

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DE FINO DE CARVÃO E
EXTRATO PIROLENHOSO NA AGRICULTURA

Mariangela Alves
Bióloga

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DE FINO DE CARVÃO E
EXTRATO PIROLENHOSO NA AGRICULTURA

Mariangela Alves

Orientador: Prof. Dr. Jairo Osvaldo Cazetta

Co-orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2006

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Mariangela Alves nasceu em Mirassol – SP no dia 10 de novembro de 1979. Concluiu o curso de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciências Biológicas, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto – SP em janeiro de 2002, onde além das atividades curriculares, foi bolsista do Programa Especial de Treinamento (PET), do CNPq como aluna de iniciação científica (PIBIC) e da FAPESP (Treinamento Técnico – Nível III). Iniciou o curso de mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP) de Jaboticabal – SP em agosto de 2004.

Mas é claro que o sol vai voltar amanhã
Mais uma vez eu sei
Ecuridão já vi pior
De endoidecer gente sã
Espera que o sol já vem
Nunca deixe que lhe digam
Que não vale a pena
Acreditar no sonho que se tem
Ou que seus planos nunca vão dar certo
Ou que você nunca vai ser alguém
Tem gente que machuca os outros
Tem gente que não sabe amar
Mas eu sei que um dia a gente aprende
Se você quiser alguém em quem confiar
Confie em si mesmo
Quem acredita sempre alcança

Renato Russo, Flávio Venturini

Aos meus pais José Carlos Alves e Maria Aparecida Debortoli Alves pelo amor imenso, incondicional e pelo incentivo, sobretudo nos momentos de incertezas.

Ao meu irmão José Carlos Alves Júnior por ser a melhor pessoa do mundo, pela qual todo esforço vale a pena.

Ao meu irmão Carlos Roberto Alves, pelo carinho e exemplo de otimismo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV/UNESP) e aos professores do curso de pós-graduação pelo aperfeiçoamento profissional.

Ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto (IBILCE/UNESP), pela formação acadêmica inicial e principalmente ética.

Ao Prof. Dr. Jairo Osvaldo Cazetta pela orientação, apoio, incentivo, confiança e, principalmente, pela amizade.

À Prof. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz pela co-orientação, paciência, gentileza e colaboração em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto pelo fornecimento do espaço, material e condições para a execução dos testes de toxicidade.

Aos técnicos Wladimir Carnevalli, José Carlos de Freitas e João Carlos Campanharo (por me socorrerem tantas vezes), Reinaldo A. Longo e Gilson do Departamento de Defesa Fitossanitária.

À Maria Andréia Nunes pela amizade imensa e verdadeira, convivência prazerosa, pelo exemplo de determinação, “caroços” e broncas merecidas.

Ao Carlos Alexandre Colombi, pela ajuda em todos os momentos de trabalho intenso e pelo ombro nas horas de incertezas.

Ao Pedro Belchior da Silveira Junior, pelo exemplo de caráter, apoio e pela constante “torcida”, mesmo que à distância.

A todos que, de qualquer forma, ajudaram ou torceram pela realização deste trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro concedido.

SUMÁRIO

		Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1	- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
	Fino de carvão e extrato pirolenhoso.....	1
	Aplicações de extrato pirolenhoso no controle de pragas e doenças...	3
Objetivos	4
Referências	4
CAPÍTULO 2	- ATRIBUTOS DO SOLO E ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES POR PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS EM SOLO TRATADO COM FINO DE CARVÃO E EXTRATO PIROLENHOSO.....	8
	Resumo.....	8
	Introdução.....	10
	Material e Métodos	10
	Resultados e Discussão.....	13
	Conclusão.....	18
	Referências.....	18
CAPÍTULO 3	- EFICIÊNCIA DE DIFERENTES PREPARAÇÕES DE EXTRATO PIROLENHOSO SOBRE <i>Brevipalpus phoenicis</i> (GEIJSKES, 1939).....	20
	Resumo.....	20
	Introdução.....	22
	Material e Métodos	23
	Resultados e Discussão.....	25
	Conclusões.....	30
	Referências.....	30
CAPÍTULO 4	- IMPACTO AMBIENTAL DA APLICAÇÃO DE FINO DE CARVÃO E EXTRATO PIROLENHOSO.....	32
	Resumo.....	32
	Introdução.....	34
	Material e Métodos	35
	Resultados e Discussão.....	38
	Conclusões.....	40
	Referências.....	41

IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DE FINO DE CARVÃO E EXTRATO PIROLENHOSO NA AGRICULTURA

RESUMO – Foram conduzidos quatro experimentos com o objetivo de avaliar o impacto da utilização de fino de carvão (FC) e extrato pirolenhoso (EP) na agricultura. No primeiro experimento, conduzido em casa de vegetação, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com análise em esquema fatorial 5 x 2, avaliando-se o efeito de 5 doses de FC (0; 3; 6; 12 e 24% (v/v)) e 2 doses de EP (0 e 2% (v/v)) em quatro repetições nos atributos químicos do solo, na absorção de nutrientes e no desenvolvimento inicial de plantas de milho. No segundo experimento, foram testadas sete diluições de EP destilado e de EP decantado (controle; 1:600; 1:300; 1:150; 1:75; 1:38; 1:19) sobre *Brevipalpus phoenicis* com o objetivo de avaliar a eficiência destes produtos na mortalidade e repelência dos ácaros. No terceiro experimento, em condições de laboratório e utilizando-se os mesmos tratamentos descritos para o experimento 1, objetivou-se avaliar o impacto da aplicação de FC e EP na respiração do solo. No último experimento, foram testadas 8 concentrações de EP (0; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21%(v/v)) em minhocas (*Eisenia fetida*) a fim de se avaliar a toxicidade de produto e determinar sua CL₅₀. A aplicação de EP e FC causou pequenas alterações nos atributos químicos do solo, mas não influenciou o desenvolvimento inicial de plantas de milho. O EP apresentou efeito de mortalidade sobre *B. phoenicis* a partir da concentração de 1:150, com efeito mais acentuado para o EP destilado, mas nenhum dos tipos apresentou efeito de repelência sobre os ácaros. Com relação à respiração do solo, notou-se que a aplicação de EP 2% (v/v) provocou um aumento na liberação de CO₂ e que a maior concentração de FC (24% (v/v)) contribuiu negativamente para isto. A CL(I)₅₀; obtida para o EP, foi de 5,5% (v/v).

Termos para indexação: carvão, ácido pirolenhoso, vinagre de madeira, ácaro da leprose, testes de toxicidade, respiração do solo.

IMPACTS OF FINELY GROUNDED CHARCOAL AND PYROLIGNEOUS EXTRACT UTILIZATIONS IN AGRICULTURE

ABSTRACT – Four experiments were carried out with the objective of evaluate some applications and risks of the finely grounded charcoal (FGC) and pyroligneous extract (PE) use in agriculture. Under greenhouse conditions, the first research was set on a factorial experiment in a randomized complete design of the type 5x2. Treatments consisted in a combination of five levels of FGC (0; 3; 6; 12 e 24% (v/v)) and two levels of PE (0 e 2% (v/v)), applied on soil in four repetitions to evaluate the products effects on chemical soil attributes, nutrients absorption and initial development of maize plants. In the second experiment, seven dilutions of PE distilled and PE decanted (control; 1:600; 1:300; 1:150; 1:75; 1:38; 1:19) were tested on *Brevipalpus phoenicis* with the objective of evaluate their efficiency of the products on mortality and repellence of the mites. In the third experiment, also under laboratory conditions and using the same treatments described for the first experiment, it was evaluated the impact of the application of FGC and EP in the soil respiration. In the last experiment, also carried out in laboratory conditions, 8 concentrations of PE (0; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21% v/v) in earthworms (*Eisenia fetida*) in order to evaluate the toxicity of these products and to determine their LC₅₀. It was observed that the FGC and PE applications, in spite of causing little alterations in some chemical attributes of the soil, did not influence the initial development of maize plants. The PE presented mortality effect on *B. phoenicis* from the concentration of 1:150, with the effect more accented for the distilled PE, but none of the tested types presented effect of mites repellence. The application of PE induced an increase in the CO₂ liberation and the highest concentration of FGC (24% (v/v)) had a negative effect for this. LC₅₀, find for the PE, it was of 5,5% (v/v).

Index terms: charcoal, pyroligneous acid, wood vinegar, citrus leprosis mite, toxicity tests, soil respiration.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

FINO DE CARVÃO E EXTRATO PIROLENHOSO

Segundo dados do IBGE, em 2003, foram produzidos, no Brasil, 2.227.206 m³ de carvão vegetal provenientes da extração vegetal e cerca de 2.000.266 m³ da silvicultura (IBGE, 2003). Isso representa aumentos de 13,9 e 7,7%, respectivamente, em relação ao ano de 2002. Ainda no Brasil, a produção de carvão vegetal destina-se apenas à obtenção apenas do carvão comercial, sem a preocupação em aproveitar subprodutos. Segundo BRITO (2000), poucas carvoarias ativas do Estado de São Paulo, produzem o extrato pirolenhoso e, de acordo com ZANETTI (2004), 64% do fino de carvão resultante da produção de carvão vegetal é descartado no ambiente.

O extrato pirolenhoso (EP), também conhecido como ácido pirolenhoso ou vinagre de madeira, é obtido pela condensação da fumaça formada pela queima da madeira na produção de carvão vegetal. Trata-se de um líquido de cor amarela a marrom avermelhada, composto, em sua maior parte, por água e mais de 200 compostos orgânicos, dentre eles ácido acético, álcoois, cetonas, fenóis e alguns derivados de lignina. O extrato pirolenhoso pode ser obtido de diferentes espécies vegetais, como bambu, eucalipto e pinus (MAEKAWA, 2002).

Segundo MIYASAKA et al. (2001), o EP diluído em água, em concentrações variando de 5 a 20 mL L⁻¹, quando aplicado ao solo, melhora seus atributos físicos e químicos, proporciona aumento da população de microrganismos benéficos, como actinomicetes e micorrizas e, portanto, favorece a disponibilização de nutrientes para as plantas.

O EP pode ser utilizado para diversos fins na agricultura. Como fertilizante orgânico já foi avaliado para as culturas de arroz (TSUZUKI et al., 2000), sorgo (ESECHIE et al., 1998) e batata doce (SHIBAYAMA et al., 1998); mas pode também ser usado como desinfetante de solo (DORAN, 1932), nematicida (CUADRA et al., 2000) e fungicida (NUMATA et al., 1994).

O fino de carvão (FC) é obtido quando se faz a classificação do carvão vegetal usando de peneiras acopladas a vibradores mecânicos, e vem sendo utilizado, na granulação de 2 a 5 mm, na composição de substratos orgânicos, por diversas empresas produtoras de substratos (ZANETTI et al., 2003). De acordo com MAEKAWA (2002), o FC é um material poroso, o que permite aumentar a capacidade de retenção de água, facilita a proliferação de organismos benéficos, além de possuir em sua composição elementos minerais como: magnésio, boro, silício, cloro, cobre, manganês, molibdênio e, principalmente, potássio. De acordo com as recomendações de MIYASAKA et al. (2001), o subproduto pode ser utilizado na forma de pó, na granulação de 2 a 5 mm, de preferência umedecido com uma solução de extrato pirolenhoso a 20 mL L⁻¹, e ser aplicado em área total do solo, na base de 500 a 700 g m⁻², uma semana antes da semeadura ou plantio.

Pesquisas foram feitas para esclarecer os efeitos do carvão no solo e no rendimento da batata doce (*Ipomoea batatas* Lam.) (ISOBE et al., 1996). Devido ao carvão conter grande quantidade de potássio, sua aplicação ao solo aumentou os conteúdos de potássio trocável. Quando aplicado na dose 200 kg ha⁻¹, o carvão melhorou os atributos físicos do solo, ou seja, aumentou a porosidade e, conseqüentemente, a aeração, bem como criou um ambiente no qual a batata doce pôde facilmente absorver potássio. Como resultado, o uso do carvão aumentou a concentração de K nas raízes tuberosas e promoveu o aumento no rendimento da batata doce.

Em outros trabalhos tem sido feita a especiação química e a avaliação da fitodisponibilidade de alguns nutrientes resultantes da aplicação de subprodutos de carvão em solos (SU & WONG, 2003).

A aplicação em cobertura da mistura de EP e FC no Japão, nos anos de 1987 e 1988, causou um aumento de 17% na produção de grãos de arroz no primeiro ano, porém não foram observados efeitos na produção no segundo ano de avaliação. Para ambos os anos, a aplicação da mistura de EP e FC promoveu aumento da matéria seca e respiração do sistema radicular (TSUZUKI et al., 1989). Os mesmos autores relataram ainda que, quando adicionados a caixas de produção de mudas de arroz, os produtos

promoveram incremento na altura, das mudas, alongamento das raízes e aumento do volume de raízes secundárias.

Ainda no Japão, a aplicação de “Sannekka E”, uma mistura comercial de fino de carvão e extrato pirolenhoso na dose de 400 kg ha⁻¹ em cobertura, na cultura da cana-de-açúcar, provocou aumento significativo no comprimento e número de colmos, além de aumento de 2 a 16% e 23 a 36% no teor de sacarose para cana planta e soca, respectivamente. Foi observado, também, aumento de cerca de 43% na produção de massa seca para cana soca (UDDIN et al., 1994). Estudando outra variedade de cana-de-açúcar, em plantio de verão, foi constatado que a aplicação de 400 kg ha⁻¹ de “Sannekka E” proporcionou incremento no tamanho, número e diâmetro de colmos, além de aumentar o teor de sacarose e crescimento radicular das plantas (UDDIN et al., 1995).

Utilizando o mesmo produto, DU et al. (1997) realizaram cinco experimentos em três locais do Japão, entre 1990 e 1995, e verificaram que os tratamentos com a aplicação de ‘Sannekka E’ proporcionaram aumentos significativos na concentração de sacarose de melão [*Cucumis melo* (L.) var. *reticulatus* Naud.].

APLICAÇÕES DE EXTRATO PIROLENHOSO NO CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

DORAN (1932), afirmou que o extrato pirolenhoso é eficiente quando utilizado na desinfecção de solos.

FURTADO et al. (2002) constataram, “in vitro”, que o extrato pirolenhoso, na dose de 1 mL L⁻¹ inibiu totalmente o crescimento micelial de *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium clavatum* e *Rhizoctonia solani*, isolados de mudas de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), e também inibiu a germinação dos conídios de *B. cinerea* na proporção de 2,2; 3,1 e 4,3% nas doses de 1, 4 e 6 mL L⁻¹, respectivamente.

Segundo MAEKAWA (2002), o EP, quando aplicado na diluição 1-10 vezes, controla as ervas daninhas e melhora o crescimento da cultura subsequente. Na

diluição de 20 a 30 vezes, esteriliza o solo e nas diluições de 50 a 200 vezes é indicado para problemas sanitários de raízes. O autor descreve ainda que, quando usado nas diluições de 300 a 400 vezes, o EP mostra-se eficiente no controle de pragas e patógenos, devendo, preferencialmente, ser misturado a outros extratos de plantas.

Segundo SAIGUSA (2002), o efeito ativador ou inibidor do EP sobre os organismos vivos depende de sua concentração. O autor descreve que, a fim de controlar os danos causados por ataque de insetos, deve-se aplicar a solução de extrato pirolenhoso 2 ou 3 vezes ao mês por meio de pulverizações e, no caso de microrganismos, a solução tem efeito instantâneo e pouco duradouro. O EP é eficiente para recuperar a vitalidade e ao mesmo tempo fortalecer o sistema de defesa que existe na planta, reduzindo, assim, o grau de danos causados por microrganismos. No entanto, para assegurar a eficácia do produto, é preciso garantir sua qualidade, que depende da madeira utilizada para queima, do método de obtenção do EP e também do modo de preparo das soluções.

OBJETIVOS

Avaliar o efeito da utilização de fino de carvão e extrato pirolenhoso nos atributos químicos do solo, na absorção de nutrientes, no desenvolvimento inicial de plantas de milho e na evolução de CO₂ do solo. Avaliar o efeito da aplicação do EP no controle do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus phoenicis*) e a toxicidade do EP para *Eisenia fetida*.

REFERÊNCIAS

BRITO, J.O. **Pró-carvão**: relatório sobre a cadeia produtiva de carvão vegetal e lenha do Estado de São Paulo. SINCAL/FCESP/SEBRAE, 2000.

CUADRA, R.; CRUZ, X.; PEREIRA, E.; MARTIN, E.; DIAZ, A. Algunos compuestos naturales con efecto nematicida. **Revista de Protección Vegetal**, La Habana, v.24, n.15, p.31-37, 2000.

DORAN, W.L. Acetic acid and pyroligneous acid in comparison with formaldehyde as soil disinfectants. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.44, n.7, p.571-578, 1932.

DU, H.G.; OGAWA, M.; ANDO, S.; TSUZUKI, E.; MURAYAMA, S. Effect of mixture of charcoal with pyroligneous acid on sucrose content in netted melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) fruit. **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.66, n.3, p.369-373, 1997.

ESECHIE, H.A.; DHALIWAL, G.S.; ARORA, R.; RANDHAWA, N.S.; DHAWAN, A.K. Assessment of pyroligneous liquid as a potential organic fertilizer. In: Ecological agriculture and sustainable development, 1997, Chandigarh, India. **Proceedings...** Chandigarh: Center of Research in rural and Industrial Development, 1998, v.1, p. 591-595.

FURTADO, G.R.; PEREIRA, R.T.G.; ZANETTI, R.; SOUZA-SILVA, A. Efeito do ácido pirolenhoso *in vitro* sobre isolados de *Botrytis cinérea*, *Cylindrocladium clavatum* e *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, suplemento, v.27, p.112, 2002.

IBGE 2003: produção da extração vegetal e da silvicultura. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2003. p.1-43.

ISOBE, K.; FUJII, H.; TSUBOKI, Y. Effect of charcoal on the yield of sweet potato. **JAPANESE JOURNAL OF CROP SCIENCE**. Tokyo, v.65, n.3, p. 453-459, 1996.

MAEKAWA, K. Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura (APAN – Associação dos produtores de Agricultura natural). 2002. **Apostila**.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. Técnicas de produção e uso de fino de carvão e licor pirolenhoso In: I ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: Controle ecológico de pragas e doenças. **Resumos...** Botucatu, SP, p.161-176, 2001.

NUMATA, K.; OGAWA, T.; TANAKA, K. Effects of pyroligneous acid (wood vinegar) on the several soilborne diseases. **Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society**, Omagary, v.5, n.41, p.107-110, 1994.

SAIGUSA, T. Aplicação de extrato pirolenhoso na agricultura (APAN – Associação dos produtores de Agricultura natural). 2002. **Apostila**.

SHIBAYAMA, H.; MASHIMA, K.; MITSUMORI, M.; ARIMA, S. Effects of application of pyroligneous acid solution produced in Karatsu city on growth and free sugar contents of storage roots of sweet potatoes. **Marine and Highland Bioscience Center Report**, Phukel, v.7, p.15-23. 1998.

SU, D.C.; WONG, J.W.C. Chemical speciation and phytoavailability of Zn, Cu, Ni and Cd in soil amended with fly ash-stabilized sewage sludge. **Environment Internacional**, Tokyo, n.29, p.895-900, 2003.

TSUZUKI, E.; MORIMITSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plant. **Japan Journal Crop Science**, Tokyo, v.66, n.4, p.15-16, 2000.

TSUZUKI, E.; WAKIYAMA, Y.; ETO, H.; HANDA, H. Effect of Pyroligneous Acid and Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on the Growth and Yield of Rice Plant. **Japan Journal Crop Science**, Bankyo-ku, Tokyo, v.58, n.4, p.592-597, 1989.

UDDIN, S.M.M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E. Effect of the Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on cane and sugar yield of spring and ratoon crops of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japan Journal Crop Science**, v.38, n.4, p.281-285, 1994.

UDDIN, S.M.M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E.; HARADA, J. Effect of the Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on dry matter production and root growth of summer planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japan Journal Crop Science**, Tokyo, v.64, n.4, p.747-753, 1995.

ZANETTI, M.; FERNANDES, C.; CAZETTA, J.O.; CORÁ, J.E.; MATTOS JUNIOR, D. Caracterização física de substratos para a produção de mudas cítricas sob telado. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.2, p.519-530, 2003.

ZANETTI, M. **Uso de sub-produtos da fabricação de carvão vegetal na formação do porta-enxerto de limoeiro cravo em ambiente protegido**. 2004. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CAPÍTULO 2 – ATRIBUTOS DO SOLO E ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES POR PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS EM SOLO TRATADO COM FINO DE CARVÃO E EXTRATO PIROLENHOSO

RESUMO

Embora o fino de carvão e o extrato pirolenhoso venham sendo apontados como insumos promissores para a agricultura, faltam informações científicas sobre os efeitos da aplicação dos mesmos no solo e nas plantas, bem como sobre doses a serem aplicadas. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de fino de carvão sobre os atributos químicos do solo e o efeito da aplicação do fino de carvão e do extrato pirolenhoso sobre a absorção de nutrientes e o desenvolvimento inicial de plantas de milho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Jaboticabal-SP em 2005. Foram utilizados vasos com capacidade para 4,0 dm³ aos quais foram adicionados 3,2 dm³ de solo e os tratamentos consistindo de 0, 3, 6, 12 e 24% (v/v) de fino de carvão e 0 e 2% (v/v) de extrato pirolenhoso (aplicado em solução aquosa em quantidade suficiente para se obter 70% da capacidade de retenção de água do solo). O fino de carvão provocou pequenos aumentos no teor de potássio e no índice de saturação por bases do solo, bem como pequenas reduções nos teores de magnésio, na capacidade de troca de cátions e na acidez trocável. Nas plantas, o fino de carvão aumentou os teores de potássio e fósforo e diminuiu os teores de magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco. O extrato pirolenhoso reduziu apenas o teor de nitrogênio nas plantas de milho. Entretanto, essas modificações não se refletiram na produção de matéria seca.

Palavras-chave: ácido pirolenhoso, subprodutos de carvão, carvão

EFFECTS OF THE APLICATIONS OF PYROLIGNEOUS EXTRACT AND FINELY GROUNDED CHARCOAL ON NUTRIENT'S ABSORPTION AND INITIAL DEVELOPMENT OF MAIZE PLANTS

ABSTRACT

Although the finely grounded charcoal and the pyroligneous extract have been pointed as promising materials for agriculture, scientific informations about their effects on the plants, soils and doses to be applied are lean. In this way, this work was conducted with the objective of evaluating the effects of finely grounded charcoal on the chemical properties of the soil and the effects of finely grounded charcoal and pyroligneous acid on the absorptions of nutrients and initial development of maize plants (*Zea mays L.*). The research was conducted in a greenhouse on Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Jaboticabal-SP in 2005. There were used pot's with capacity for 3,5 dm³, in which were added 3,2 dm³ of soil and the treatments constituting 0, 3, 6, 12, and 24 % (v/v) of finely grounded charcoal and 2% (v/v) of pyroligneous extract mixture in enough quantity watery solution to obtain 70% of retain capacity of water soil. The effects of the finely grounded charcoal did not influence the calcium drift and basis adding, but promoted an increasing on pH, potassium drift and V%, as well as a decrease on CTC, H+Al and magnesium drift's. On plants, the finely grounded charcoal provided an increasing on P and K drifts and reduction on Mg, Cu, Fe, Mn and Zn drift's. The pyroligneous extract influenced only on the quantity of N in plants. The production of dry matter was not affected by any of the treatments.

Keywords: pyroligneous acid, charcoal by-product, charcoal

1. INTRODUÇÃO

O extrato pirolenhoso (EP) e o fino de carvão (FC) são subprodutos da produção do carvão vegetal, sendo obtidos, respectivamente, da condensação da fumaça no processo de queima da madeira da classificação do carvão em peneiras acopladas a vibradores mecânicos.

Vários autores têm destacado as potencialidades e aplicações desses produtos, isoladamente ou combinados. No entanto, a maior parte das pesquisas sobre a utilização de FC e EP, de difícil acesso, foram publicadas no Japão (DU et al., 1997; ISOBE et al., 1996; NUMATA et al., 1994; SU & WONG, 2003; TSUZUKI et al., 2000; TSUZUKI et al., 1989; UDDIN et al., 1994; UDDIN et al., 1995) e as informações encontradas sobre esses produtos, no Brasil, são quase exclusivamente provenientes de apostilas fornecidas pela APAN (Associação dos Produtores de Agricultura Natural), revelando, assim, a necessidade de mais pesquisas científicas sobre as potencialidades e riscos da utilização destes derivados da produção do carvão. Faltam também informações científicas sobre o efeito desses produtos no solo e nas plantas, bem como há carência de dados sobre doses a serem aplicadas, especialmente nas condições tropicais. Assim, idealizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação do EP e do FC em alguns atributos químicos do solo, na absorção de nutrientes e no desenvolvimento inicial de plantas de milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A fim de estudar o efeito da aplicação do FC ao solo e da combinação de 5 doses de FC e duas doses de EP na absorção de nutrientes e no desenvolvimento das plantas de milho, foi desenvolvido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP entre outubro e dezembro de 2005. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico, textura média, coletado na camada arável (0-20 cm), que após seco à sombra, destorroado e passado em peneira com 4

mm de abertura de malha, foi amostrado e caracterizado quanto à sua fertilidade, de acordo com a metodologia descrita em Raij et al. (2001). Os dados obtidos foram: P resina = 26 mg dm⁻³; M.O. = 19 g dm⁻³; pH em CaCl₂ = 4,3; K = 1,6 mmol_c dm⁻³; Ca = 6 mmol_c dm⁻³; Mg = 2 mmol_c dm⁻³; H+Al = 42 mmol_c dm⁻³; SB = 10 mmol_c dm⁻³; CTC = 52 mmol_c dm⁻³; V = 19%; Al⁺³ = 6 mmol_c dm⁻³; S-SO₄²⁻ = 14 mg dm⁻³; B = 0,24 mg dm⁻³; Cu = 1,7 mg dm⁻³; Fe = 16 mg dm⁻³; Mn = 49,7 mg dm⁻³ e Zn = 0,9 mg dm⁻³.

Os fino de carvão e o extrato pirolenhoso, ambos produzidos a partir de plantas de eucalipto, foram adquiridos de produtores de Bariri e Jacareí-SP e amostrados para caracterização química. As amostras de FC foram trituradas em almofariz antes de serem submetidas às análises químicas. As amostras de FC (1,0g) e EP (5,0mL) foram submetidas à digestão sulfúrica para análise de N e à digestão nitroperclórica para na análise dos demais nutrientes. A análise de N foi realizada pelo método de Kjeldahl e as análises dos demais nutrientes por absorção atômica. A determinação de C nas amostras de extrato pirolenhoso foi feita pelo método de Tiurin (oxidação por via úmida), conforme descrito por DABIN (1976). A determinação de C nas amostras de FC foi feita com base na norma ASTM-D-1762-64, adaptada para o carvão vegetal por OLIVEIRA et al. (1982). Os resultados da análise química estão na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do fino de carvão (FC) e do extrato pirolenhoso (EP).

Produto	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹			
	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
FC	360	1,69	0,002	0,8	2,45	0,52	3215,5	8,95	169,88	15,31
EP	g L ⁻¹						mg L ⁻¹			
	1,3	0,60	0,03	0,03	0,03	0,003	18,81	0,06	1,06	0,93

Os tratamentos foram compostos pela combinação, em esquema fatorial, de 5 doses de fino de carvão (FC) e 2 doses de extrato pirolenhoso. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições.

Após a caracterização do solo, do FC e do EP, massas de solo correspondentes a 3,2 dm³ foram misturadas aos corretivos de acidez e às diferentes doses de fino de carvão em sacos de plástico com capacidade para 5,0 dm³. As doses de fino de carvão utilizadas foram 0; 3; 6; 12 e 24% (v/v) do volume de solo (3,2 dm³). Para a calagem

empregou-se quantidades de carbonato de cálcio e de hidroxicarbonato de magnésio (relação Ca:Mg de 3:1) necessárias para se obter índice de saturação por bases (V%) igual a 70%. Depois de homogeneizado, o conteúdo dos sacos foi transferido para vasos de plástico com capacidade para 4,0 dm³ e umedecido com água destilada a 70% da capacidade de retenção do solo. Em seguida, os vasos foram cobertos com folhas de papel para restringir as perdas de água por evaporação e a primeira fase da incubação conduzida por 21 dias, mantendo-se as condições adequadas de umidade através de reposição das perdas três vezes ao dia. Após esta primeira fase, o conteúdo de cada vaso foi vertido em bandejas de plástico, seco à sombra e, depois de homogeneizado, foi retirada amostra de 0,3 dm³ para caracterização química de rotina (RAIJ et al., 2001).

Quatorze dias após o início da incubação foi realizada a primeira adubação quando foram aplicados, em solução aquosa, KCl, KH₂PO₄, (NH₄)₂SO₄, uréia, H₃BO₃, ZnSO₄ e NH₄Mo, a fim de adicionar 100 mg dm⁻³ de P; 100 mg dm⁻³ de K; 125 mg dm⁻³ de N; 20 mg dm⁻³ de S; 0,5 mg dm⁻³ de B; 1 mg dm⁻³ de Zn e 0,02 mg dm⁻³ de Mo.

Depois de coletada a amostra, o solo restante foi retornado aos vasos e então se fez a aplicação das doses 0 e 2% (v/v) de extrato pirolenhoso (aplicado em solução aquosa em quantidade suficiente para se obter 70% da capacidade de retenção de água do solo). Uma semana após a aplicação do EP, foi realizada a semeadura de 10 sementes por vaso de milho (super precoce, AL-Piratininga) a uma profundidade de 3 cm. Cinco dias após a emergência das plantas foi realizado o desbaste deixando-se 5 plantas em cada vaso.

Dez dias após a emergência das plantas foi realizada a segunda adubação na qual foram aplicados apenas uréia e KCl a fim de adicionar 100 mg dm⁻³ de N e 50 mg dm⁻³ de K. Posteriormente, foram realizadas adubação semanais adicionando-se a mesma quantidade descrita para a segunda adubação.

Aos 45 dias após a emergência, a parte aérea das plantas foi cortada rente ao solo e o material vegetal, depois de seco em estufa (60-70^o C) até peso constante, foi pesado para a determinação da produção de matéria seca, moído e submetido à

análise de macronutrientes e micronutrientes seguindo a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey (5%) e os dados foram submetidos a análises de regressão polinomial. Os dados referentes às amostras de plantas foram analisados em esquema fatorial 5x2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alterações nos atributos químicos do solo provocadas pela adição de FC encontram-se na Tabela 2, na qual se pode observar que todos os atributos avaliados foram influenciados pela aplicação do resíduo, exceto o teor de cálcio e soma de bases. O pH aumentou a partir da aplicação de 6% (v/v) de FC, sendo encontrado um aumento máximo de 0,4 unidade com a dose de 24% (v/v). Por outro lado, a quantidade de matéria orgânica do solo diminuiu com a aplicação do produto, que provocou um decréscimo máximo de cerca de 9%, com a aplicação das doses de 12 e 24% (v/v) de FC. Além do efeito de diluição do solo, deve ser considerada também a possibilidade de que o método comumente utilizado para análise de matéria orgânica em solos no Estado de São Paulo pode não ser adequado para o caso de amostras contendo fino de carvão. Assim, outros métodos deveriam também ser testados a fim de investigar os efeitos da aplicação do resíduo no teor de matéria orgânica dos solos.

Tabela 2. Atributos químicos do solo 21 dias após a aplicação de corretivos e de 0, 3, 6, 12 e 24% (v/v) de fino de carvão (FC).

Dose de FC (%)	pH (CaCl ₂)	M.O. -----(mg dm ⁻³)-----	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V %	
				-----mmol _c dm ⁻³ -----							
0	5,5 C	17 A	89 AB	3,6 C	18,9 A	6,9 AB	25,4 A	29,5 A	54,9 A	53 C	
3	5,5 C	17 A	92 AB	3,7 C	19,3 A	7,1 A	24,3 A	30,3 A	54,5 A	55 AB	
6	5,7 B	16 AB	93 A	3,9 BC	17,9 A	6,8 AB	23,9 AB	25,3 A	52,5 AB	55 AB	
12	5,7 B	15 B	84 B	4,1 B	18,0 A	6,5 B	22,4 B	28,5 A	50,9 B	56 B	
24	5,9 A	16 AB	87 AB	4,4 A	19,8 A	5,9 C	20,3 C	30,3 A	50,5 B	59 A	
Teste F	96,37**	4,88**	2,91 *	27,69**	2,11 ^{ns}	10,4**	22,10**	1,79 NS	6,09**	11,22**	
Dms (5%)	0,06	1,29	8,71	0,26	2,25	0,60	1,71	6,34	3,31	2,86	
C.V.	0,80	5,62	6,82	4,66	8,34	6,31	5,13	15,34	4,38	3,56	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

*significativo ao nível de 5% de probabilidade;

**significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{ns} não significativo nível de 5% de probabilidade.

O fino de carvão diminuiu em até 14,5% o teor de Mg, 20,2% o de H+Al e em 8% a CTC. A redução da CTC provavelmente deu-se em função da redução da diminuição da matéria orgânica. A redução do teor de magnésio no solo provocada pela aplicação do fino de carvão provavelmente deveu-se a um efeito de diluição do solo. Não deve ser ignorado que na amostra que contém 24% (v/v) de fino de carvão, deve haver uma redução de 24% no volume de solo.

O teor de K e o V% foram aumentados principalmente pela aplicação de 24% (v/v) de FC (Tabela 2), sendo os aumentos máximos de 0,81 mmol_c dm⁻³ e 6,25, respectivamente. Este pequeno aumento no teor de potássio e a pequena quantidade de potássio no fino de carvão (0,8 g kg⁻¹) eram esperados uma vez que, sendo o produto proveniente de indústrias, não deve conter grande quantidade de cinzas. Espera-se que finos de carvão contendo maiores teores de potássio sejam coletados em fornos, onde normalmente se encontra grande quantidade de cinzas.

Observou-se que a aplicação de fino de carvão não provocou modificações nas quantidades de N, S e Fe absorvidas pelas plantas. Entretanto, a aplicação de fino de carvão aumentou as quantidades de P e K absorvidas, bem como reduziu a absorção

de Cu, Mn e Zn. A quantidade máxima acumulada de P e K nas plantas foi de 0,003 e 0,20 g por vaso, ambos correspondentes aos tratamentos que continham as maiores doses de fino de carvão (Tabela 3 e 4). Entretanto, estes aumentos não apresentaram qualquer influência no desenvolvimento das plantas (Tabela 5).

Tudo indica que as reduções nas quantidades de Cu, Mn e Zn absorvidas pelas plantas se devam à redução da disponibilidade dos elementos por adsorção ao FC e devido ao aumento do pH do solo provocado pela adição do mesmo, pois, segundo RAIJ et al. (1991), o cobre tem sua solubilidade reduzida com a elevação do pH, podendo ainda ser retido na forma de complexos muito estáveis com materiais orgânicos, o que também pode ocorrer com o manganês. Segundo o autor, calagens a valores de pH acima de 6,0 podem induzir deficiência de zinco. Isto poderia ser esperado também para o Fe, entretanto, tudo indica que a diminuição de disponibilidade de Fe deve ser compensada pelo acréscimo de Fe promovido pela aplicação do fino de carvão.

Embora tenham sido verificadas diminuições das quantidades absorvidas de Cu, Mn e Zn, não se observou qualquer sintoma de deficiência nutricional, nem tampouco redução na produção de matéria seca pelas plantas de milho.

Foi observado efeito resultante da interação entre os fatores FC e EP apenas para as quantidades de Ca e Mg absorvidas pelas plantas (Tabela 4). Na presença de EP, observou-se que o FC não influenciou na absorção de Ca pelas plantas. Na ausência do EP, observa-se que há um efeito do FC na absorção de Ca pelas plantas, embora este efeito não possa ser desvendado com os dados obtidos neste trabalho. Para o Mg, observou-se que, na ausência do EP, apenas as plantas cultivadas em solo tratado com 24% (v/v) de FC tiveram diminuição da quantidade desse nutriente absorvida em relação ao tratamento testemunha. Na presença de EP, notou-se que as doses de 12 e 24% (v/v) de FC provocaram redução na absorção de magnésio pelas plantas, sendo estas reduções de 12,9 e 13,9%, respectivamente. Isto provavelmente se deveu à redução do elemento no solo, provocada pela aplicação do FC.

Tabela 3. Concentração de macronutrientes e de micronutrientes na parte aérea de plantas de milho cultivadas por 45 dias em vasos contendo 3,2 dm³ de solo e diferentes proporções de fino de carvão (FC) e extrato pirolenhoso (EP).

	P	S	N	K	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g por vaso-----				-----mg por vaso-----			
FC (%)								
0	2,0 B	0,41 A	0,84 A	0,75 C	0,25 AB	2,9 A	5,1A	0,7 AB
3	2,0 B	0,35 A	0,87 A	0,78 C	0,27 A	2,6 A	4,8 AB	0,8,2 A
6	2,0 B	0,44 A	0,87 A	0,80 C	0,26 A	2,6 A	5,0 A	0,7 AB
12	3,0 A	0,44 A	0,88 A	0,87 B	0,23 BC	2,7 A	4,5 BC	0,6 B
24	3,0 A	0,45 A	0,82 A	0,95 A	0,21 C	2,7 A	4,4 C	0,6 B
Teste F	9,95 **	1,28 ^{ns}	3,11*	26,97**	8,49**	2,02 ^{ns}	9,06**	3,68 **
Dms(5%)	0,43	0,16	0,07	0,06	0,03	0,4	0,45	0,13
EP (%)								
0	2,53 A	0,40 A	0,86 A	0,82 A	0,25 A	2,7 A	4,7 A	0,7 A
2	2,52 A	0,44 A	0,85 A	0,83 A	0,24 A	2,7 A	4,8 A	0,7 A
Teste F	0,90 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,46 ^{ns}	2,45 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,67 ^{ns}
Dms (5%)	1,19	0,07	0,03	0,03	0,02	1,64	0,22	0,06
FC X EP	1,63 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,34 ^{ns}	2,53 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,92 ^{ns}
C.V.	11,67	26,28	4,89	5,25	9,17	9,51	6,59	13,57

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (*)

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

*significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Além das alterações nas quantidades absorvidas de macronutrientes e micronutrientes, foram avaliados também os efeitos da aplicação do EP e do FC na produção de matéria seca da parte aérea e de raízes, no diâmetro e na altura das plantas de milho (Tabela 5). Observa-se que nenhuma dessas variáveis foi afetada pela aplicação dos produtos. Essas informações contrastam com as fornecidas por TSUZUKI et al. (1989) de que a aplicação desses produtos aumentaria o desenvolvimento de raízes e a altura de plantas.

Tabela 4. Concentração de Ca e Mg na parte aérea de plantas de milho cultivadas por 45 dias em vasos contendo 3,2 dm³ de solo e diferentes proporções de fino de carvão (FC) e extrato pirolenhoso (EP)

Variável	Dose de EP (%)	Dose de FC (%)					F
		0	3	6	12	24	
Ca (g/vaso)	0	0,22 ABa	0,21 Ba	0,25 Aa	0,21 Ba	0,24 ABa	3,23*
	2	0,23 Aa	0,23 Aa	0,21 Ab	0,21 Aa	0,21 Aa	
Mg (g/vaso)	0	0,15 Aa	0,14 ABa	0,14 ABa	0,15 ABa	0,14 Ba	2,94*
	2	0,16 Aa	0,15 Aa	0,15 Aa	0,14 Bb	0,13 Ba	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (*)

*significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 5: Acúmulo de matéria seca na parte aérea, nas raízes, altura e diâmetro do caule de plantas de milho cultivadas em solo tratado com fino de carvão e extrato pirolenhoso.

FC(%) v/v	Matéria seca		Diâmetro do caule	Altura das plantas
	parte aérea	raízes		
-----g por vaso-----cm-----				
0	67,91 A	43,35 A	1,11 A	62,73 A
3	70,88 A	41,64 A	1,09 A	67,33 A
6	70,40 A	41,32 A	1,08 A	63,18 A
12	70,76 A	41,28 A	1,07 A	66,59 A
24	70,60 A	41,21 A	1,06 A	65,64 A
Teste F	1,27 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,32
DMS	4,51	5,07	0,09	6,93
EP (%)				
0	69,18 A	42,63 A	1,07 A	66,26 A
2	71,04 A	40,89 A	1,09 A	63,93 A
Teste F	3,54 ^{ns}	2,44 ^{ns}	1,15 ^{ns}	2,14 ^{ns}
DMS	2,01	2,26	0,04	3,14
FC X EP	0,59 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,07
C.V.	4,44	8,38	12,83	17,29

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Dada a magnitude das doses dos produtos utilizadas e os pequenos inexpressividade dos efeitos causados na fertilidade do solo, na nutrição e no desenvolvimento das plantas de milho, pode-se afirmar, para as condições em que foi

realizado este trabalho, que a aplicação de fino de carvão e de extrato pirolenhoso ao solo não traz benefícios para o crescimento das plantas de milho.

4. CONCLUSÃO

A aplicação de FC e EP levou a pequenas variações nos atributos de fertilidade do solo, insuficientes para alterar a resposta de crescimento de plantas de milho.

5. REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.R.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: IAC, Boletim Técnico n.78, 1983.

DABIN, B. Curso sobre matéria orgânica do solo. Piracicaba. CENA, 1976, 115p.

DU, H.G.; OGAWA, M.; ANDO, S.; TSUZUKI, E.; MURAYAMA, S. Effect of mixture of charcoal with pyroligneous acid on sucrose content in netted melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) fruit. **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.66, n.3, p.369-373, 1997.

ISOBE, K.; FUJII, H.; TSUBOKI, Y. Effect of charcoal on the yield of sweet potato. **Japanese Journal of Crop Science**. Tokyo, v.65, n.3, p. 453-459, 1996.

NUMATA, K.; OGAWA, T.; TANAKA, K. Effects of pyroligneous acid (wood vinegar) on the several soilborne diseases. **Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society**, Omagary, v.5, n.41, p.107-110, 1994.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. 1(ed). Campinas: Agronômica Ceres, 2001. 343p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química de solo para fins de fertilidade**. 1(ed). Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p

SU, D.C.; WONG, J.W.C. Chemical speciation and phytoavailability of Zn, Cu, Ni and Cd in soil amended with fly ash-stabilized sewage sludge. **Environment Internacional**, Tokyo, n.29, p.895-900, 2003.

TSUZUKI, E.; MORIMITSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plant. **Japan Journal Crop Science**, Tokyo, v.66, n.4, p.15-16, 2000.

TSUZUKI, E.; WAKIYAMA, Y.; ETO, H.; HANDA, H. Effect of Pyroligneous Acid and Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on the Growth and Yield of Rice Plant. **Japan Journal Crop Science**, Bankyo-ku, Tokyo, v.58, n.4, p.592-597, 1989.

UDDIN, S.M.M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E. Effect of the Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on cane and sugar yield of spring and ratoon crops of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japan Journal Crop Science**, v.38, n.4, p.281-285, 1994.

UDDIN, S.M.M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E.; HARADA, J. Effect of the Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on dry matter production and root growth of summer planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japan Journal Crop Science**, Tokyo, v.64, n.4, p.747-753, 1995.

CAPÍTULO 3 – EFICIÊNCIA DE DIFERENTES PREPARAÇÕES DE EXTRATO PIROLENHOSO SOBRE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939)

RESUMO - *Brevipalpus phoenicis* é o vetor da leprose dos citros, atualmente um dos principais problemas da citricultura paulista. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito acaricida e repelente de duas preparações diferentes de extrato pirolenhoso (EP) aplicadas sobre *Brevipalpus phoenicis*, em condições de laboratório. O experimento foi realizado com ácaros mantidos numa criação-estoque no laboratório de Acarologia da FCAV/UNESP, em Jaboticabal-SP. O experimento constou de 13 tratamentos, constituídos da aplicação de água (testemunha) e de duas diferentes preparações (destilado e decantado) de extrato pirolenhoso de eucalipto nas proporções EP:água de 1:600; 1:300; 1:150; 1:75; 1:38 e 1:19, com 7 repetições. Cada parcela foi constituída de 10 ácaros mantidos sobre um fruto de laranja, em arena de 2,5 cm de diâmetro isolada com barreira adesiva. Após a confecção das arenas e transferência dos ácaros, efetuaram-se as pulverizações em Torre de Potter, aplicando-se 2 mL por fruto das soluções correspondentes aos diferentes tratamentos. Após aplicação dos tratamentos, os frutos foram mantidos em sala climatizada. As avaliações foram realizadas 24 e 48 horas após a aplicação dos tratamentos, anotando-se o número de ácaros mortos (mortalidade) e de retidos na barreira adesiva (repelência). O EP destilado causou maior mortalidade que o EP decantado. Por outro lado, nenhum dos dois tipos de extrato provocou qualquer efeito de repelência sobre *B. phoenicis*.

Termos para indexação: ácaro da leprose dos citros, controle químico, ácido pirolenhoso.

EFFICIENCY OF DIFFERENT PYROLIGNEOUS EXTRACT PREPARATIONS ON *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939)

ABSTRACT – *Brevipalpus phoenicis* is the citrus leprosis vector, currently one of main problems of the São Paulo State citriculture. At this, the present work had the objective to evaluate the acaricide and repellent effects of two different pyroligneous extract preparations (PE) applied on *Brevipalpus phoenicis*, under laboratory conditions. The experiment was carried out with mites kept in a creation-supply in the laboratory of Acarology of the FCAVJ-Unesp, at Jaboticabal-SP. The experiment consisted of 13 treatments: application of water (control) and two different preparations (distilled and decanted) of pyroligneous extract of eucalyptus in volumetric ratios PE : water of 1:600, 1:300, 1:150, 1:75, 1:38 and 1:19, with 7 repetitions. Each plot was constituted of 10 mites kept on an orange fruit, in enclosure of 2.5 cm diameter isolated by an adhesive barrier. After the confection of the enclosures and transference of the mites, were applied 2 mL per fruit of solutions corresponding to the different treatments in Potter's Tower. After application of treatments, the fruits were kept in climatized room. The evaluations of the number of dead mites (mortality) and restrained in the adhesive barrier (repellence) were carried out 24 and 48 hours after the application of the treatments. The two types of extract presented different levels of mortality, being observed mortality of 95% in the highest concentration of distilled PE. On the other hand, none of two types of extract showed any effect of repellence on *B. phoenicis*.

Index terms: citrus leprosis mite, chemical control, pyroligneous acid.

INTRODUÇÃO

A cultura dos citros abrange um milhão de hectares no Brasil e aproximadamente 84% desta área encontra-se no Estado de São Paulo. Em 2003, a safra atingiu mais de 1,7 milhão de toneladas, gerando milhares de empregos decorrentes da colheita manual e mais de um bilhão de dólares provenientes, principalmente, da exportação de suco concentrado e congelado (AGRIANUAL, 2004).

Entretanto, a produtividade da laranja é considerada baixa, principalmente devido às várias pragas e doenças. Segundo BENTO (2000), as perdas superam 189 milhões de dólares anualmente.

A leprose, um dos principais problemas da citricultura paulista atualmente, é uma doença transmitida pelo ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939). No fruto, a doença manifesta-se através de lesões que chegam a causar sua queda, resultando em perdas de produção consideráveis. A doença está presente também nos ramos e nas folhas, quando em alto nível de infestação (CAMPOS NETO et al, 1993). Visando diminuir esses danos, vários pesquisadores têm realizado trabalhos para controlar quimicamente o vetor e todos os anos são experimentados novos defensivos agrícolas que proporcionem boa eficiência de controle, mais econômicos, que interfiram menos no equilíbrio e que sejam menos tóxicos (CLARI et al., 1993).

O extrato pirolenhoso, também conhecido como ácido pirolenhoso, líquido pirolenhoso ou vinagre de madeira, é um líquido resultante da condensação da fumaça originada da carbonização de madeiras. Segundo MIYASAKA et al. (2001), o extrato pirolenhoso bruto não deve ser utilizado na agricultura sem ser purificado e deve ser eliminado o alcatrão solúvel logo após a obtenção do produto, o que pode ser realizado industrialmente por destilação sob vácuo ou, artesanalmente, via decantação. No processo de decantação, o produto é submetido a repouso por tempo superior a 100 dias, o que promove a separação em três fases, sendo que a fase superior contém óleos leves, a fase central o pirolenhoso puro e a fase inferior, o alcatrão precipitado.

Na literatura consultada não se encontrou informação detalhada sobre a caracterização química de preparações artesanais deste produto, mas segundo

MAEKAWA (2002) o extrato pirolenhoso filtrado após a decantação é composto de 80 a 90% de água e 10 a 20% de compostos orgânicos, sendo o principal deles o ácido acético.

De acordo com dados levantados por ZANETTI (2004) o extrato pirolenhoso destilado e comercializado no Brasil pela empresa Biocarbo contém 85% de água, além de fenol (0,2%), guaiacol (0,1%), cresol (0,1%), o-cresol (1,1%), siringol (1,0%), 4-metilsiringol (1,1%), 4-etilsiringol (0,6%), 4-alilsiringol (0,2%), ácido acético (5,1%), ácido propiônico (0,7%), ácido butírico (0,2%), ácido crotônico (0,1%), acetona (0,2%), acetato de metila (0,6%), 2-ciclopentadiona (0,1%), 3-propionato de etila (0,2%), furfural (0,1%), 5-metilfurfural (0,1%), 4-pentanona (0,1%), butanona (0,5%), 2-buten-4-diona (0,1%), metanol (0,1%), acetoinpropilenoglicol (0,1%), álcool furfurílico (0,1%), cicloteno (0,4%), maltol (0,1%), 5-hidroximetil-2-furfural (1,2%).

Segundo MAEKAWA (2002), quando aplicado em diluições de 300 a 400 vezes, o extrato pirolenhoso apresenta-se promissor no controle de pragas e doenças, podendo ser aplicado isoladamente ou misturado com outros extratos de plantas.

Apesar de todas as sugestões acerca da utilização do extrato pirolenhoso, existe escassez de informações científicas que possam dar suporte à correta utilização deste produto, especialmente sob as condições tropicais. Sendo assim, pretendeu-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito acaricida e repelente de duas formas distintas de obtenção e preparação do extrato pirolenhoso (extrato pirolenhoso produzido e destilado industrialmente e extrato pirolenhoso obtido e purificado artesanalmente) aplicados sobre *Brevipalpus phoenicis* em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *Brevipalpus phoenicis* foram obtidos de criações-estoque mantidas em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 3^\circ \text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$ no laboratório de Acarologia da FCAV/UNESP, em Jaboticabal-SP. A criação

estoque consiste de ácaros mantidos sobre frutos de laranja, nos quais são feitas arenas de 2,5cm delimitadas por cola adesiva tipo Tanglefoot®.

O extrato pirolenhoso destilado foi obtido da Biocarbo Indústria e Comércio Ltda e comercializado com o nome de Biopiról®. O extrato pirolenhoso artesanal foi produzido na propriedade do Sr. Valentin Fachinetti, no município de Itápolis-SP, oriundo de forno de produção de carvão de eucalipto. Após a obtenção, este foi armazenado em tambor de polietileno mantido tampado e em repouso por cerca de 100 dias, para coleta da fase aquosa (extrato pirolenhoso).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e 7 repetições, sendo o experimento conduzido em mesmo local e condições da criação estoque. Cada repetição constou de 10 ácaros aproximadamente de mesma idade, em um fruto de laranja da variedade Pêra, parafinado e delimitado por arenas de 2,5 cm de diâmetro isoladas com barreira adesiva. Os tratamentos foram constituídos de água (testemunha) e dois tipos de extrato pirolenhoso (destilado e decantado) em seis proporções EP:água, sendo elas 1:600; 1:300; 1:150; 1:75; 1:38 e 1:19. Imediatamente antes da aplicação dos tratamentos, as diluições foram agitadas a fim de evitar a decantação do produto. Após a delimitação das arenas e transferência dos ácaros, foram realizadas as pulverizações de 2 mL de cada tratamento em Torre de Potter e os frutos mantidos em sala climatizada durante o período de condução do experimento. As avaliações foram realizadas 24 e 48 horas após a pulverização. As variáveis avaliadas foram número de ácaros mortos na arena e número de ácaros na barreira adesiva, este último como indicativo da repelência do produto. Os dados foram analisados em esquema fatorial 2x7x2 (tipos de EP x proporções EP:H₂O x tempo de avaliação), por meio de análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de mortalidade devido às diferentes interações: tipo de EP x concentração de EP; tipo de EP x tempo após a aplicação e concentração de EP x tempo após a aplicação, são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Analisando-se os resultados da interação entre tipo e concentração de EP (Tabela 1), os dados indicaram que EP destilado e o EP decantado apresentaram comportamentos diferentes. Em comparação com a testemunha, verificou-se efeito significativo de mortalidade apenas a partir da diluição de 1:150, para ambos EP em estudo. Para o EP destilado verificaram-se aumentos significativos na mortalidade à medida que se elevou a concentração de 1:150 para 1:75; 1:38 e 1:19, sendo que na diluição de 1:19 a mortalidade alcançou 95% dos espécimes de *B. phoenicis*. No caso do EP decantado, não se observou diferença significativa quando se aplicaram as diluições de 1:150 e 1:75, mas a mortalidade aumentou significativamente quando foram aplicadas as soluções 1:38 e 1:19, quando foram alcançados níveis de 28,57% e 49,29% de mortalidade dos ácaros. Comparando-se os tipos de EP, observou-se que as três maiores concentrações diferiram entre si, sendo os maiores valores de mortalidade obtidos quando da aplicação do EP destilado (Tabela 1).

TABELA 1 – Mortalidade (%) de *B. phoenicis* resultante da aplicação de dois tipos de extrato pirolenhoso (destilado e decantado), nas diferentes diluições.

Tipo de EP	Proporções EP:H ₂ O						Testemunha	Teste F
	1:19	1:38	1:75	1:150	1:300	1:600		
Destilado	95,00 Aa	67,86 Ba	40,00 Ca	11,43 Da	4,29 Ea	2,14 Ea	0,71 Ea	974,27**
Decantado	49,29 Ab	28,57 Bb	11,43 Cb	10,71 Ca	5,00 Da	2,14 Da	0,71 Da	216,15**
Teste F	728,95**	538,35**	284,75**	0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	

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

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito da concentração das soluções sobre a mortalidade de *B. phoenicis*, avaliado 24 horas após a aplicação dos tratamentos, foi linear e crescente com o aumento da concentração (Figura 1).

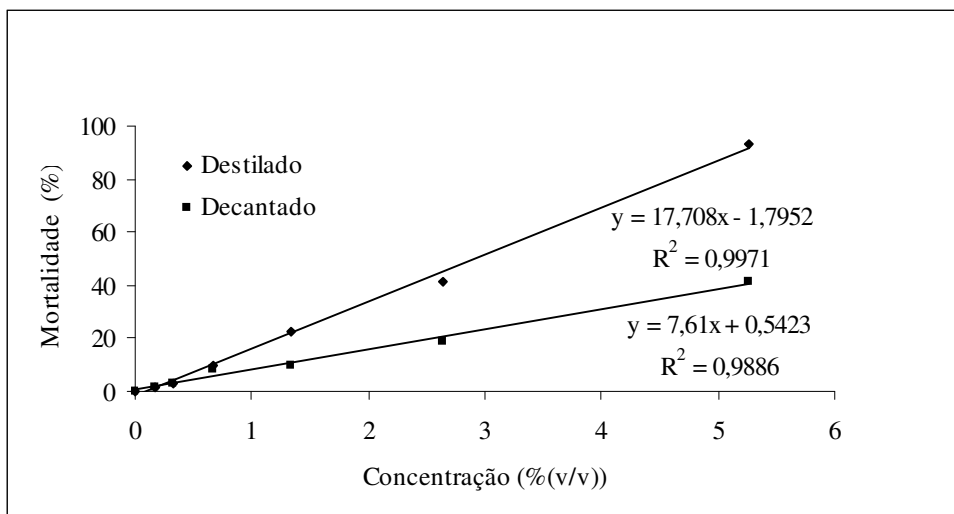


FIGURA 1 – Mortalidade de *B. phoenicis* após 24 horas da aplicação de extrato pirolenhoso destilado e decantado.

Na segunda avaliação, realizada 48 horas após a aplicação dos tratamentos, os dados referentes à aplicação do EP decantado continuaram a apresentar uma tendência de aumento linear da mortalidade em função do aumento da concentração do extrato na solução (Figura 1), enquanto que os do EP destilado revelam que a mortalidade aumentou até a concentração de aproximadamente 4% (v/v), a partir da qual observou-se uma tendência de estabilização na porcentagem de mortalidade, com um comportamento quadrático (Figura 2).

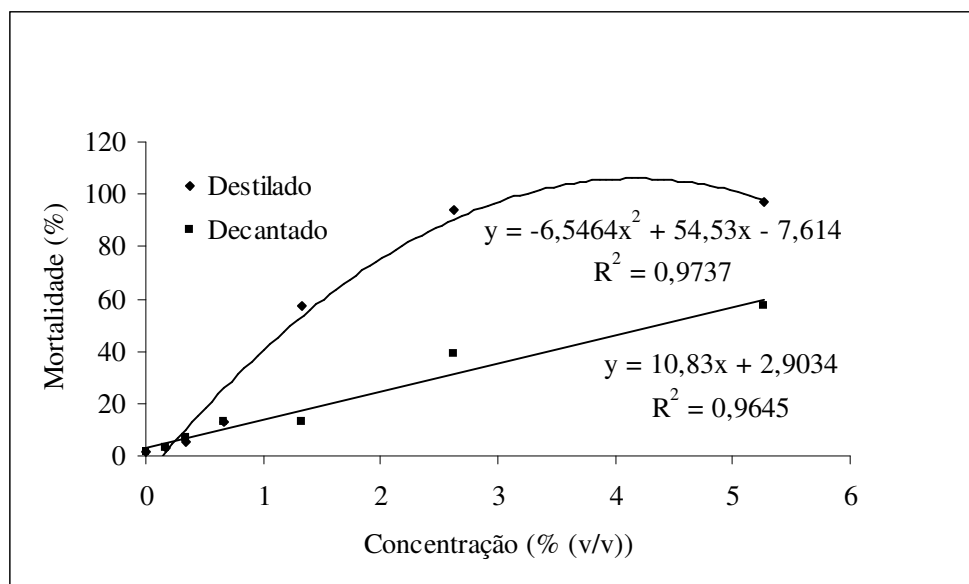


FIGURA 2 - Mortalidade de *B. phoenicis* após 48 horas da aplicação de extrato pirolenhoso destilado e decantado.

As diferenças no efeito dos dois tipos de EP estudados devem ser, provavelmente, devidas às distintas constituições das diferentes preparações. O EP decantado não passa pelo processo de destilação, sendo que a fase aquosa bruta é a parte utilizada. Por outro lado, o EP destilado, passa por um processo conhecido como destilação seca, no qual são concentrados os compostos mais voláteis. Além disso, os valores de pH das soluções aplicadas também são diferentes: as diluições de 1:600; 1:300; 1:150; 1:75; 1:38 e 1:19 de EP destilado têm valores de pH de 3,10; 2,99; 2,84; 2,67; 2,50 e 2,32, respectivamente, enquanto, para as mesmas diluições de EP decantado os valores são de 3,87; 3,82; 3,79; 3,75; 3,68 e 3,67. Conforme pode ser verificado pelos dados, as soluções do EP destilado comparativamente sempre apresentaram valores de pH inferiores aos do EP decantado, indicando que o destilado concentra substâncias ácidas, o que pode ser um dos fatores que induz a diferença observada no comportamento destes produtos sobre a mortalidade dos ácaros.

TABELA 2 – Mortalidade (%) de *B. phoenicis* 24 e 48 horas após a aplicação de extrato pirolenhoso destilado e decantado.

Tipo de EP	Tempo após a aplicação		Teste F
	24 horas	48 horas	
Destilado	24,49 Ba	38,78 Aa	249,15**
Decantado	11,84 Bb	18,98 Ab	62,29**
Teste F	195,46**	478,42**	

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

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A análise da interação entre diluições de EP e tempo após a aplicação dos tratamentos (Tabela 3) revela um aumento da mortalidade com o tempo para todas as diluições testadas, exceto 1:600 e testemunha. Isto indica que, embora haja um efeito de choque, principalmente para o EP destilado, há uma continuidade da ação com o tempo, porém em ritmo menor, provavelmente devido à volatilidade e, conseqüentemente, o baixo poder residual dos produtos. Nos dois tempos de avaliação, para os dois tipos de extrato, as diluições de 1:19; 1:38; 1:75 e 1:150 provocaram os maiores índices de mortalidade, enquanto as diluições de 1:600 e 1:300 não apresentaram diferenças em relação à testemunha (Tabela 3).

TABELA 3 – Mortalidade (%) de *B. phoenicis* 24 e 48 horas após a aplicação das diferentes diluições de extrato pirolenhoso destilado e decantado.

Proporções EP:H ₂ O	Tempo após a aplicação		Teste F
	24 horas	48 horas	
1:19	67,14 Ba	77,14 Aa	34,88**
1:38	30,00 Bb	66,43 Ab	462,89**
1:75	16,43 Bb	35,00 Ac	120,31**
1:150	9,29 Bc	12,86 Ad	4,45*
1:300	2,86 Bd	6,43 Ae	4,45*
1:600	1,43 Ad	2,86 Ae	0,71 ^{ns}
Testemunha	0,00 Ad	1,43 Ae	0,71 ^{ns}
Teste F	393,64**	693,93**	

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

* significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

De forma geral, os dois tipos de extrato pirolenhoso e as diferentes diluições testadas não tiveram um efeito de repelência significativo. Apesar dos baixos índices de repelência, observou-se que a fuga dos ácaros passou de 1,94% para 4,08% quando avaliado após 24 e 48 horas, respectivamente (Tabela 4). A grande diferença entre os valores dos índices de mortalidade (Tabelas 1, 2 e 3 e Figuras 1 e 2) e de repelência (Tabela 4), bem como o comportamento de tais dados nas duas avaliações leva a supor que os componentes destes produtos que provocam a morte e a repelência sejam distintos.

Tabela 4 – Efeito do tipo de extrato, das proporções EP:H₂O e do tempo após a aplicação, sobre a repelência de *Brevipalpus phoenicis* em condições de laboratório, na temperatura de 25 ± 3° C e umidade relativa do ar de 70 ± 10%.

		Fuga (%)	Teste F
Tipo de EP	Destilado	3,16 A	0,14 ^{ns}
	Decantado	2,86 A	
EP:H ₂ O	Testemunha	0,71 A	1,56 ^{ns}
	1:600	1,79 A	
	1:300	3,57 A	
	1:150	3,21 A	
	1:75	3,21 A	
	1:38	3,93 A	
	1:19	4,64 A	
Tempo	24 horas	1,94 B	7,04 ^{**}
	48 horas	4,08 A	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

É importante mencionar que apenas a partir da concentração de 1:150 é que se observou efeito significativo na mortalidade dos ácaros, concentrações estas que podem causar danos às plantas pulverizadas com estas doses, como mostra ZANETTI et al. (2004). Do mesmo modo, é preciso ressaltar que os resultados deste trabalho foram obtidos em ambiente controlado, de acordo com a metodologia indicada para este tipo de estudo e que, por isso, deve diferir de resultados de testes desenvolvidos no campo. Por isso, estes dados não servem como base para recomendação de doses a serem aplicadas em culturas no campo visando o controle do ácaro em questão, mas

devem ser usados como base para o desenvolvimento de outros estudos a fim de avaliar as potencialidades e propriedades do EP, bem como a fitotoxicidade deste produto, já que o mesmo é rico em ácido acético e apresenta baixo valor de pH.

CONCLUSÕES

1. Os extratos de origem e preparação distintas apresentaram diferentes eficácias na mortalidade de *Brevipalpus phoenicis*;
2. O EP destilado provocou maior mortalidade que o EP decantado.
3. Nenhum dos tipos de extrato pirolenhoso testados apresentou efeito de repelência sobre *Brevipalpus phoenicis*.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2004: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. p.241-268.

BENTO, J.M.S. Comedores de lucro. **Cultivar**, Pelotas, v.22, p.18-21, 2000.

CAMPOS NETO, H.H.; MOURA, E.; PASSOS, H.R.; CINIGLIO NETO, F.; MARICONI, F.A.M.; SCARPARI FILHO, J.A. Combate experimental ao ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.2, p. 267-271, 1993.

CLARI, A.I.; CARDOSO, M.A.C.; HAMAMURA, R.; RANGEL, R.C.; REGITANO, E.B.; MESQUITA, L.F. Ensaio de combate ao ácaro da leprose de citros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) com novo juvenóide e outros acaricidas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.1, p. 63-67, 1993.

MAEKAWA, K. Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura (APAN – Associação dos produtores de Agricultura natural), 2002. (Mimeo).

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. Técnicas de produção e uso do Fino de Carvão e Licor Pirolenhoso In: I ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: Controle ecológico de pragas e doenças, 2001, Botucatu. **Resumo...** Botucatu: APAN, 2001. p.161-176.

ZANETTI, M. **Uso de sub-produtos da fabricação de carvão vegetal na formação do porta-enxerto de limoeiro cravo em ambiente protegido.** 2004. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CAPÍTULO 4 – IMPACTO DA APLICAÇÃO DE FINO DE CARVÃO E EXTRATO PIROLENHOSO

RESUMO – Estudos da mineralização do carbono orgânico em solos que receberam aplicação de fino de carvão (FC) e extrato pirolenhoso (EP) bem como estudos de toxicologia são importantes para avaliar o impacto ambiental destes produtos no solo. Assim, foram realizados dois experimentos em condições de laboratório com o objetivo de avaliar a liberação de CO₂ em um Latossolo Vermelho distrófico tratado com fino de carvão e extrato pirolenhoso e a toxicidade do extrato pirolenhoso para *Eisenia fetida*. No primeiro experimento utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado e análise em esquema fatorial (5x2), avaliando-se 5 doses de FC (0; 3; 6; 12; 24% (v/v)) e 2 doses de extrato pirolenhoso (0 e 2% (v/v)), em 4 repetições. No segundo experimento, realizado em condições de laboratório, foram testadas 8 concentrações de EP (0; 3; 6; 12; 15; 18; 21% (v/v)) sobre minhocas para posterior determinação da CL₅₀ do produto após 14 dias da aplicação. O EP estimulou a respiração do solo. Por outro lado, a aplicação de FC não afetou a liberação de CO₂ até a concentração de 12%(v/v), sendo observado um decréscimo para a diluição de 24% (v/v). A CL(I)₅₀, determinada para o extrato pirolenhoso, foi de 5,5%(v/v).

Palavras-chave: evolução de CO₂, testes de toxicidade, resíduos de carvão.

ENVIRONMENTAL IMPACT OF FINELY GROUND CHARCOAL AND PYROLIGNEOUS EXTRACT APPLICATIONS

Summary – Studies about organic carbon mineralization in soils amended with finely grounded charcoal and pyroligneous extract as well as studies about these products' toxicity are important to evaluate the environmental impact of these wastes in the soils. Thus, two experiments were carried out in laboratory conditions to evaluate CO₂ liberation in a Latosol treated with finely grounded charcoal (FGC) as well as pyroligneous extract (PE) toxicity on *Eisenia fetida*. The first research was set on a factorial experiment 5x2 in a randomized complete design of the five concentrations of FGC (0; 3; 6; 12; 24% (v/v)) and two concentrations of PE (0 e 2% (v/v)), in 4 repetitions. The PE enhanced the soil respiration. The 24% (v/v) concentration of finely grounded charcoal reduced the CO₂ liberation and the concentrations of 3; 6; 12 did not affect this parameter. The pyroligneous extract LC₅₀ was 5,5%(v/v).

Keywords: CO₂ evolution, toxicity tests, charcoal wastes.

4.1 INTRODUÇÃO

A utilização de fino de carvão (FC) e extrato pirolenhoso (EP) na agricultura pode ser promissora, tanto em termos de fertilidade do solo e nutrição de plantas quanto de controle de pragas e doenças (MAEKAWA, 2002). Além disso, representa uma forma de reciclagem desses resíduos que, de outra forma, seriam acumulados no ambiente (BRITO, 2000).

A maioria das sugestões acerca do uso de FC e EP são originárias do Japão (DU et al., 1997; ISOBE et al., 1996; NUMATA et al., 1994; SU & WONG, 2003; TSUZUKI et al., 2000; TSUZUKI et al., 1989; UDDIN et al., 1994; UDDIN et al., 1995) e as informações encontradas no Brasil, além de escassas e normalmente empíricas, são quase exclusivamente fornecidas pela APAN (Associação dos Produtores de Agricultura Natural). Desta forma, faltam informações sobre os impactos causados pela aplicação destes produtos nos solos tropicais.

Segundo MIYASAKA et al. (2001), a aplicação de FC e EP, no solo, preferencialmente combinados, cria um ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos benéficos.

Dentre as estratégias que podem ser adotadas para avaliar a qualidade do solo e os impactos causados pela aplicação de materiais orgânicos estão os estudos de atividade microbiana (ANDRADE & SILVEIRA, 2004) e os ecotoxicológicos, principalmente aqueles que adotam a minhoca como indicador animal, seguindo o método preconizado pelo IBAMA (1987).

Em linhas gerais, este método consiste na exposição de um número definido de minhocas adultas da espécie *Eisenia fetida* à areia contendo concentrações crescentes dos produtos que se quer avaliar, por um período de 14 dias, findo o qual é feita a contagem de indivíduos vivos. Tal procedimento permite calcular a concentração letal inicial média $CL(I)_{50}$, 14 dias, dos produtos em teste.

Pelo exposto anteriormente, dada a escassez de informações científicas sobre o impacto da aplicação de FC e EP ao solo, especialmente sob as condições tropicais, idealizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de FC

e EP na evolução de CO₂ do solo e a toxicidade do EP através da determinação da CL₅₀.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Experimento 1: Determinação do CO₂ liberado do solo tratado com FC e EP

A fim de avaliar o efeito da aplicação de FC e EP na respiração do solo foi utilizada uma amostra da camada arável (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho distrófico, com a seguinte caracterização química (RAIJ et al., 1987): P resina = 26 mg dm⁻³; M.O. = 19 g dm⁻³; pH em CaCl₂ = 4,3; K = 1,6 mmol_c dm⁻³; Ca = 6 mmol_c dm⁻³; Mg = 2 mmol_c dm⁻³; H+Al = 42 mmol_c dm⁻³; SB = 10 mmol_c dm⁻³; CTC = 52 mmol_c dm⁻³; V = 19%; Al⁺³ = 6 mmol_c dm⁻³; S-SO₄⁻² = 14 mg dm⁻³; B = 0,24 mg dm⁻³; Cu = 1,7 mg dm⁻³; Fe = 16 mg dm⁻³; Mn = 49,7 mg dm⁻³ e Zn = 0,9 mg dm⁻³.

O FC e o EP usados no experimento, obtidos a partir de plantas de eucalipto, foram adquiridos de produtores de Bariri e Jacareí-SP. O FC foi seco ao ar e à sombra, sendo o teor de C analisado segundo OLIVEIRA et al. (1982) e os macronutrientes e os micronutrientes analisados segundo BATAGLIA (1983), tomando-se, para as análises 1g do material. Para o EP fez-se a análise de C pelo método de Tiurin, conforme descrito por DABIN (1976) e os teores de macronutrientes e micronutrientes segundo BATAGLIA (1983) tomando-se 5 mL do produto para as análises. Os resultados da análise química estão na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do fino de carvão (FC) e do extrato pirolenhoso (EP).

Produto	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹			
	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
FC	360	1,69	0,002	0,8	2,45	0,52	3215,5	8,95	169,88	15,31
EP	g L ⁻¹						mg L ⁻¹			
	1,3	0,60	0,03	0,03	0,03	0,003	18,81	0,06	1,06	0,93

Neste experimento, utilizou-se um esquema fatorial 5x2, constituindo-se de 5 doses de FC (0; 3; 6; 12 e 24% (v/v) do volume de solo) e duas doses de EP (0 e 2%

(v/v)), aplicado em solução aquosa em volume suficiente para obtenção de 70% da capacidade de retenção de água do solo.

O estudo de degradação orgânica dos produtos foi realizado de acordo com ANDERSON (1982). Massas de 250 g, correspondentes a $0,2 \text{ dm}^3$ de solo, receberam o FC de acordo com os tratamentos, e o corretivo de acidez para que o solo atingisse pH em CaCl_2 igual a 6,5. As massas de solo tratadas com o FC e o EP foram transferidas para recipientes de plástico com capacidade de $0,25 \text{ dm}^3$, umedecidas a 70% da capacidade de retenção com água ou solução de EP (conforme os tratamentos) e colocadas em recipientes com tampa de pressão e capacidade para 2 dm^3 . Dentro dos recipientes também foram colocados 2 copos de plástico com capacidade para 50 mL, um contendo 40 mL de água deionizada, para manter o ambiente saturado, e o outro, 20 mL de solução de NaOH 1 mol L^{-1} para adsorver o CO_2 liberado. Para cada repetição, foi feita uma prova em branco, em que se empregou o mesmo sistema, sem a amostra de solo.

A troca da solução de NaOH foi feita aos dias 1, 2, 6, 8, 10, 14, 15, 21, 23, 28 e 30 de incubação. Alíquota de 5 mL da solução de NaOH com CO_2 adsorvido recebeu 0,5 mL de solução de BaCl_2 $1,5 \text{ mol L}^{-1}$, 2 gotas de fenolftaleína 10 g L^{-1} , e foi titulada com solução padronizada de HCl $0,4 \text{ mol L}^{-1}$. A partir das concentrações inicial e final da solução de NaOH , foi obtida a quantidade de C liberada do solo na forma de CO_2 (C- CO_2) ao longo do tempo de incubação.

Após o término da incubação, as amostras de solo foram retiradas dos recipientes, secas ao ar, homogeneizadas e amostradas para a determinação do pH em CaCl_2 e do teor de carbono orgânico (RAIJ et al., 1987).

4.2.2 Experimento 2: Avaliação da toxicidade do EP para *Eisenia fetida*.

As minhocas foram obtidas de criação-estoque mantida em esterco no Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal. Para a realização dos testes foram utilizadas minhocas adultas da espécie *Eisenia fetida* de ao menos dois meses de idade, possuidoras de clitelo e cujo peso úmido estivesse entre 300 e 600 mg, seguindo as recomendações do IBAMA (1987). Vinte e quatro horas antes da instalação do teste as minhocas foram transferidas para bandejas de plástico com capacidade para 2L contendo areia grossa lavada e autoclavada, com o intuito de limpar o trato digestório dos animais. Após este período, 10 minhocas foram lavadas e colocadas em cada saco de plástico com capacidade para 5 L contendo 1,0 kg de areia lavada e autoclavada sobre a qual foram adicionados 150 mL de cada solução a ser testada. Foram utilizadas três repetições e as concentrações avaliadas foram escolhidas com base em testes previamente realizados para se identificar a faixa de concentração que propiciaria 50% de mortalidade, sendo elas 0; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21% (v/v), em solução aquosa. O teste foi repetido dez vezes a fim de garantir a precisão da $CL(I)_{50}$ de terminada.

A $CL(I)_{50}$ foi estimada através do “Trimmed Sperman-Karber Method” (HAMILTON et al., 1977), programa específico para estimar a concentração letal inicial que causa mortalidade de 50% dos organismos.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Mineralização do carbono orgânico

Verificou-se que a evolução diária de C-CO₂ foi similar tanto na ausência quanto na presença de EP 2%(v/v), sendo maior no primeiro dia, seguida de diminuição acentuada até os seis dias de incubação. A partir desse tempo, houve tendência de estabilização nos valores, com a evolução de C-CO₂ ficando abaixo de 1 mg kg⁻¹ dia⁻¹ (Figura 1). BERNAL et al. (1998), utilizando diferentes resíduos orgânicos em vários estágios de maturação, também verificaram que a máxima liberação de CO₂ ocorreu no primeiro dia de incubação. Segundo os autores, isso foi devido à mineralização do carbono orgânico facilmente degradável dos materiais, o que propiciou grande aumento da população microbiana do solo. Em todos os tempos de avaliação, a quantidade de CO₂ liberada foi ligeiramente maior quando da presença de EP no sistema.

A máxima liberação de CO₂ deu-se nas primeiras 24 horas de incubação tanto na presença quanto na ausência de EP. Estima-se que este aumento de atividade inicial seja também devido ao umedecimento do solo.

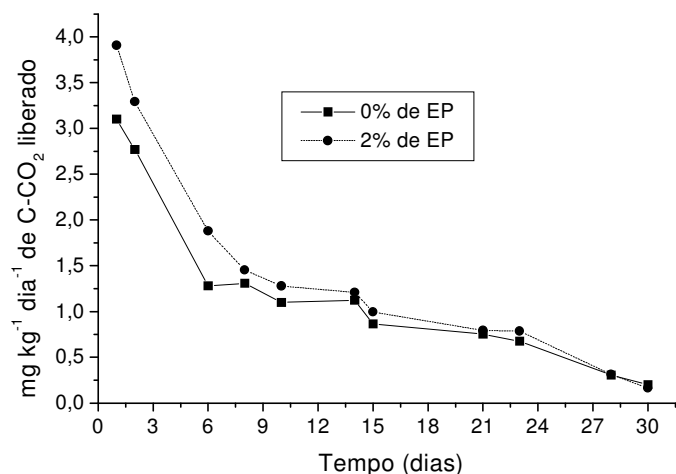


Figura 1: Evolução diária de C-CO₂ em função do tempo de incubação na ausência e na presença de extrato pirolenhoso 2%(v/v).

Os dados do primeiro dia de incubação, submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%(v/v) de probabilidade, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. C-CO₂ liberado nas primeiras 24 horas de incubação do sistema Solo+FC+EP.

Parâmetro	Dose de EP (%)	Dose de FC (%)					F
		0	3	6	12	24	
C-CO ₂ (mg kg ⁻¹)	0	3,38Ab	3,25 Ab	3,02 Ab	3,29 Ab	2,54 Bb	4,40 **
	2	4,19 Aa	3,97 ABb	4,23 Aa	3,71 BCa	3,45 Ca	

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

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Pôde-se observar que a liberação de CO₂ foi maior na presença de EP, independentemente da dose de FC, e que, tanto na presença quanto na ausência de EP, a quantidade de CO₂ liberada foi menor para a concentração de 24% (v/v) de FC. Isto contrasta com as informações encontradas na literatura de que o FC, por sua textura porosa, criaria um ambiente favorável para o desenvolvimento microbiano, aumentando, assim, sua atividade (MAEKAWA, 2002). Esta diminuição da quantidade de CO₂ liberada na presença de 24% (v/v) de FC pode ser devida à presença de substâncias inibidoras em sua composição ou até mesmo à retenção de água no FC, diminuindo, assim, a água disponível do solo para os microrganismos.

4.3.2 Toxicidade do extrato pirolenhoso para *Eisenia fetida*.

A mortalidade de *E. fetida* em função das concentrações de EP (0; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21% (v/v)) é apresentada na Figura 2.

A CL₅₀, determinada através de testes de toxicidade aguda, foi 0,055 (5,5%) e os limites inferior e superior de 0,05 e 0,07, respectivamente. Desta forma, a concentração recomendada de 2% (v/v) para aplicação ao solo encontra-se bem abaixo da concentração do produto que provoca mortalidade de 50% dos indivíduos testados.

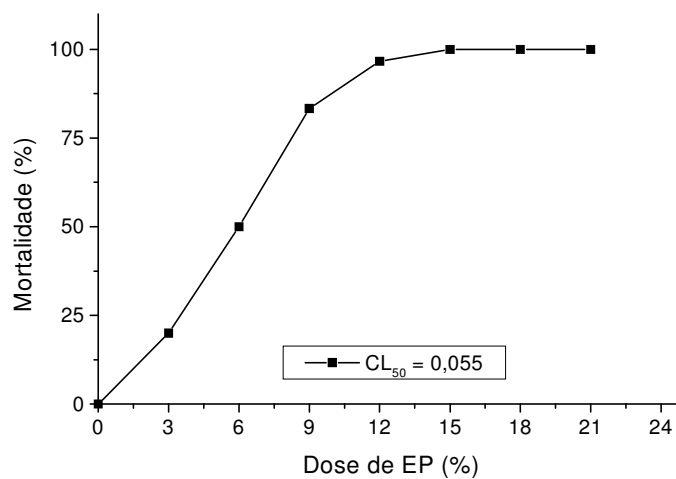


Figura 2: Mortalidade (%) de *Eisenia fetida* submetida a ensaios de toxicidade com diferentes concentrações de extrato pirolenhoso.

4.4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho:

- O EP estimulou a respiração do solo.
- A respiração do solo não foi afetada pela aplicação de fino de carvão até a concentração de 12%(v/v), com decréscimo na de 24 %(v/v).
- A $CL(I)_{50}$, determinada para o extrato pirolenhoso, foi de 5,5%(v/v).

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.P.E. Soil respiration. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R., eds. **Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties**. 2ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of América, 1982, p.831-845.

ANDRADE, S.A.L.; SILVEIRA, A.P.D. Biomassa e atividade microbianas do solo sob influência de chumbo e da rizosfera da soja micorrizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1191-1198, 2004.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.R.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: IAC, Boletim Técnico n.78 , 1983.

BERNAL, M.P.; SANCHEZ-MONEDERO, M.A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.69, p. 175-189, 1998.

BRITO, J.O. **Pró-carvão**: relatório sobre a cadeia produtiva de carvão vegetal e lenha do Estado de São Paulo. SINCAL/FCESP/SEBRAE, 2000.

DABIN, B. Curso sobre matéria orgânica do solo. Piracicaba. CENA, 1976, 115p.

DU, H.G.; OGAWA, M.; ANDO, S.; TSUZUKI, E.; MURAYAMA, S. Effect of mixture of charcoal with pyroligneous acid on sucrose content in netted melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) fruit. **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.66, n.3, p.369-373, 1997.

HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C.; TRUSTON, R.V. Trimmed Spearman – Karber methods for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environmental Science Technology**, Washington, v.11, n.7, p.9-14, 1977.

IBAMA. Instituto brasileiro de apoio ao meio ambiente. **Avaliação da toxicidade de agents químicos para microrganismos, microcrustáceos, peixes, algas, organismos do solo, aves, animais silvestres e plantas.** Parte D, Brasília-DF, 1987, 23p.

ISOBE, K.; FUJII, H.; TSUBOKI, Y. Effect of charcoal on the yield of sweet potato. **JAPANESE JOURNAL OF CROP SCIENCE.** Tokyo, v.65, n.3, p. 453-459, 1996.

MAEKAWA, K. Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura (APAN – Associação dos produtores de Agricultura natural), 2002. (Mimeo).

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. Técnicas de produção e uso de fino de carvão e licor pirolenhoso In: I ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: Controle ecológico de pragas e doenças. **Resumos...** Botucatu, SP, p.161-176, 2001.

NUMATA, K.; OGAWA, T.; TANAKA, K. Effects of pyroligneous acid (wood vinegar) on the several soilborne diseases. **Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society,** Omagary, v.5, n.41, p.107-110, 1994.

OLIVEIRA, J.B.; GOMES, P.A.; ALMEIDA, M.R. Propriedades do carvão vegetal. In: PENEDO, W.R. *Carvão vegetal.* Belo Horizonte: Centro Tecnológico de Minas Gerais, p. 9-61, 1982. (Separata 6)

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química de solo para fins de fertilidade.** 1(ed). Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

SU, D.C.; WONG, J.W.C. Chemical speciation and phytoavailability of Zn, Cu, Ni and Cd in soil amended with fly ash-stabilized sewage sludge. **Environment Internacional,** Tokyo, n.29, p.895-900, 2003.

TSUZUKI, E.; MORIMITSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plant. **Japan Journal Crop Science**, Tokyo, v.66, n.4, p.15-16, 2000.

TSUZUKI, E.; WAKIYAMA, Y.; ETO, H.; HANDA, H. Effect of Pyroligneous Acid and Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on the Growth and Yield of Rice Plant. **Japan Journal Crop Science**, Bankyo-ku, Tokyo, v.58, n.4, p.592-597, 1989.

UDDIN, S.M.M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E. Effect of the Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on cane and sugar yield of spring and ratoon crops of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japan Journal Crop Science**, v.38, n.4, p.281-285, 1994.

UDDIN, S.M.M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E.; HARADA, J. Effect of the Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on dry matter production and root growth of summer planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japan Journal Crop Science**, Tokyo, v.64, n.4, p.747-753, 1995.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)