

PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA ECONÔMICA DA ARBORIZAÇÃO COM MACADÂMIA SOBRE LAVOURAS CAFEIEIRAS¹

Rodrigo Luz da Cunha², Fabrício Teixeira Andrade³, Vicente Luiz de Carvalho⁴, Maria Inês Nogueira Alvarenga⁵,
Elifas Nunes de Alcântara⁶.

¹ Trabalho financiado pelo CNPq.

² Pesquisador, D.Sc., Epamig Sul de Minas/EcoCentro, Lavras-MG, bolsista Fapemig, rodrigo@epamig.ufla.br

³ Eng.Agr., Mestrando, bolsista Capes/DAE/UFLA, fabricioandrade84@yahoo.com.br

⁴ Pesquisador, M.Sc., Epamig Sul de Minas/EcoCentro, Lavras-MG, bolsista Fapemig, vicentelc@epamig.ufla.br

⁵ Prof., D.Sc. UNIFEI, mariaines@unifei.edu.br

⁶ Pesquisador, D.Sc., Epamig Sul de Minas/EcoCentro, Lavras-MG, bolsista Fapemig, elifas@epamig.ufla.br

RESUMO: O custo de manutenção da lavoura de café (*Coffea arabica* L.) é alto, aspecto que se intensifica quando o preço do produto está baixo no mercado internacional, descapitalizando o produtor e muitas vezes levando-o ao abandono da lavoura. O cultivo de espécies arbóreas como condicionante climático (proteção contra geadas e chuva de granizo) e agregador de valores (produção na entressafra do café) contribui para a diminuição do custo de manutenção da lavoura, havendo necessidade de se avaliar a eficiência dos diferentes arranjos estruturais tanto no aspecto econômico quanto fitossanitário. O ensaio foi instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso-MG, ocupando uma área de 1,2 ha, no delineamento em blocos casualizados, constituído de 5 arranjos estruturais em 3 repetições. A macadâmia (*Macadamia integrifolia*, Proteaceae) foi plantada no espaçamento de 5m entre plantas de café, na linha, para não atrapalhar os tratamentos culturais na lavoura, compondo 5 arranjos estruturais progressivos, representado pelos tratamentos: A1, macadâmia em todas as linhas; A2, macadâmia em linhas alternas; A3, macadâmia pulando duas linhas de café; A4, macadâmia pulando quatro linhas de café; A5, café solteiro. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados quanto à produção do café e da macadâmia. Foi realizada a análise econômica para os tratamentos. Embora a macadâmia passasse a concorrer com o cafeeiro a partir de 8 safras, afetando a sua produção, o tratamento A1, foi o que mostrou melhor resultado econômico, principalmente.

Palavras-chave: Café, macadâmia, produção, análise econômica.

PRODUCTION AND ECONOMIC EFFICIENCY OF COFFEE PLANTS UNDER MACADAMIA NUT TREES IN ARBOREOUS SYSTEM

ABSTRACT: The maintenance cost of coffee crop (*Coffea arabica* L.) is high, and is intensified when the product price is low in the international market causing money lack to farmer, often leading him giving up the crop. Tree cultivation species in arboreous system as climatic conditioner (protection against frost and hails) and aggregator values of coffee production in the season helps to decrease coffee costs maintenance, having the need to evaluate the efficiencies of some structural arranges in economic and healthy aspect. The experiment was installed at Experimental Station of São Sebastião do Paraíso, MG, from EPAMIG, occupying an area of 1.2 ha using a randomized block design with five progressive structural arranges and three replicates. The macadamia plants (*Macadamia integrifolia*, Proteaceae) were planted at 5m row space inter coffee plants, just for do not to impair the cultural coffee handlings. The five structural progressive arranges were: A0 only coffee in all rows; A1, macadamia three planted in all coffee rows; A2 macadamia planted in alternate rows; A3 macadamia in each two coffee rows; A4 macadamia in each four coffee rows. The treatment effects were evaluated as the coffee yield and macadamia nuts. Economic analyzes was performed in all treatments. Although the macadamia nut tree passed to compete with coffee tree after from eight harvest season, affecting their production, the macadamia tree planted in all coffee rows, was mainly one that best economic results presented.

Key words: Coffee, macadamia nut, production, economic analyzes.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) pode ser conduzido segundo dois sistemas de cultivo: a pleno sol, como é o caso do Brasil, onde quase todo o plantio comercial é feito; e sombreado, como na Colômbia, onde o sombreamento é uma prática tradicional, em zonas onde as condições de solo e clima não são favoráveis à cultura (Chamorro et al., 1994).

No Brasil o sistema agro-florestal pode viabilizar o cultivo do café através dos princípios do manejo sustentado dos ecossistemas principalmente através da utilização de espécies de uso múltiplos (Macedo, 1993). Esse sistema atende principalmente as necessidades do pequeno produtor que necessita de alternativas de sobrevivência na entressafra do café uma vez que o produto da arborização como: madeira, produção de frutas e outros podem aumentar significativamente à sua renda. Apesar de ainda se ter muitas lacunas a serem preenchidas quanto aos efeitos da arborização sobre o cafeeiro, a opção de se arborizar ou não, fica na dependência do clima e dos objetivos do empreendedor. Nas regiões de clima quente e seco deve-se utiliza-las como amenizador de temperatura e nas regiões sujeitas à geadas, por aumentarem a média da temperatura mínima, é medida eficiente na proteção do cafeeiro, além da produção extra advinda da arborização.

Muitos estudos têm mostrado que plantas jovens de café crescem melhor, e acumulam mais matéria seca, sob sombreamento moderado. Entretanto, igual crescimento e desenvolvimento, tem sido observado em plantas crescendo ao sol. Sob sombreamento, ocorre normalmente maior alongação dos ramos, o que varia com a disponibilidade de água, com o solo e com a temperatura do ar (Morales et al., 1986; Volpe; Pedroso, 1983, citados por Rena et al., 1994).

O cafeeiro não tolera variações muito amplas de temperatura, sendo que as médias abaixo de 16°C e acima de 24°C não são adequadas, e o ótimo está compreendido entre 18 e 22°C. A partir de 24°C, cada aumento de 1°C na temperatura atmosférica provoca uma redução de 10% na produção de matéria seca do cafeeiro, de tal modo que a 34°C, o crescimento seria praticamente nulo (Alégre, 1959; Nunes et al., 1968, citados por Rena e Maestri, 1986). Folhas de café expostas a pleno sol podem apresentar temperaturas de 10°C acima da temperatura do ar (Mota, 1988).

As condições ecológicas locais determinam à aplicação e o sucesso de um ou outro sistema, ambos apresentando vantagens e desvantagens. Segundo Fernandes (1986) a arborização do cafezal, feita de maneira correta, obtendo-se assim o sombreamento adequado, pode apresentar, dentre outras, as seguintes vantagens: produção de frutos de maior tamanho, manutenção de um ambiente favorável à produção, melhoria do aspecto vegetativo do cafeeiro, redução de incidência da seca de ponteiros, redução das diferenças de ciclo bienal de produção do cafeeiro, redução do número de capinas, melhoria do combate à erosão, redução da incidência de cercosporiose, obtenção de cafés mais suaves e aumento do número de ramos primários dando maior capacidade produtiva ao cafeeiro.

Deve-se ressaltar ainda, segundo Chamorro et al. (1994), quando o café é cultivado a pleno sol, somente aproveita os nutrientes que estão nas camadas superficiais do solo; os que se encontram nas camadas mais profundas não são acessíveis às suas raízes. Quando o cultivo é feito com árvores de sombra, de raízes profundas, esses nutrientes, são reciclados pelas folhas que caem, podendo ser utilizados pelo cafeeiro.

Embora a escolha das espécies arbóreas a serem utilizadas nos sistemas agro-florestais seja um dos maiores problemas para a adoção deste sistema, algumas características podem ser consideradas básicas: adaptação às condições ecológicas da região; crescimento rápido e vida longa; folhagem que permita a filtração dos raios solares; sistema radicular não superficial e que não concorra com as raízes do cafeeiro; resistentes a pragas e doenças; não atrair pragas e doenças para o cafezal; ter fuste ereto e não apresentar perdas das folhas nos períodos de geadas e ventos frios (Fernandes, 1986).

Algumas iniciativas apontam vantagens para a consorciação de cafeeiros e diferentes espécies arbóreas, como cedrinho, seringueira, bananeira e macadâmia. Algumas experiências do consórcio de café com macadâmia não tem dificultado os tratos culturais do cafeeiro, a colheita é realizada em épocas diferentes, com melhor aproveitamento da mão-de-obra (Oliveira, 2009).

A noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) é uma árvore da família Proteaceae cuja noz é considerada saborosa entre as nozes comercializadas (Bittenbender & McGregor, 1991). No Brasil, foi introduzida em 1931, mas a expansão aconteceu a partir da década de 80, sendo que atualmente as informações disponíveis sobre esta noqueira e as tecnologias recomendadas para o seu cultivo têm sido extrapoladas e adaptadas (Sacramento, 1991).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e o retorno econômico dos arranjos agrossilviculturais envolvendo cafeeiros e macadâmia, que possibilitem um aproveitamento racional do café, tendo a alternativa econômica complementar da produção da macadâmia..

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio está sendo conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso-MG, em lavoura de Catuaí vermelho IAC-99, sobre um Latossolo Vermelho distroférrico (LVd), textura muito argilosa e relevo suave ondulado. Tanto o café quanto a macadâmia foram plantados na mesma época, em 2000, no espaçamento de 3,5m x 0,5m; e ambos estão sendo conduzidos de maneira convencional com as adubações aplicadas de acordo com as recomendações técnicas para Minas Gerais (Guimarães et al., 1999).

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, constituído de 5 arranjos estruturais em 3 repetições. Cada parcela foi composta de 11 linhas de café (*C. arábica*) com 40 plantas, sendo as 10 plantas centrais das 7 linhas centrais consideradas parte útil da parcela para avaliações de parâmetros relativos ao café e macadâmia. A macadâmia foi plantada no espaçamento de 5m entre plantas, na mesma linha do café, para não atrapalhar os tratos culturais na lavoura, compondo 5 arranjos estruturais progressivos, representado pelos tratamentos: A1, macadâmia (*M.*

integrifolia) em todas as linhas; A2, macadâmia em linhas alternas; A3, macadâmia pulando duas linhas de café; A4, macadâmia pulando quatro linhas de café e A5, café solteiro.

A avaliação da produtividade do café foi realizada em todas as safras, o café colhido, nas 7 linhas centrais de cada parcela, foi pesado e contado o número de plantas que produziram. Retirou-se uma amostra de 4 litros do café da roça. Esta amostra foi lavada e seca em terreiro até atingir 11-12% de umidade. Após a secagem, as amostras foram beneficiadas e pesadas. Os dados obtidos em todas as fases do processo foram usados no cálculo de produtividade em sacas de 60 kg de café beneficiado/ha. Esta conversão visa trabalhar com uma unidade de medida de produção usual no setor cafeeiro, a macadâmia, foi avaliada nas plantas localizadas nas parcelas úteis, quantificando o peso das nozes desta espécie e transformados para Kg/ha.

Foi realizada a análise econômica, comparando os diferentes arranjos estruturais de café com macadâmia e café solteiro, através da determinação do valor presente líquido (VPL). O VPL pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Conceitualmente a viabilidade econômica de um projeto analisado por esse método é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados à determinada taxa de juros. Assim, quanto maior o VPL, mais atrativo será o projeto. A fórmula geral para cálculo do VPL é:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j} \text{ em que:}$$

R_j = receita no final do ano ou do período de tempo considerado;

C_j = custo no final do ano ou do período considerado;

i = taxa de desconto ou taxa de juros;

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

A análise de variância foi realizada para as produções e as médias comparadas através do teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, utilizando o programa Sisvar 4.0 (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das produções dos diferentes arranjos de cafeeiros com macadâmia estão expressos na Tabela 1. Foram incluídas as produções de 2002 a 2010. Não houve produção em 2007 devido às características de bianualidade de produção da cultura, sendo, no ano anterior (2006), registrado uma grande safra, média de 63,2 sacas de café ben./ ha e tendo como agravante um período de seca que se entendeu nos meses de agosto, setembro e outubro comprometendo ainda mais a possibilidade de produção do ano de 2007.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a produção para o período de 2003 a 2006 e para o ano de 2008. A primeira produção em 2002, o tratamento com macadâmia em todas as linhas de plantio (A1) foi o mais produtivo em relação aos demais. Após 7 e 8 anos, em 2009 e 2010 o tratamento (A1) reduziu a produção do café, conforme a Tabela 1. Este resultado reflete a maior densidade de plantas de macadâmia do tratamento (A1) que representa a substituição direta de 572 pl/ha de café e ainda duas vezes esse valor em plantas de café suprimidas, representando menos cafeeiros/ha e ainda a concorrência da macadâmia com os cafeeiros adjacentes em água, luz e nutrientes.

Em destaque, o tratamento com café solteiro (A5) foi o que produziu mais em 2009 e valores intermediários foram obtidos com café e macadâmia quando a macadâmia foi mais espaçada (Tratamentos A2, A3 e A4). Indicando que a partir de 8 safras de café, a macadâmia passa a concorrer com o cafeeiro em qualquer nível de espaçamento adotado. Entretanto em 2010, não houve diferenças para os tratamentos com macadâmia e testemunha, com exceção apenas para o tratamento A1, conforme citado, devido à concorrência e mesmo assim com uma produtividade bastante satisfatória de 55 sacas de café beneficiada/ha.

Tabela 1. Valores médios de produção anual em sacas de café beneficiadas/ha de cafeeiros submetidos a diferentes arranjos espaciais com macadâmia. EPAMIG. São Sebastião do Paraíso-MG. 2011.

Tratamentos	Sacas de 60 kg de café beneficiadas / ha							
	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010
A1 (572 pl.)	35,3 a	18,3 a	55,7 a	20,9 a	60,9 a	34,1 a	8,2 c	55,3 b
A2 (286 pl.)	29,8 b	14,9 a	60,2 a	17,8 a	63,8 a	39,4 a	14,4 b	78,0 a
A3 (191 pl.)	28,1 b	19,3 a	53,6 a	21,5 a	61,4 a	35,1 a	13,2 b	70,7 a
A4 (143 pl.)	28,9 b	15,5 a	57,2 a	19,3 a	61,8 a	33,1 a	17,4 b	73,0 a
A5 (testem.)	27,9 b	19,6 a	53,5 a	21,3 a	67,9 a	32,6 a	24,9 a	67,1 a
CV (%)	9,32	21,17	9,05	21,21	12,95	17,60	17,44	6,70

Média geral	30,0	17,5	56,0	20,2	63,2	34,8	15,6	68,8
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

Com relação à produção da macadâmia, do plantio a produção em escala comercial da noz, é necessário cerca de sete a oito anos de cultivo. Teoricamente no presente ensaio seriam esperados de dois a três anos de produção de noz em casca. Entretanto as produções foram muito baixas e esta característica não foi avaliada. Uma explicação para esta frustração de safras foi o grande número de replantas no período de implantação do ensaio devido ao intenso ataque de formigas (Figura 2) e a outra causa deve-se a variedades pouco produtivas e que não foram testadas para região (Figura 3). Na Figura 1 é apresentado uma vista geral do ensaio e a florada dos cafeeiros.



Figura 1 – Vista do ensaio: cafeeiros com macadâmia, à esquerda, e aspecto dos cafeeiros durante a florada à direita.
Fotos: Rodrigo Luz da Cunha.



Figura 2 – Fase de formação do ensaio, mostrando muda de macadâmia cultivada na mesma linha de plantio com os cafeeiros (esquerda) e medidas preventivas de controle de formigas cortadeiras adotadas em mudas de macadâmia (direita). Fotos: Rodrigo Luz da Cunha.



Figura 3 – Macadâmia na linha de cafeeiro (esquerda). Frutos de macadâmia em formação apresentando baixo vingamento no cacho (centro) e queda espontânea de frutos em formação, encontrados ao chão (direita).
Fotos: Rodrigo Luz da Cunha

Foram simuladas as produções de macadâmia para o ano de 2007 a 2009 devido às baixas produções, tendo como referencia as produções médias obtidos por produtores desta cultura, visando subsidiar o estudo econômico de cafeeiros com as diferentes populações de macadâmia e definir qual melhor arranjo espacial das culturas para este consórcio.

De acordo com o levantamento realizado, cada árvore de macadâmia produz em torno de 20 kg de noz em casca por ano, para as nossas condições, região sudeste. A Austrália, maior produtor de macadâmia do mundo, chega a ter uma produção de 30 kg por árvore.

Neste estudo, realizaram-se simulações para produções de 10 e 15 kg de noz por planta em função do início da produção em 2007. Em 2008 houve quebra de 50% na produção, conforme relatado por produtores, devido à falta de chuvas na florada. Em 2009, pode-se considerar uma produção de 15 kg por árvore.

Em cada tratamento, cafeeiros com diferentes populações de macadâmia e cafeeiro solteiro, foi anotado os gastos realizados com insumos, mão de obra, horas de máquinas, etc nas fases de implantação e formação (2000 – 2001), período compreendido como investimento e nas fases de produções (2002 – 2009) referente ao custeio das lavouras. Neste estudo, todas as etapas de investimento e custeio dos diferentes tratamentos (cafeeiros, cafeeiros + macadâmia) foram convertidos para 1 ha visando facilitar os cálculos para obtenção do Valor Presente Líquido (VPL).

Foram elaborados Quadros da análise econômica, de cada tratamento, através do Valor Presente Líquido (VPL), juntamente com os demais Quadros que subsidiaram o cálculo para obtenção do VPL e a análise contábil, investimento e custeio de cada tratamento no período de 2000 a 2009.

O Tratamento A1 (café com macadâmia em todas as linhas de cafeeiros), apresentou um Valor Presente Líquido (VPL) (SELIC) = 8.047,18, considerando uma produção de 10 kg de noz de macadâmia por árvore, isto significa que o projeto nesse período de tempo gerou 8.047,18 acima do que seria gerado em um investimento que rendesse 8,75% a.a. (Selic). O mesmo raciocínio é válido para a produção de 15 kg que gerou R\$ 12.777,59 e para os demais tratamentos, apresentados na Tabela 1.

Observação, a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa que iguala o somatório de todos os saldos de caixa a zero; ou seja, é a rentabilidade intrínseca do projeto.

Com base neste levantamento financeiro, comparando todos os tratamentos, fica evidente que o melhor arranjo espacial de café com macadâmia foi o Tratamento A1, ou seja, café com macadâmia em todas as linhas de plantio para os 9 primeiros anos deste estudo. Observa-se que a macadâmia nos tratamentos com cafeeiros, incrementou a renda do produtor, e, em longo prazo estes valores se elevam, é importante citar que o tratamento com café solteiro mostrou-se também viável.

Entretanto esta escolha não deve ser baseada apenas na análise econômica, deve-se considerar também as características fitotécnicas que envolvem ambas as culturas, existe uma infinidade de interações positivas e negativas para estes espaçamentos quanto a ocorrência de pragas, doenças, produções, atributos do solo etc e deve prevalecer o tratamento que apresenta maior soma de interações positivas.

Neste caso, verifica-se que o tratamento A1 com macadâmia em todas as linhas apesar da maior ocorrência de ferrugem, concorrência por água e nutrientes da macadâmia, teve menor incidência de cercosporiose e bicho mineiro, apresentou maior produção de noz/ha devido a maior população de plantas e as produções de café foram as mesmas durante nove anos com exceção a última safra, este conjunto de resultados define o melhor arranjo de populações e espaçamento entre as duas culturas para o período analisado.

Portanto a análise econômica mostrou que o melhor arranjo para o consórcio café e macadâmia foi o tratamento de macadâmia plantada em todas as linhas de cafeeiros.

Tabela 1- Valor Presente Líquido (VPL) dos diferentes arranjos espaciais de cafeeiros com macadâmia e cafeeiro solteiro.

Produção macadâmia (Kg)	Valor Presente Líquido (VPL – selic)				
	A1	A2	A3	A4	A5
10	8.047,18	4.603,12	3.638,59	3.164,98	2.615,21
15	12.777,59	6.968,32	5.215,67	4.348,00	2.615,21

CONCLUSÕES

A produção do cafeeiro foi reduzida a partir de 8 safras, principalmente, no espaçamento em que foi plantada a macadâmia em todas as linhas com o cafeeiro. Apesar desta característica, o consórcio café com macadâmia apresentou melhor resultado econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENBENDER, H. C.; MCGREGOR, A. **Macadamia around the world: situation and perspective**. Honolulu: University of Hawaii, p. 294-301, 1991.

GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ, V.H. Cafeeiro. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

CHAMORRO T., G.; GALLO C., A.; LÓPEZ A., R. Evaluacion economica del sistema agroflorestal cafe asociado com nogal. **Cenicafé**, v.45, n.4, p.164-170, 1994.

FERNANDES, D. R. Manejo do cafezal. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. e YAMADA, T. eds. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 275-301.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

MACEDO, R.L.G. Conservação e utilização sustentável da biodiversidade tropical através de sistemas agroflorestais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 4, Cuiabá, 1993. **Anais...** Cuiabá, UFMT, 1993.

MOTTA, J. W. S. **Fatores associados a queda sazonal do crescimento do cafeeiro arábico em Viçosa - MG**. 1988. 68 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, U. Ganho aumenta com consórcio entre macadâmia e café - **Campo News**. Disponível em :< <http://www.camponews.com.br/noticia.asp?codigo=3015>>. Acesso em: 31 mar. 2009.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. e YAMADA, T. eds. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. P. 14-85.

RENA, A. B. ; BARROS, R. S. ; MAESTRI, M. ; SONDAHL, M. R. Coffee. In: SCHAFFER, B. & ANDERSEN, P. C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Volume II: Sub-tropical and tropical crops. CRC Press, Inc. 1994. P 101-122.

SACRAMENTO, C. K. A macadamicultura no Brasil In: SAO JOSE, A. R.(ed) **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista-Ba, DFZ-UESB, p. 192-197, 1991.