

# **Estudos alelopáticos relacionados ao café**

## **República Federativa do Brasil**

*Fernando Henrique Cardoso*  
Presidente

## **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Marcus Vinicius Pratini de Moraes*  
Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

### **Conselho de Administração**

*Márcio Fortes de Almeida*  
Presidente

*Alberto Duque Portugal*  
Vice-Presidente

*Dietrich Gerhard Quast*  
*José Onório Accarini*  
*Sérgio Fausto*  
*Urbano Campos Ribeiral*  
Membros

### **Diretoria Executiva da Embrapa**

*Alberto Duque Portugal*  
Diretor-Presidente

*Bonifácio Hideyuki Nakasu*  
*Dante Daniel Giacomelli Scolari*  
*José Roberto Rodrigues Peres*  
Diretores-Executivos

### **Embrapa Rondônia**

*Newton de Lucena Costa*  
Chefe-Geral

*Luiz Antônio Dutra de Resende*  
Chefe-Adjunto de Administração

*Claudio Ramalho Townsend*  
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento



ISSN 0103-9865  
Setembro, 2001

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 54**

### **Estudos alelopáticos relacionados ao café**

Júlio César Freitas Santos  
Rogério Sebastião Corrêa da Costa  
Francisco das Chagas Leônidas  
Vanda Gorete Souza Rodrigues

Porto Velho, RO  
2001

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Rondônia**

BR 364 km 5,5, Porto Velho, RO, CEP 78900-970

Caixa Postal 406

Telefones: (69) 216-6500/6530

Fax: (69)216-6543

www.cpafrro.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

Presidente: Newton de Lucena Costa

Secretária: Marly de Souza Medeiros

Membros:

Samuel José de Magalhães Oliveira

José Nilton Medeiros Costa

Angelo Mansur Mendes

Calixto Rosa Neto

Marília Locatelli

Editoração eletrônica: Marly de Souza Medeiros

Revisão gramatical: Ademilde de Andrade Costa

**1ª edição**

1ª impressão: 2001, tiragem: 500 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Rondônia

---

Estudos alelopáticos relacionados ao café / Júlio César Freitas Santos  
[et al.]. – Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 2001.

21p. (EMBRAPA.CPAF Rondônia. Documentos, 54).

ISSN 0103-9865

1. Café-Alelopatia. 2. Cafeicultura-Alelopatia. 3. Alelopatia.  
I. Santos, Júlio César Freitas. II. Série.

## **Autores**

**Júlio César Freitas Santos**

Eng. Agrôn., M.Sc. Embrapa Rondônia, BR 364 km 5,5, Caixa Postal 406, CEP 78900-970, Porto Velho, RO. Fone: (069)216-6500, Fax: (069)216-6543, E-mail: julio@cpafro.embrapa.br

**Rogério Sebastião Corres da Costa**

Eng. Agrôn., M.Sc. Embrapa Rondônia. E-mail: rogerio@cpafro.embrapa.br.

**Francisco das Chagas Leônidas**

Eng. Agrôn., M.Sc. Embrapa Rondônia. E-mail: leonidas@cpafro.embrapa.br.

**Vanda Gorete Souza Rodrigues**

Eng. Agrôn., M.Sc. Embrapa Rondônia. E-mail: vanda@cpafro.embrapa.br.



# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>07</b>
<b>Aspectos da alelopatia .....</b>	<b>08</b>
<b>Alelopatia em café .....</b>	<b>11</b>
Efeito alelopático do café sobre outras culturas .....	12
Efeito alelopático do café sobre plantas infestantes .....	14
Efeito alelopático do café sobre microorganismos .....	15
Efeito alelopático de microorganismos sobre café .....	15
Efeito alelopático do café sobre insetos .....	15
<b>Aplicação na cafeicultura .....</b>	<b>16</b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>18</b>





# Estudos alelopáticos relacionados ao café

---

*Júlio César Freitas Santos*

*Rogério Sebastião Corrêa da Costa*

*Francisco das Chagas Leônidas*

*Vanda Gorete Souza Rodrigues*

## Introdução

A busca pela sustentabilidade das explorações agrícolas com melhoria da produtividade, preservação dos recursos ambientais e retorno econômico-social, tem se constituído sempre um desafio para produtores e técnicos.

Dentre os fatores limitantes, registra-se conseqüências negativas, decorrente da utilização excessiva de defensivos agrícolas, onerando os custos de produção e provocando sérios prejuízos ao ambiente.

Na tentativa de diminuir o consumo desses defensivos, tem-se recorrido com freqüência, à utilização de cultivares melhoradas, aos sistemas de manejo, bem como os recursos alternativos de controle do ataque de pragas, doenças e plantas infestantes.

Neste contexto, o estudo dos mecanismos naturais de proteção das plantas contra esses competidores, vem se desenvolvendo com maior expressividade nestes últimos anos, caracterizado pelo interesse de avanço no conhecimento da Alelopatia.

A alelopatia consiste na influência química exercida por uma planta viva ou morta, inibindo ou estimulando a germinação ou crescimento de outras, sendo o agente causal um grupo de substâncias secretadas pela parte aérea ou subterrânea das plantas em desenvolvimento ou liberadas pelo material vegetal em decomposição (Rice, 1984; Lorenzi, 1994).

No sistema produtivo do café utiliza-se a prática da alelopatia, porém muitas vezes de forma empírica. Um exemplo, é o aproveitamento de resíduos vegetais aplicados como coberturas mortas do solo, que além da função de conservação e nutrição, pode também controlar plantas infestantes.

Torna-se imprescindível para uma eficiente utilização do recurso da alelopatia, o conhecimento da especificidade e intensidade do potencial alelopático existente entre as espécies envolvidas, juntamente com as influências dos fatores fisiológicos e edafoclimáticos.

Devido a importância econômica do café no âmbito da produção e do consumo internacional, diversos estudos alelopáticos vêm sendo desenvolvidos com esta cultura nos últimos anos, objetivando a determinação de sua auto-intoxicação ou efeito sobre outras espécies de plantas, bem como influência de outras plantas sobre esta cultura.

Verifica-se que esses estudos cada vez mais vêm sendo valorizados, principalmente devido a mobilização geral pela preservação ecológica dos ecossistemas, necessidade explícita de redução dos custos de produção e pela atual evidência dos incentivos ao mercado emergente dos produtos orgânicos.

Em vista disso, este trabalho tem como objetivo principal, consolidar alguns resultados de pesquisas sobre a alelopatia, envolvendo a cultura do café, de maneira que possa contribuir como referencial para o fortalecimento de futuros trabalhos de pesquisas e produção.

## Aspectos da alelopatia

A noção de que as plantas têm a capacidade de interferir no desenvolvimento de outras, através de substâncias que liberam na atmosfera ou no solo, vem desde a antiguidade (Almeida, 1990). No século XIX, em 1882, foi exposta a primeira teoria sobre essa interferência, constando de que as raízes das plantas teriam, além da função de absorção, a de excreção, e seus excrementos seriam venenosos para as plantas da mesma espécie, gênero ou família. Este argumento compara as plantas aos animais, que também se envenenariam se comessem as próprias fezes.

Esta teoria dos órgãos excretórios, aos poucos foi sendo abandonada, à medida que surgiam provas, de que as plantas produzem substâncias químicas prejudiciais às outras. Portanto, já no início do século XX, em 1909, Schreiner & Shorey, citados por Almeida (1990), comprovaram a existência de toxinas em solos antes cultivados e deixados em pousio, em função da baixa produtividade, inclusive com isolamento e identificação de duas substâncias químicas de origem vegetal, o ácido carboxipicolínico e o ácido diidroxiesteárico.

Alelopatia, termo resultante da junção das palavras gregas *allelon* (mútuo) e *páthos* (prejuízos), representa a capacidade das plantas e microorganismos, de produzirem e liberarem substâncias químicas, através dos tecidos vivos ou mortos, provocando efeitos benéficos ou prejudiciais sobre outros organismos (Molish, 1937).

Teorias empíricas começam a serem explicadas cientificamente, como a descoberta da ausência de outras plantas, ao redor das espécies arbustivas (*Salvia leucophylla* e *Artemisia californica*), num raio de até dois metros, em virtude da liberação de substâncias voláteis do grupo químico terpenos por esses arbustos, provocando inibição da germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de espécies vizinhas (Muller, 1966). Nessa mesma época, o referido autor deu o nome de interferências, às interações que se desencadeiam entre indivíduos da comunidade.

Dentro deste novo enfoque, podem existir diversos tipos de mecanismos de interferências, havendo a necessidade básica de se diferenciar competição de alelopatia.

Competição consiste na interferência provocada por organismos que retiram do ambiente elementos vitais, como água, luz, nutrientes, gás carbônico e espaço, baixando seus níveis e prejudicando o desenvolvimento de outros.

A alelopatia compreende a interferência provocada pela introdução de substâncias químicas, produzidas por certos organismos no ambiente, afetando outros indivíduos da comunidade (Szczepanski, 1977).

Resumindo, entende-se que a alelopatia é manifestada pela adição de composto químico ao meio, enquanto a competição significa a diminuição de um fator ambiental.

Observa-se que na natureza, estes mecanismos de interferências se confundem, atuando concomitantemente, sendo difícil distinguir e identificar os efeitos individuais, devido a complexidade biológica do processo (Almeida, 1988). Desta forma, torna-se muito importante que nos ensaios de campo sejam realizadas avaliações complementares, no sentido de eliminar dúvidas, fortalecendo o isolamento do efeito competição, e ainda ser precedido de testes em casa de vegetação e laboratório químico, objetivando a certificação da existência e identificação de potencial alelopático.

Existe a teoria de que nas comunidades de seres vivos, ocorre entre os vários elementos, uma constante guerra química, a qual, em última análise, define a constituição específica e quantitativa dessas mesmas comunidades (Swain, 1977 citado por Almeida, 1990). O mesmo autor confirma ainda que a existência de substâncias químicas nos seres vivos, permite a distinção entre eles, mostrando-lhes os que são prejudiciais e benéficos ou indiferentes.

Essas substâncias químicas também denominadas de substâncias alelopáticas ou aleloquímicas, são produtos secundários produzidos na célula, tendo finalidade específica e que sua síntese obedece as leis da genética (Swain, 1977).

Esses produtos químicos secundários são encontrados em todos os tecidos das plantas (Almeida, 1991), e em todos os órgãos, conforme trabalhos realizados por Putnam & De Frank (1981); Young & Bartolomeu (1981); Cope (1982); Friedman & Waller (1983) e Smith & Martin (1994), todos citados por Souza Filho et al. (1997).

Os aleloquímicos compõem o agente causal da Alelopatia, possuindo funções essenciais de exercer a proteção das plantas do ataque de patógenos, por inibição do desenvolvimento de microorganismos, repelir ou atrair insetos, defender de herbívoros pelo seu paladar desagradável ou venenoso e reduzir a competição de outras plantas cultivadas ou infestantes por inibição do seu desenvolvimento (Almeida, 1991).

A liberação desses aleloquímicos pode ocorrer através dos processos de decomposição de folhas ou de outras partes da planta, que caem no solo e sofrem ação do clima e dos microorganismos, pela liberação de substâncias voláteis, pela exudação direta de produtos nas raízes e pela lixiviação de compostos orgânicos e inorgânicos por ação da chuva ou orvalho (Tukey, 1969 citado por Abreu, 1997 & Almeida, 1991).

No ambiente considera-se importante que esses aleloquímicos tenham acúmulo em quantidade suficiente, para que possam afetar outras plantas, mantendo-se constante ou liberado continuamente, acarretando efeitos persistentes (Rodrigues & Almeida, 1997). A quantidade de produtos lixiviados depende da espécie, constituição e idade do tecido vegetal, condições edafoclimáticas e intensidade de lavagem.

O efeito de um aleloquímico depende da sua concentração e da quantidade total de fitotoxina disponível para absorção, porque semelhante ao que acontece com qualquer nutriente, as plantas competem também pelas fitotoxinas disponíveis, cuja competição deveria ser considerada nos ensaios de alelopatia.

Em casa-de-vegetação por exemplo, a alta densidade de plantas receptoras e/ou pequeno volume de fitotoxinas por vaso, produzem resultados que não suportam a hipótese de que uma vez a toxina estando presente, e em determinadas concentrações, o efeito alelopático pode ser observado. Da mesma maneira em bioensaios de laboratório o volume de extrato por placa e/ou número de sementes testadas, deve ser cuidadosamente avaliado (Weidenhamer et al., 1987, citados por Corrêa, 1996).

A forma de atuação dos compostos alelopáticos também não é específica, podendo afetar mais de uma função nos organismos que atinge, e a intensidade do efeito depende da concentração do composto, da facilidade de translocação e da rapidez de sua degradação pela planta atingida. As funções prejudicadas com maior frequência por esses compostos são a assimilação de nutrientes, o crescimento, a fotossíntese, a respiração, a síntese de proteínas, a permeabilidade da membrana celular e a atividade enzimática (Almeida, 1990).

Geralmente os sintomas de fitotoxicidade apresentados pelas plantas, decorrente da ação de aleloquímicos, consistem na inibição parcial ou total da germinação de sementes, danos no sistema radicular, desorganização no mecanismo de absorção, clorose e necrose foliar, podendo levar até a morte da planta (Patrick, 1971).

Dentre as espécies comumente utilizadas em ensaios, como planta-teste ou receptoras, as quais são sensíveis e indicadoras de efeitos alelopáticos, destacam-se o alface, o tomate e o rabanete (Medeiros, 1989); muitos experimentos têm demonstrado que espécies dicotiledôneas tendem a ser mais sensíveis aos efeitos dos aleloquímicos do que as monocotiledoneas, conforme Heisey, (1996); Noguchi-Kato et al. (1994), todos citados por Abreu, (1997).

Atualmente conhece-se cerca de 10.000 produtos secundários com ação alelopática, porém acredita-se que existam na natureza mais de 100.000, podendo pertencer a diversos grupos químicos, como: gases tóxicos, ácidos orgânicos e aldeídos, ácidos aromáticos, lactonas, coumarinas, quinonas, flavonóides, taninos, alcalóides, fenólicos, terpenóides, esteróides, cianohidríns e poliacetilenos (Putnam, 1985).

Evenari (1949) citado por Friedman (1995), relaciona muitas espécies de plantas, incluindo o café Arábica, que possuem sementes, frutos e outras partes de dispersão, contendo inibidores de germinação ou crescimento, pertencentes a uma ampla variação de tipos de grupos químicos.

No caso específico da cultura do café, a cafeína está presente nos frutos de *Coffea arabica* juntamente com outros aleloquímicos como teofilina, teobromina, paraxantina, escopoletina e os ácidos cafeico, coumarico, ferulico, p-hidroxibenzoico, vanílico e clorogenico (Chou & Waller, 1980a,b). Com base nas análises realizadas através de cromatografia gasosa e espectrômetro de massa, pode-se também detectar a presença de vários aleloquímicos em amostra de lixiviados de folha e raiz de *Coffea arabica*, conferindo a comum predominância da cafeína (Waller et al., 1986).

Dos alcalóides existentes em café, a cafeína tem sido mais estudada, inclusive com seu conteúdo em folhas e sementes já ter sido definido e quantificado com aferição (Mazzafera & Magalhães, 1991), juntamente com a comprovação de seu potencial alelopático (Waller et al., 1986). A cafeína possui ainda, a característica de se encontrar complexada ao potássio e de poder atuar como molécula armazenadora de nitrogênio, que por ocasião de sua degradação, faz com que ocorra posterior liberação desse micronutriente (Mazzafera et al., 1996).

No estudo dos aleloquímicos de diversas espécies de café, foram medidas as quantidades de cafeína, teobromina e teofilina, em extratos aquosos de endosperma de frutos maduros e imaturos. A cafeína foi o alcalóide presente em quantidades maiores, tendo inclusive concentrações que foram em geral similares em frutos maduros e imaturos. Altas concentrações foram encontradas em *Coffea canephora* à 35,1 e 24,5 mg/g, respectivamente em endosperma imaturo e maturo e as mais baixas em *C. bengalensis*, onde a cafeína não foi detectada em extratos de frutos maduros. As concentrações de cafeína endógena e os dados de metabolismo, indicam que pode haver diferenças acentuadas na taxa de reciclagem de cafeína nas várias espécies de coffeea. Fontes potenciais de material para a produção de café natural e descafeinado são discutidas (Mazzafera et al., 1991).

## Alelopatia em café

Na determinação do potencial alelopático de uma planta, tem-se recorrido com freqüência à técnica dos extratos aquosos e orgânicos (Almeida, 1988). Seu procedimento básico, consiste da formulação de um extrato de uma planta ou suas partes, quer seja fresca ou seca, o qual é aplicado sobre a semente ou plântulas de outras espécies. Esta técnica realizada em laboratório e casa de vegetação é considerada simples e usual, fundamentada na capacidade de contribuir para isolar o efeito alelopático de outras interferências (Gomide, 1993).

A razão pela preferência da utilização do extrato aquoso em testes alelopáticos, consiste na procura de similaridade pelo mecanismo de ocorrência de lixiviação na natureza, cujas substâncias químicas que se encontram em plantas ou resíduos, geralmente são lixiviadas pela chuva e orvalho em quantidades significativas para o solo (Medeiros, 1989).

Entretanto, nem sempre os extratos obtidos de vegetais, são considerados materiais experimentais adequados, pois em testes de laboratório e de casa de vegetação, os resultados tem que ser tratados com cautela, porque no campo um grande número de compostos orgânicos podem ser lixiviados para o solo ou decomposto pela ação de microorganismos (Rodrigues et al., 1992).

Exige-se portanto que no âmbito da alelopatia planta à planta, devem ser estudado os efeitos de plantas infestantes sobre as cultivadas, entre as próprias espécies cultivadas, de espécies cultivadas sobre plantas infestantes, e entre as plantas infestantes, visando conforme a estratégia de interesse, avaliar a potencialidade da planta doadora e a sensibilidade da planta receptora, quanto a influência dos circunstanciais aleloquímicos.

Diversos trabalhos de alelopatia foram realizados com a cultura do café, comprovando-se a potencialidade e sensibilidade desta espécie em relação aos seus próprios efeitos, bem como interagindo com outras espécies de plantas.

Com relação ao efeito de seus próprios aleloquímicos, verificou-se a existência de autotoxicidade do café, principalmente na espécie *Coffea arabica*, cujos principais efeitos são provocados pela cafeína (Waller et al., 1986).

As raízes do café são susceptíveis à cafeína, e estando próximas à superfície do solo pode acontecer degeneração de lavouras velhas, ocorrendo pelo menos em parte, devido a autointoxicação. Como positivo, tem-se a produção de cafeína pelas plantas de café, na proteção contra predadores, regulação do espaçamento das plantas e supressão de plantas daninhas. Esta provavelmente não responde aos efeitos cumulativo negativo da cafeína, embora eventualmente tenha reduzido a vida das plantas (Friedman & Waller, 1985).

Na natureza a maioria da cafeína em sementes de café, é descarregada para dentro do solo ao redor da planta, no período de 1-2 anos após a dispersão da semente. A taxa do fluxo de cafeína aumentará à medida que a última coleta de semente envelhecer. Portanto, se o potencial alelopático das sementes é para ser decentemente avaliado, ambas sementes velhas não viáveis e jovens no solo, deverão ser consideradas. Esta conclusão foi tirada por Friedman & Waller (1983b), quando estudaram o efeito da senescência de sementes na taxa de emissão de inibidores da germinação, e verificaram que a taxa média da liberação de cafeína pelas sementes velhas e mortas de *Coffea arabica* L. cv. Bourbon, em água destilada, foi superior 5 vezes a taxa média de liberação das sementes jovens.

Quando sementes de café foram colocadas para germinar em solução aquosa de cafeína, em várias concentrações, a elongação do hypocótilo foi reduzida em todos os casos e o crescimento das radículas foi quase completamente inibido por 10mM de cafeína. Esta afirmação foi resultante do trabalho de Friedman & Waller (1983 a), que avaliaram crescimento de radícula e hypocótilo por 4 semanas de plântulas de *Coffea arabica* L. cv. Bourbon, germinadas em várias concentrações (5, 10 e 20 mM) de cafeína e teofilina, conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Medições de crescimento de radícula e hypocótilo de plantas de café arábica cv. Bourbon sob influência dos aleloquímicos cafeína e teofilina.

Compostos	Concentração (mM)			
	5	10	20	
Cafeína	Radícula	72 ± 8	3 ± 2	3 ± 3
	Hipocótilo	152 ± 7	61 ± 19	39 ± 12
Teofilina	Radícula	59 ± 7	27 ± 4	14 ± 7
	Hipocótilo	158 ± 4	48 ± 11	54 ± 6

Trabalho realizado por Waller et al. (1986), sobre recuperação da cafeína, adicionada em solos de café, através da coleta de amostras de solos perto da base da planta de café e outra cerca de 2 m de distância da primeira, verificou-se diferenciação nos resultados em que na amostra da base da planta obteve-se completa recuperação da cafeína e na amostra distante da planta, a recuperação foi baixa, não mais que 20%. Estes resultados foram interpretados em termos de substâncias mineral e orgânica no interior do solo estarem saturados com a cafeína, proveniente da planta de café, semelhantes àqueles alcalóides exógenos que não foram retidos.

Na amostra externa, a não saturação acreditou-se ocorrer, e a cafeína adicionada foi firmemente limitada pelo solo matriz, contudo a cafeína endógena não pode ser removida do interior da amostra. Forte absorção da cafeína no solo matriz, principalmente por partículas de argila, é entendido sobre a base de uma troca de cátions na reação entre o solo e o alcalóide, fundamentada no tamanho e da bidimensional estrutura. Desde então, a cafeína é assim fortemente retida no solo, porém moléculas em estado livre pode ter um efeito alelopático (Waller et al., 1986).

Conforme Lailach et al. (1968), citado por Mazzafera et al., (1996), a cafeína tem a capacidade de fortemente ser retida pelas argilas. A cafeína possui potencial de ação alelopática, com sua força de interferência comprometida no solo pela atuação de microorganismos, como a bactéria *Pseudomonas putida*, a qual possui a capacidade de degradar a cafeína (Yamaoka-Yano & Mazzafera, 1998).

### Efeito alelopático do café sobre outras culturas

Bioensaios para avaliação de influência alelopática de resíduos de *coffea arabica* sobre alface (*Lactuca sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum*) e festuca (*Festuca* sp.), realizados por Chou & Waller (1980a), revelaram que os extratos de folhas reduziram de 41 a 100% a germinação das espécies citadas e de 68 a 100% o crescimento radicular; já o extrato de raízes foi menos inibitório, mas produziu efeitos significativos.

Em trabalho com cobertura morta, composta por resíduo de café, aplicada em plantas cultivadas, realizado por Kito, Okuno & Hamada (1995), verificaram que este resíduo contribuiu para o aumento do crescimento do milho (*Zea mays* L.) e da soja (*Glycine max* M.),

redução do crescimento do trigo (*Triticum vulgare*) e não teve influência no crescimento da fava (*Phaseolus lunatus* L.); quanto a biomassa de plantas infestantes, foi significativamente reduzida durante o período de crescimento da soja. Em outro ensaio com aplicação de extratos de resíduos de café, em teste de germinação de sementes de algumas culturas, os mesmos observaram inibição da germinação de alface (*Lactuca sativa* L.), alfafa (*Medicago sativa* L.), trevo (*Trifolium pratense*) e centeio (*Secale cereale* L.).

Ensaio com extratos aquosos de folhas de cultivares de café Acaia, Catuai e Itacu, sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de alface, conduzidos por Alves, Mendes & Gomide (1997), revelaram que as folhas do cafeeiro mostraram potencial alelopático, inibindo a germinação de sementes da planta, testado pelo menos em 12% e reduzindo bastante a altura das plântulas e comprimento da raiz, havendo diferenciação de ação alelopática entre as cultivares de café.

Ensaio sobre avaliação da influência do resíduo de café no solo sobre o crescimento de várias espécies de culturas, foi conduzido em vasos no Japão por Kitou & Yoshida (1997), os quais relataram o efeito em 12 espécies cultivadas (Feijão, soja, fava, alfafa, trevo, trigo, milho, azevém, alface, crisântemo, brássica e tomate). As culturas de feijão, soja e alface tiveram uma taxa de crescimento significativamente maior; por sua vez a alfafa, fava e brássica foram apenas levemente afetadas e o restante (trevo, azevém, crisântemo, trigo, milho e tomate), tiveram menores taxas de crescimento. Dos resultados se deduz que os resíduos de café têm potencial, não apenas como matéria orgânica, mas como agente para controle de plantas daninhas em campos cultivados com culturas tolerantes a fitotoxina.

Estudos sobre propriedades alelopáticas de folhas, polpa e solo do dossel-árvore de café, foram realizados por Fetene & Habtemariam (1995), com avaliações dos efeitos de extratos aquosos sobre a germinação de alface e crescimento de cevada. A germinação de alface foi inibida por extratos de folha e polpa de café com os extratos foliares, resultando em maior inibição do que os extratos de polpa da mesma concentração. O crescimento da cevada foi significativamente reduzido por extratos de polpa, com a parte aérea crescendo mais do que a raiz. Os efeitos dos extratos do solo de dossel sobre a germinação de semente de alface e alongamento da radícula, diminuíram com aumento da distância da amostra do tronco da árvore. As implicações dos resultados para manejo de café em sistemas agroflorestais são discutíveis.

Efeito da aplicação de materiais orgânicos sobre o crescimento da pimenta preta (*Piper nigrum* L.), foi avaliado em vasos por Kumar & Wahid (1994), envolvendo aplicação no solo, de folhas de *Erythrina indica*, *Garuga pinnata*, *Grevillea robusta*, *Piper nigrum* e *Coffea arabica*. No geral houve um aumento substancial no crescimento e produção de biomassa da pimenta em todos tratamentos. Entretanto aplicação de folhas de *C. arabica* e de *P. nigrum* em taxas mais altas, suprimiu o crescimento dessa planta, provavelmente devido aos efeitos de produtos alelopáticos resultante da decomposição destes resíduos.

Em ensaio de laboratório, Chou & Waller (1980a), testaram a fitotoxicidade dos alcalóides cafeína, teobromina, teofilina e paraxitina presentes no café, sobre o crescimento da radícula de alface (*Lactuca sativa* L.), pela aplicação de solução aquosa em 4 concentrações (100, 200, 300 e 400 ppm), tendo a água destilada como testemunha. Verificaram após 48 horas à temperatura de 25°C, efeitos inibitórios desses compostos, destacando-se a cafeína com maior tendência de inibição, conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Porcentagem de inibição do crescimento de radícula de alface, pelo efeito de solução aquosa de quatro alcalóides em quatro concentrações.

Compostos	Concentrações (ppm)			
	100	200	300	400
Água	0	0	0	0
Cafeína	54	78	90	84
Teobromina	41	51	32	64
Teofilina	58	69	81	76
Paraxitina	62	66	66	85

### Efeitos alelopáticos do café sobre plantas infestantes

A diminuição de plantas infestantes ao redor do pé de café é devido pelo menos em parte, a lenta lixiviação de cafeína no dossel da planta, proveniente dos poucos grãos perdidos de café, resultantes da colheita. Semelhantes grãos, perdem sua viabilidade após cerca de seis meses e eles liberam a cafeína cinco vezes mais rápido do que sementes viáveis (Friedman & Waller, 1983b).

Trabalho realizado por Rizvi et al. (1980), testando extratos etanólicos de sementes de *Coffea arabica* sobre diversas espécies de plantas infestantes, comprovaram efeitos de inibição na germinação de muitas delas, com registro de maior evidência na inibição do caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*), com a cafeína sendo identificada como o princípio ativo desse extrato de sementes.

Almeida (1991a), comprovou a existência de efeitos alelopáticos da casca de café sobre a germinação de várias espécies silvestres, dentre estas, o caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*), picão preto (*Bidens pilosa*) e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), as quais tiveram sua germinação inibida, quando tratadas com extratos alcoólicos e aquosos desse resíduo.

Entretanto, Almeida (1991b), testando a utilização da casca de café como cobertura morta no campo, espalhando-a a razão de 500, 1.000, 3.000 e 5.000 kg/ha, com avaliação aos 15, 20 e 30 dias, não observou alteração quantitativa ou qualitativa da flora infestante.

Neste contexto, Santos (1999), num experimento de campo aplicando coberturas mortas de casca de café e casca de arroz nas entrelinhas da lavoura de café catuaí, avaliou seus efeitos no controle do caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis* L.). Verificou-se que ambos resíduos proporcionaram inibição de germinação e estímulo ao seu crescimento. A casca de arroz possibilitou maior inibição do nível de infestação do caruru-de-mancha do que casca de café, com esta última proporcionando maior estímulo ao crescimento da planta e produção de matéria seca, da parte aérea do caruru do que casca de arroz.

Estes resultados divergiram com os obtidos por Almeida (1991b), no tocante a cobertura morta de casca de café, provavelmente pelo fato de que no atual experimento, a quantidade de casca de café utilizada (8,3 t/ha) ter sido superior, a aplicação ter sido realizada de forma dirigida na faixa central das entrelinhas da lavoura e as avaliações terem sido prolongadas até 80 dias de sua instalação.

Santos (1999), ainda trabalhando com vasos em casa de vegetação, utilizando as mesmas cascas de café e de arroz sob diversas disposições nas camadas do solo, verificou que no geral estas cascas proporcionaram também inibição da germinação e estímulo ao crescimento do caruru-de-mancha. A casca de arroz, proporcionou baixo índice de velocidade de



emergência e germinação de sementes, do que a casca de café. Por sua vez a casca de café depositada no topo, proporcionou maior crescimento e maior peso da matéria seca do caruru-de-mancha, seguido pela mesma casca incorporada na superfície do solo.

Com relação ao estudo da aplicação de extratos aquosos de casca de café e casca de arroz, Santos (1999), objetivou avaliar os efeitos alelopáticos desses resíduos sobre a germinação e crescimento inicial do caruru-de-mancha, plantado nos vasos com solos de lavoura de café e barranco comum. Observou-se que extrato aquoso de casca de arroz proporcionou maior tendência de inibição do índice de velocidade de emergência e porcentagem de germinação do caruru-de-mancha, do que extrato de casca de café, com este último propiciando estímulo ao crescimento da planta e produção de matéria seca do caruru, do que casca de arroz.

Experimento realizado envolvendo formulação de suspensão aquosa de solos coletados embaixo das plantas de café, com aplicação sobre plantas infestantes, Anaya et al., (1982) citados por Waller et al. (1986), verificaram maior porcentagem de inibição do comprimento de raiz e parte aérea da espécie infestante *Bidens pilosa* pela variedade de *C. arabica typica*, e efeito de maior inibição na parte aérea e comprimento de raiz da espécie infestante *Mimosa pudica* pela variedade de café arábica bourbon.

### **Efeito alelopático do café sobre microorganismos**

Extratos aquosos de chá e café tem sido estudados, objetivando avaliar seus efeitos sobre crescimento de bactérias. Ficou constatado que os referidos extratos contém fatores que podem reverter a toxicidade da aflatoxina, que tem provocado inibição de crescimento em bactérias *Bacillus megaterium* (Shana et al., 1996).

Resultados de pesquisa comprovaram que a cafeína à concentração de 1500 ppm, possui atividade fungicida contra *Helminthosporium maydis* um patógeno parasita do milho (Rizvi et al. 1980a,b). Por sua vez, esta cafeína à concentração de 100 ppm, tem ação fungicida contra *Saprolegnia ferax* um patógeno do peixe (Prabhuji et al., 1983).

### **Efeito alelopático de microorganismo sobre café**

Trabalho em plantas de café com oito meses de idade, objetivou avaliar a indução da beta-1-3-gluconase e da quitinase em suas folhas, pela aplicação de *Bacillus thuringiensis*, visando a proteção contra ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Verificou-se que as atividades da beta-1,3-gluconase e da quitinase foram induzidas localizadamente e sistematicamente de 4-25 e 11-25 dias, respectivamente, após pulverizar as superfícies do terceiro par de folhas de café do ápice das plantas, com uma suspensão aquosa de 50 mg/ml de *B. thuringiensis* (Thuricide HP-sandoz). O tratamento induziu resistência local e sistêmica ao *H. vastatrix*. Dentre 14-18 dias de aplicação do indutor de Thuricide, a atividade do beta-1,3-gluconase nas folhas não inoculadas, aplicavelmente e sistematicamente protegidas, atingiu um máximo de níveis 226 e 279% mais altos, respectivamente, do que nas plantas controles. A atividade da quitinase atingiu níveis máximos de 224 e 181% respectivamente, 18-21 dias, após o tratamento com o indutor (Guzzo e Martins, 1996).

### **Efeito alelopático do café sobre insetos**

Verificou-se ainda, a potencialidade da cafeína como agente inseticida contra diversas pragas de culturas. Rizvi et al. (1980b), demonstraram uma propriedade esterilizante da cafeína contra o inseto *Callosobruchus chinensis*, uma praga dos grãos armazenados do feijão.

Outros registros de interação planta-inseto, envolvendo a cafeína e alguns alcalóides purina e methylxantines sintético, foram apresentados por Nathason, 1984, que utilizou para inibir a alimentação de larvas de *Manduca sexta*, *Tenebrio app* e *Vanesa cardui*, ninfas de *Ancopeltus fasciatus* e adultos de *Tribolium confusum* e *T. castaneum*. Ficou evidenciado que a cafeína foi tóxica a 0,4% de concentração.

## Aplicação na cafeicultura

O maior exemplo de aplicação da alelopatia na agricultura, de uma maneira prática e usual, consiste na utilização de resíduos vegetais como coberturas mortas, com o objetivo de controlar plantas infestantes no sistema de plantio direto de culturas anuais.

Entretanto na cafeicultura pode-se fazer pleno uso da alelopatia, principalmente como recurso alternativo de controle das plantas infestantes, que poderá ser evidenciada através da adoção de medidas práticas, como a utilização de coberturas mortas, o plantio de plantas companheiras, a intercalação de plantas consorciadas e a formulação de herbicidas naturais e sintéticos análogos.

A utilização de **cobertura morta** tem se constituído num procedimento empírico comum entre os cafeicultores, como forma de manejo do solo e controle das plantas infestantes. A formação dessa cobertura geralmente é realizada através do aproveitamento das próprias espécies de plantas infestantes e de espécies leguminosas plantadas nas entrelinhas, sendo ambas eliminadas com herbicidas ou cortadas com roçadeira, resultando em camadas de palhas deixadas sobre a superfície do solo.

Verificou-se também, a utilização de outros resíduos alternativos de cobertura do solo, como casca de café e casca de arroz, que são geralmente espalhados em toda a lavoura (Souza, Melles & Guimarães, 1985). Porém questiona-se sua viabilidade pela disponibilidade dos materiais, custo operacional e desconhecimento de seu potencial alelopático.

Costa et al. (2000), num experimento de manejo e controle de plantas daninhas em cafezal conilon adulto, em Rondônia, utilizando-se de diversos métodos alternativo e combinado, verificaram que a aplicação de cobertura morta de palha de café nas entrelinhas da lavoura, juntamente com a capina química na linha, contribuíram para que se registrasse os menores índices de incidência das plantas daninhas, além de possibilitar o maior acréscimo no rendimento do café. Em outro experimento com café Conilon em Presidente Médici, Rondônia, Costa et al. (1999), utilizando palha de café (aproximadamente 70 t/ha) como cobertura morta nas entrelinhas da lavoura recepada em recuperação, verificaram o aumento de produtividade em até 80% com relação a testemunha.

Evidentemente o conhecimento da especificidade do potencial alelopático desses resíduos, subsidiará a aplicação com eficiência desse recurso na lavoura cafeeira, principalmente como prática permitida não só na produção convencional de café, mas sobretudo na produção de café orgânico, cujo produto possui demanda com grande perspectiva de expansão no mercado internacional.

Outro modo de utilização da alelopatia planta-a-planta na cafeicultura, consiste no plantio de **plantas companheiras**, cuja introdução voluntária dessas espécies, tem a finalidade específica de controlar plantas infestantes, beneficiando a cultura.

Indicação de culturas de adubação verde, e também como plantas companheiras no controle de espécies infestantes, tem sido observadas em cafezais, com questionamentos sobre suas influências na concorrência de nutrientes. Um exemplo consiste no plantio de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (Jacq.) D.C.), que possui toxicidade sobre a tiririca (*Cyperus rotundus* L.). Esta comprovação foi feita por Magalhães & Franco, (1962), que ao submeter plantas de tiririca ao tratamento com extrato de nódulos de raízes de feijão-de-porco, mostraram-se com inibição do brotamento dos tubérculos e apresentação de folhas cloróticas.

Cultura como *Chromolaena odorata*, tem a capacidade de controlar algumas plantas infestantes presentes em outros cultivos. Poucos trabalhos têm revelado aspectos negativos e são quase estritamente limitados aos seus efeitos em monoculturas de cacau, café, algodão e palmeira oleaginosa ou em áreas reflorestadas ou pastagens cultivadas. Na África e Indonésia esta espécie é vista como desejável de pousio, mostrando-se como uma cultura de cobertura, adubação verde e eficaz em controlar *Imperata cylindrica* (Baxter, 1995).

Leônidas et al. (2000) avaliaram a consorciação de leguminosas em cafezal robusta adulto em solo de média a alta fertilidade em Rondônia, objetivando avaliar suas influências quanto ao grau de incidência das plantas daninhas no período chuvoso e seco. Observaram que a maior eficiência no controle das plantas daninhas, foi apresentada em ordem decrescente pelas leguminosas *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi*, *Desmodium ovalifolium*, *Canavalia ensiformis* e *Stizolobium* sp. Os resultados contribuíram para uma maior redução de utilização da mão-de-obra com as capinas.

Entretanto, Costa et al. (1999), utilizando como planta companheira a leguminosa *Arachis pintoi* na rua de café Conilon em solo de baixa fertilidade em Rondônia, verificaram uma tendência de competição de leguminosa com o cafeeiro, possivelmente por água e nutrientes, com a mesma não funcionando como uma planta companheira e sim como uma planta invasora.

O plantio de **culturas intercalares** em forma de consorciação, também se preconiza uma alternativa, inclusive freqüentemente utilizada na cafeicultura na fase inicial de desenvolvimento da lavoura. O conhecimento das possíveis interferências entre estas plantas consorciadas, e entre estas e a comunidade de plantas infestantes, torna-se imprescindível para o melhor aproveitamento econômico das culturas envolvidas e melhor indicação para o controle do nível de infestação das espécies competidoras.

Em experimento conduzido por Melles & Silva (1978), referente ao plantio de culturas intercalares em cafezal, constatou-se redução bastante drástica na produção dos cafeeiros, quando da intercalação de 2,4 e 6 linhas de feijão de porco nas entrelinhas de café Catuaí em formação, visualizando-se uma interferência competitiva desta espécie com o café.

Embora se tenha registro do plantio de culturas consorciados com café, principalmente culturas de ciclo curto ou anuais, diversos questionamentos tem sido levantados sobre o baixo rendimento das culturas anuais e a impossibilidade de utilização da mecanização da lavoura, fazendo com que seu planejamento seja mais criterioso para o objetivo que se pretende atingir.

Ainda como utilização da alelopatia, tem-se a formulação de produtos com características herbicida, os quais são elaborados a partir de moléculas extraídas da natureza, transformando-se em **herbicidas naturais**, fundamentados na existência de aleloquímicos presentes nas plantas, grau de toxicidade e capacidade de ação seletiva.

Pode também se constituir um caminho alternativo, a identificação de produtos químicos e seu potencial de especificidade sobre as plantas infestantes, fazendo com que haja embasamento ou certificação para produção de **sintéticos análogos**, possibilitando maior facilidade e eficiência de utilização.

Enfim, acredita-se que o pleno domínio dos modos e mecanismos de ação da alelopatia, possibilitarão uma melhor coexistência do café com as plantas infestantes, através da manutenção do nível de infestação adequado, implicando numa harmônica convivência e controle entre as espécies.

## Referências bibliográficas

- ABREU, J.C. de. **Potencial Alelopático do Angico-Vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg):** Efeitos sobre a germinação de sementes e ciclo mitótico de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e Canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). Lavras: UFLA, 1997. 55p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ALMEIDA, F.S. de. **A alelopatia e as plantas.** Londrina, IAPAR, 1988. 60p.
- ALMEIDA, F.S. de. **Integração da alelopatia no controle de infestantes em plantio direto.** São Paulo: Associação Nacional dos Produtores de Defensivos Agrícolas, 1988. 43p.
- ALMEIDA, F.S. de. A defesa das plantas. **Ciência Hoje.** Rio de Janeiro, v.11, n.62, p.38-45, 1990.
- ALMEIDA, F.S. de. **Controle de plantas daninhas em plantio direto.** Londrina: IAPAR, 1991a. 34p.
- ALMEIDA, F.S. de. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.26, n.2, p.221-236, 1991b.
- ALVES, L.M.; MENDES, A.N.G.; GOMIDE, M. B. Avaliação do potencial alelopático de folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no controle das plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 23., 1997, Manhuaçu. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ/PNFC, 1997. p.188-190.
- BAXTER, J. *Chromolaena odorata: Weed for the Killing or shrub for the tilling?* **Agroforestry-today.** 1995. v.2, p.6-8, 1995.
- CHOU, C.H.; WALLER, G.R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica*. **Journal of Chemical Ecology,** v.6, n.3, p.643-653. 1980a.
- CHOU, C. H.; WALLER, G. R. Isolation and identification by mass spectrometry of phytotoxins in *Coffea arabica*. **Bot. Bull. Acad. Sinica,** v.21, p.25-34, 1980b.
- COSTA, R. S. C. da.; SANTOS, J.C.F.; LEÔNIDAS, F. das C.; RODRIGUES, V.G.S. Manejo e controle de plantas daninhas no cafezal em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 26., 2000, Marília. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ/CDPC, 2000. p.250-251.
- COSTA, R.S.C. da; SANTOS, J.C.F.; LEÔNIDAS, F. das C. **Recepa e diferentes manejos na recuperação de cafezal decadente em Presidente Médici, Rondônia.** Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 1999. 5p. (EMBRAPA.CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 176).

- FETENE, M.; HABTEMARIAM, S. Investigations on allelopathic properties of coffee (*Coffea arabica* L.) leaves, pulp and tree-conopy soil. Adis Abeba, **Sinet, Ethiopian Journal of Science**, v.18, n.1, p.51-65, 1995.
- FRIEDMAN, J.; WALLER, G. R. Caffeine hazards and their prevention in germinating seeds of coffee (*Coffea arabica* L.). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.9, n.8. p.1099-1106, 1983a.
- FRIEDMAN, J.; WALLER, G.R. Seeds as allelopathic agents. **Journal of Chemical Ecology**, v.9, n.8. p.1107-1117. 1983 b.
- FRIEDMAN, J.; WALLER, G.R. **Trends Bio Chemistry Sciency**. New York, v.10, p.47, 1985.
- FRIEDMAN, J.; Allelopathy, autotoxicity and germination. In: KIEGEL, J., GALILI, G. **Seed development and germination**, New York: Marcel Dekker, 1995. p.629-644.
- GOMIDE, M.B. **Potencialidades alelopáticas dos restos culturais de dois cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp), no controle de algumas plantas daninhas**. Piracicaba: ESALQ, 1993. 96p. (Tese Doutorado em Fitotecnia).
- GUZZO, S.D.; MARTINS, E.M.F. Local and Systemic Induction of beta-1,3-glucanase and chitinase in coffee leaves protected against *Hemileia vastatrix* by *Bacillus thuringiensis*. **Jornal of Phytopathology**, São Paulo, v.144, p.9-10, 449-454, 1996.
- KITOU, M.; OKUNO, S.; HAMADA, Y. **Study on the Agricultural Utilization of Coffee Residue**. Utilization of coffee residue for weed control. Kyoto: ASIC, 1995 p.821-828. (16° Colloque).
- KITOU, M.; YOSHIDA, S. Effect of coffee residue on the growth of several crops species. **Journal of Weed Science and Technology**, Honshu, v.4, n.1, p.25-30, 1997.
- KUMAR, C.S.; WAHID. P.A. Effect of application of organic materials on growth and foliar nutrient contents of black pepper (*Pipper nigrum* L.) **Journal of Spices and Aromatic Crops**, Thrissur, India, v.3, n.2, p.135-141, 1994.
- LEÔNIDAS, F. das C.; SANTOS, J.C.F.; COSTA, R.S.C. da. Consorciação de leguminosas em cafezal adulto em Rondônia, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 26., 2000, Marília. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ/CDPC, 2000. p.319-321.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4 ed., Nova Odessa. 1994, 336p.
- MAGALHÃES, A.C.; FRANCO, C.M. Toxicidade do feijão-de-porco sobre a Tiririca. **Bragantia**, v. 21, p.53-57, 1962.
- MAZZAFERA, P.; MAGALHÃES, A.C.N. Cafeína em folhas e sementes de *Coffea* e *Paradoffea*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.14, p.157-160, 1991.
- MAZZAFERA, P.; CROZIER. A.; MAGALHÃES, A.C. Caffeine Metabolism in *Coffea arabica* and either species of coffee. **Phytochemistry**, Oxford, v.30, n.12, p.3913-3916, 1991.
- MAZZAFERA, P.; YAMAOKA-YANO, D.M.; VITÓRIA, A.P. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.8, n.1, p.67-74, 1996.

- MEDEIROS, A.R.M. de. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. Piracicaba: ESALQ, 1989, 92p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).
- MELLES, C.C.A.; SILVA, C.M. Culturas intercalares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.44, p.70-71, 1978.
- MOLISCH, H. **Der einfluss eine pflanze auf die andere: Allelopathie**. Jena, Fischer, 1937. 106p.
- MULLER, C.H. The role chemical inhibition (allelopaty) in vegetation competition. **Bulletim of the Torrey Botanical Club**, v.93, n.5, p. 322-51, 1966.
- NATHANSON, J.A. **Science**. 226:184. 1984
- PATRICK, Z.A. Phytotoxic substances associated with the decomposition in soil of plant residues. **Soil Science**, Baltimore, v.111, n.1, p.13-18, 1971.
- PRABHUJI, S.K.; SRIVASTAVA, G.C.; RIZVI, S.J.H.; MATHUR, S.N. **Experientia**, n. 39, p.177. 1983.
- PUTNAM, A.R. Allelopathy. In: DUKE, S. **Weed Physiology**. Flórida: CRC Press, 1985. 165p.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed. Orlando: Acad. Press, 1984. 422p.
- RIZVI, S.J.H.; MUKERJI, P.; MATHUR, S.N.A. New report on a possibile source of natural herbicide. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.18., n.7., p.777-778, 1980a.
- RIZVI, S.J.H.; MUKERJI, D.; MATHUR, S.N.J. A possible new source of a natural herbicide, **Journal Experimental Biology**, n.18, p.77-78, 1980b.
- RODRIGUES, L.R. de A.; RODRIGUES, T. de J.D.; REIS, R.A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal, FEAV-UNESP/FUNEP, 1992, 18p.
- RODRIGUES, L.R.; ALMEIDA, F.L.S. **Controle alternativo de plantas daninhas através da alelopatia**. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2, 1997, São Paulo, SP. Campinas: Fundação Cargill, 1977. p.40-48.
- SANTOS, J.C.F. **Influência das cascas de café (*Coffea arabica* L.) e de arroz (*Oryza sativa* L.), sobre a germinação e crescimento do caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis* L.)**. Lavras: UFLA. 1999. 177p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- SHANA, T.; RATI, E.R.; JOSEPH, R. Reversal of growth inhibition of *Bacillus megaterium* due to aflatoxin by coffee and teas extracts. **Letters in Applied Microbiology**. Mysore, India, v.23, n.6, p.437-438, 1996.
- SOUZA, I.F. de.; MELLES, C. do C. de A.; GUIMARÃES, P.T.G. Plantas daninhas e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.59-65, 1985.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Potencial Alelopático de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasores de pastagens. **Planta Daninha**, Londrina, v.15, p.53-60, 1997.
- SWAIN, T. Secondary compounds as protective agents. **Anual Review of Plant Physiology**, n.28, p.479-501, 1977.

SZCZEPANSKI, A.J. Allelopathy as a mean of biological control of water weeds. **Aquatic Botany**. n.3, p.193-197. 1977.

WALLER, G.R.; KUMARI, D.; FRIEDMAN, J et al. Caffeine autotoxicity in *Coffea arabica* L. In: PUTNAM, A.R.; TANG, C.S.E. **The Science of Allelopathy**. NewYork: JohnWiley,1986. p.243-269.

YAMAOKA-YANO, D.M.; MAZZAFERA, P. Degradation of caffeine by *Pseudomonas putida* isolated from soil under coffee cultivation. **Allelopathy Journal**, Hisar, Índia, v.5, n.1, p.23-24, 1998.







**Embrapa**

---

*Rondônia*

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

**GOVERNO  
FEDERAL**  
Trabalhando em todo o Brasil