos resíduos oriundos das mais diversas atividades. Para que essa prática ocorra cada vez mais, é necessário o desenvolvimento de novos estudos visando avaliar o potencial desse resíduo nas mais diversas culturas e obter a concentração ideal para que a mesma obtenha a sua máxima produtividade. Além disso, altas concentrações desse resíduo podem inibir a germinação e o desenvolvimento da planta em função da presença de substâncias alelopáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T. KIEHL, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. In: TORRADO, P. V.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A.P. & CARDOSO, E. J., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, v. 4. p. 391-470.
- ADANS, M. R.; DOUGAN. Waste products - Coffee Technology. Londres: Elsevier Applied Science, 1985.
- ANTIER, P., MINJARES, A., ROUSSOS, S., RAIMBAULT, M. and Viniegra-Gonzalez, G. Pectinasehyperproducing mutants of *Aspergillus niger* C28B25 for solid-state fermentation of coffee pulp. **Enzyme Microb. Technol**, v. 15, p. 254-260. 1993.
- ASSIS, A. M. de; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; LONE, A. B.; de SOUZA, G. R. B.; de FARIA, R. T.; ROBERTO, S. R.; TAKAHASHI, L. S. A. Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 544-549, 2011.
- BENITO, M.; MASAGUER, A.; DE ANTONIO, R. MOLINER, A. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 597-603, 2005.
- BRUM, S. S. **Caracterização e modificação química de resíduos sólidos do beneficiamento do café para produção de novos materiais**. Lavras: UFLA, 2007. p. 138
- CABRAL, M. S.; MORIS, A. da S. Reaproveitamento da borra de café como medida de minimização da geração de resíduos. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Carlos – SP. **ANAIS...** São Carlos – SP: enegep, 2010. p. 1-9.
- CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S. & MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 533-535, 2002.
- CHOU, C. H.; WALLER, G. R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica* L. **Journal of Chemical Ecology**, v. 6, p.643-639, 1980.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB**. Conheça a CONAB. 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=11&t=>>>. Acesso em: 26 agosto 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB**. Conheça a CONAB. 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=11&t=>>>. Acesso em: 26 agosto. 2013.
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo In: AQUINO, A. M. ; ASSIS, R. L. **Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta: Ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa informações Tecnológicas, 2005.
- DONKOH, A., ATUAHENE, C. C., KESE, A. G. AND MENSAH ASANTE, B. The nutritional value of dried coffee pulp (DCP) in broiler chickens diets. **Anim. Feed. Sci. Tech.**, v. 22, p. 139-146. 1988.
- FAN, L.; SOCCOL, A. T.; PANDEY, A.; SOCCOL, C. R. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms on Brazilian coffee husk and effects of caffeine and tannic acid. **Micologia Aplicada**, v.15, p.15-21, 2003.
- FAN, L.; SOCCOL, C. R.; PANDEY, A. Produção do cogumelo comestível – flammulina velutipes em casca e borra de café. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **ANAIS...** 2010.
- FASSBENDER, H. W. **Química de solos; com ênfase en suelos de América Latina**. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1980. 398 P.
- FELLER, C. The concept of soil humus in the past three centuries. **Advances in GeoEcology**, v. 29, p. 15-46, 1997.
- FERRAZ, J. M. G.; As Dimensões da Sustentabilidade e seus Indicadores. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas**. SP: Embrapa Meio Ambiente: 2003.
- GOMES-BRENES, R., BENDAÑA, G., GONZÁLES, J. M. JARQUÍN, R., BRAHAM, J. E. Y BRESSANI, R. Efectos del tratamiento de la pulpa del café, fresca o ensilada com hidróxido de calcio, sobre su valor nutritivo. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 38, p. 173-187,1988.
- GREENLAND, D.J.; WILD, A.; ADAMS, D. Organic matter dynamics in soils of the tropics – from myth to complex reality. In: LAL, R. SANCHEZ, P.A. (Eds.) **Myths and science of soils of the tropics**. SSSA Special Publication n. 29. Wisconsin: Copyright, p.17-33, 1992.
- GUALBERTO, V.; MELLO, C. R. de.; NÓBREGA, J. C. A. O uso do solo no contexto agroecológico: uma pausa para reflexão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n.220, p.18-28, 2003.
- HIGASHIKAWA, F. S.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W. Chemical And Physical Properties of Organic Residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1743-1752, 2010.
- HOWARD, A. **Um Testamento Agrícola**. Editora Expressão Popular, 360 p. São Paulo, 2007.
- HSU, J.H. LO, S.L. Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of pig manure. **Environ. Poll.**, v. 104, p. 189-196, 1999.
- LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; MENDONÇA, J. C.; NOMURA, E. S. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1609-1613, 2007.
- LIMA, L. K. S.; BARBOSA, A. J. S.; SILVA, R. T. L. da; ARAÚJO, R. da C. Distribuição fitossociológica da

- comunidade de plantas espontâneas na bananicultura. **Revista Verde**, v. 7, n. 4, p. 59-68, 2012.
- MATIELLO, J. B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. p. 320
- MAZZAFERA, P.; YAMAOKA-YANO; VITÓRIA, A. P. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 8, n.1, p. 67-74, 1996.
- MELO, L. C. A. SILVA, C. A. Influência de métodos de digestão e massa de amostra na recuperação de nutrientes em resíduos orgânicos. **Química Nova**, v. 31, p. 556-561, 2008.
- MORAL, R.; MORENO-CASELLES, J.; PERREZ-MURCIA, M.D.; PEREZ-ESPINOSA, A.; RUFETE, B. PAREDES, C. Characterization of the organic matter pool in manures. **Biores. Technol.**, v. 96, p.153-158, 2005.
- OADES, J. M. The retention of organic matter in soils. **Biogeochemistry**, v.5, p.35-70, 1988.
- PEREZ-MARIN, A. M.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO E. V. S. B. Efeito da *Gliricídia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistemas agroflorestal no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 555-564, 2006.
- PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Jaguariúna, Embrapa, 2008. 9p. (Circular Técnica, 19).
- PULGARIN, C., SCHWITZGUEBEL, J. E TABACCHI, R. Comment blanchir les residus du café noir. **Biofutur**, v. 102, p. 43-50, 1991.
- ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M. & MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 623-639, 2004.
- ROSA, S. D. V. F.; SANTOS, C. G. dos; PAIVA, R.; MELO, P. Q. de L.; VEIGA, A. D.; VEIGA, A. D.; Inibição do desenvolvimento *in vitro* de embriões de *coffea* por cafeína exógena. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p.177-184, 2006.
- SALCEDO, I. H. Fertilidade do solo e agricultura de subsistência: Desafios para o Semi-árido Nordeste. In: Fertibio, 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC, 2004.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: Reunião brasileira de fertilidade dos solos e nutrição de plantas, 21, 1995, Petrolina. **Anais...** Insumo básico para a agricultura e combate à fome. Petrolina: Embrapa CPTSA/SBCS, 1995. p.51-71.
- SEITER, S.; HORWATH, W. R. Strategies for managing soil organic matter to supply plant nutrients. In: MAGDOFF, F.; WEIL, R. R. (Ed.). **Soil organic matter in sustainable agriculture**. London, p.269 -293. 2004.
- SHARMA, V. K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F. & CORNACCHIA, G. Processing of urban and agroindustrial residues by aerobic composting: **Rev. Energy Conserv. Manag.**, v. 38, p. 453-478, 1997.
- SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P. CAMARGO, R. A. O. eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.113-136.
- SOARES, B. E. G. **Valorização de Subprodutos Industriais por Oxipropilação**. 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade de Aveiro, Portugal, 2011.
- STEWART, B. A., ROBINSON, C. A. Are agroecosystems sustainable in semiarid regions? **Advances in Agronomy**, v. 60, p. 191-228, 1997.
- TIESSEN, H.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in semiarid Northeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 38, p.139-151, 1992.
- WOICIECHOWSKI, A. L.; SOCCOL, C. R.; CAMARGO, F.; PANDEY-CSIR, A. Produção de goma xantana a partir de resíduos da agroindústria do café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 1., 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 2000.