



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisas de Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1676-9449

Outubro, 2002

# *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 12*

## **Esquema Ótimo de Rotação de Cultivos e do Uso do Fator Mão-de-obra no Sistema Agroflorestal de Erva-mate**

Luciano Javier Montoya Vilcahuaman  
Derli Dossa

Colombo, PR  
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira km 111 - CP 319

83411-000 - Colombo, PR - Brasil

Fone: (41) 666-1313 / Fax: (41) 666-1276

Home page: [www.cnpf.embrapa.br](http://www.cnpf.embrapa.br)

E-mail (sac): [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

"Para reclamações e sugestões *Fale com o Ouvidor*"

[ouvidoria@sede.embrapa.com.br](mailto:ouvidoria@sede.embrapa.com.br) / [www.embrapa.br/ouvidoria](http://www.embrapa.br/ouvidoria)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Moacir José Sales Medrado

Secretária-Executiva: Guiomar Moreira Braguinha

Membros: Antônio Maciel Botelho, Edilson B. de Oliveira, Jarbas Y.

Shimizu, José Alfredo Sturion, Patricia P. de Mattos, Susete do

Rocio C. Penteadó

Supervisor editorial: Moacir José Sales Medrado

Normalização bibliográfica: Elizabeth C. Trevisan, Lidia Woronkoff

Tratamento de ilustrações: Cleide Fernandes de Oliveira

Foto(s) da capa: Luciano Montoya

Revisão gramatical: Profa. Glaci Kokuka

Editoração eletrônica: Cleide Fernandes de Oliveira

1ª impressão (2002): 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 Florestas*

---

Montoya Vilcahuaman, Luciano Javier

Esquema ótimo de rotação de cultivos e do uso do fator mão-de-obra no sistema agroflorestal de erva-mate / Luciano Javier

Montoya Vilcahuaman, Derli Dossa. – Colombo : Embrapa Florestas, 2002.

18 p. (Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 12).

ISSN 1676-9449

1. Sistema agroflorestal – erva-mate – 2. Sistema agroflorestal – rotação de cultivo. 3. *Ilex paraguariensis*. I. Dossa, D. II. Título. III. Série.

CDD 634.99

# Sumário

<b>RESUMO .....</b>	<b>5</b>
1 Introdução .....	7
2 Materiais e Métodos .....	8
3 Resultados .....	12
4 Conclusões .....	16
5 Referências Bibliográficas .....	17



# Esquema Ótimo de Rotação de Cultivos e do Uso do Fator Mão-de-Obra no Sistema Agroflorestal de Erva-mate

---

*Luciano Javier Montoya Vilcahuaman<sup>1</sup>  
Derli Dossa<sup>2</sup>*

## RESUMO

A falta de estudos envolvendo análise econômica de sistemas alternativos de produção, como os Sistemas Agroflorestais (SAF's), tem limitado sua adoção no meio rural. O objetivo deste trabalho é determinar a rotação ótima de superfície para cada cultivo componente do sistema agroflorestal da erva-mate, com o uso da técnica de Programação Linear (PL). Foi utilizada propriedade agroflorestal caracterizada como representativa no município de Áurea (RS) constituída pelas seguintes atividades: a) erva-mate solteira; b) cultivos anuais; c) erva-mate associada com cultivos anuais (sistema agroflorestal).

O esquema ótimo estimado, para 10 anos, pela PL para o sistema agroflorestal de erva-mate, foi: 1º ano erva-mate/milho; 2º ano erva-mate/soja; 3º ano erva-mate/soja/milho; 4º ano erva-mate/soja; 5º ano erva-mate/soja/milho; 6º ano erva-mate/soja/milho; 7º ano erva-mate/milho/soja; 8º ano erva-mate/feijão/soja; 9º ano erva-mate/feijão/soja e 10º ano erva-mate/soja/feijão.

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. lucmont@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. dossa@cnpf.embrapa.br

# Optimal crops rotation and labour use in *Ilex paraguariensis* Agroforestry System

---

## ABSTRACT

There is a lack of economic studies about alternative systems of production, as Agroforestry Systems (SAF's) limiting the adoption and persistence of such systems in the farm. This study deals with the best use of an area by intercalating different cultures with maté in Linear Program (LP). The representative agroforestry system placed in Áurea (RS) is composed by: a) single maté; b) annual cultures, c) maté plus annual cultures (agroforestry system). The ideal model for maté in a period of ten years is: 1° maté/maize; 2° maté/soybean; 3° maté/maize/soybean; 4° maté/soybean; 5° maté/soybean/maize; 6° maté/soybean/maize; 7° maté/maize/soybean; 8° maté/bean/soybean; 9° maté/bean/soybean and 10° maté/soybean/bean.

# 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa em sistemas agroflorestais (SAF's) vem alcançado relevância nos aspectos técnicos e biológicos nos últimos anos. Contudo ainda são poucos os estudos que enfocam os aspectos econômicos, sociais e ambientais, limitando, com isso, o processo de adoção e perpetuação dos SAF's. Constata-se que, os instrumentais de análise econômica dos sistemas agroflorestais ficam restritos a comparativos de custos de produção ou de análises financeiras. Essas ferramentas examinam os custos e receitas que determinam, no tempo, suas relações em termos de indicadores como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), entre outros (Graça & Mendes, 1987; Rodigheri et al., 1995; Sullivan et al., 1992). Estes Indicadores proporcionam informações sobre a estimativa dos benefícios econômicos-financeiros durante um período de tempo. Também indicam os sistemas alternativos a estabelecer através de análises "ex-ante", ou de medir os benefícios e custos dos resultados já obtidos dos sistemas alternativos estabelecidos, análises "ex-post". Esses tipos de ferramentas refletem comparações de fluxos reais de receitas e custos por unidade de produção onde o único fator restritivo, no sistema de produção, é o fator terra. Dessa forma, não permitem otimizar o uso dos demais fatores (capital, uso de mão-de-obra, benfeitorias e máquinas, etc.) de produção usados no sistema.

Entre os instrumentos de análises econômicas que permitem otimizar conjuntamente o uso dos recursos produtivos escassos, encontra-se a Programação Linear (PL) (Beneke & Winterboer, 1973; Dossa, 1994). A PL é uma técnica analítica que permite determinar a alocação ótima dos recursos disponíveis sugerindo a combinação de atividades que maximizam lucro dada as restrições de recursos disponíveis na propriedade.

No caso deste trabalho, mediante a aplicação da PL, objetiva-se determinar a rotação ótima da superfície e estabelecer o Sistema Agroflorestal mais eficiente, contemplando erva-mate, de forma a maximizar as receitas e minimizar os custos de estabelecimento do componente perene, dado as limitações dos recursos produtivos disponíveis.

A erva-mate é o componente principal de vários sistemas. Ela pode estar associada a sistemas silviagrícolas com cultivos anuais tais como o milho, a soja, o feijão; aos sistemas silvipastoris com bovinos e ovinos e, em associação

com outras essências florestais como a bracatinga, o pinus e a araucária. Atualmente, além de sua importância ambiental e socioeconômica, ela se constitui numa fonte de emprego e renda para os pequenos produtores rurais da região Sul (Mazuchowski & Rucker, 1993, Dossa et al., 2000). É uma espécie florestal cujas folhas após processadas são utilizadas como bebidas (chimarrão), em várias regiões do Brasil.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Serão utilizados dados primários obtidos no trabalho de "Caracterização de sistemas de uso da terra e propostas de ação para o desenvolvimento dos sistemas agroflorestais"; realizado no município de Áurea, RS, (Embrapa, 1996). Naquela oportunidade, foram levantados aspectos de caracterização: agroecológica, do grupo sócioeconômico, formas de utilização da terra, sistemas de produção, coeficientes técnicos, custos de produção, fluxos de caixa (dado o longo prazo que caracteriza os SAF's), entre outros. Esses dados foram contrastados e colocados na forma requerida pelo modelo de PL como:

**As atividades:** são os sistemas de produção desenvolvidas na propriedade rural. Na diversidade de alternativas de exploração de erva-mate há uma grande variedade de combinações desta atividade em função de: tamanho de área, força de trabalho disponível, os cultivos consorciados, os espaçamentos, os tratos culturais, o tempo de poda (colheita), entre outros. Neste trabalho, baseado no estudo de caracterização, considera-se uma propriedade agroflorestal representativa contendo:

- a) erva-mate cultivada solteira, estabelecida com preparação de solo mecanizado e colheita anual (monocultivo florestal);
- b) produção de grãos (monocultivo de grãos);
- c) cultivos anuais em associação com erva-mate (sistema agroflorestal).

Em função destas atividades, inicialmente, se estabelecem os coeficientes técnicos e econômicos para sete atividades resultantes denominadas:

- (S1) sistema erva-mate solteira com densidade de 1250 árvores/ha (4m x 2m);



- (S2) sistema erva-mate com milho com densidade de 1000 árvores/ha (5m x 3m);
- (S3) sistema erva-mate com soja com densidade de 1000 árvores/ha (5m x 3m);
- (S4) sistema erva-mate com feijão com densidade de 1000 árvores/ha (5m x 3m);
- (S5) sistema milho;
- (S6) sistema soja e
- (S7) sistema feijão.

A partir das atividades que contemplam o cultivo perene associado com cultivos anuais e a combinação de seus respectivos coeficientes técnicos, preços, custos e rendimentos, se estabelecem outras sete alternativas de combinações possíveis de rotação de cultivos orientado para os objetivos do trabalho. Dessa forma, o total de opções de atividades desenvolvidas a ser comprovadas no modelo de PL são quatorze.

Os preços líquidos referem-se a receita bruta menos os custos variáveis por hectare de cada uma das atividades consideradas. O preço do produto corresponde aos preços médios recebidos pelos produtores. Os rendimentos foram obtidos pela compatibilização dos dados levantados no campo com outros provenientes de trabalhos técnicos e de pesquisa (Da Croce et al. 1996; Mazuchowski & Rucker, 1993).

Os custos de produção correspondem aqueles gastos diretos efetuados para a produção de erva-mate. Neles estão contidas todas as despesas operacionais com os insumos e serviços pagos pelas práticas usadas nos cultivos agrícolas. Para melhor compreensão dos resultados no tempo, os valores dos insumos e dos serviços que se obteve na área de estudo, foram convertidos em dólares pelo câmbio de dezembro de 1996.

Os coeficientes técnicos nada mais são do que a demanda, o que uma unidade de atividade exerce sobre os recursos necessários para produzir o cultivo. Assim, foram obtidos os coeficientes de mão-de-obra, das operações mecânicas e da necessidade de capital. A diferenciação dos mesmos está em função da densidade de plantas, por hectare, de erva-mate e do nível de rendimento das atividades componentes do SAF.

Os recursos referem-se à disponibilidade dos recursos produtivos como terra, mão-de-obra, horas de trator e capital.

- **Terra:** neste estudo foi utilizada uma propriedade rural, que possui 30 ha cultivados, sendo: 15 ha com erva-mate (solteira ou em associação com cultivos agrícolas) e 15 ha para o uso na produção de grãos. De acordo com o uso da área, a superfície se classificou em três tipos: superfície ocupada com o cultivo florestal e agroflorestal e superfície ocupada com cultivos anuais.
- **Mão-de-obra:** de acordo com os aspectos socioeconômicos do estudo de caracterização, determinou-se que, em média, a família do produtor é composta por quatro membros, cuja força de trabalho em Equivalente-Homem (EH) é estimado em 2,3 EH<sup>1</sup>.
- **Serviços de máquinas:** refere-se à quantidade de horas de trator disponíveis mensalmente no ano. Na propriedade é determinada por uma jornada de oito horas, multiplicado pelos 20 dias do mês de trabalho e pelo número de meses do ano (8 d/h x 20 d/mês x 12 meses = 1920 Horas).
- **Recursos de capital:** são necessários recursos financeiros para custear as atividades na propriedade.

**Método de programação linear:** este método otimiza o uso dos recursos disponíveis, maximizando a margem bruta proveniente da diferença entre a receita e os custos operacionais derivados das atividades a incorporar-se na produção. Assim, o modelo de PL ajustado às condições do SAF caracterizado representa-se da seguinte forma:

Maximizar:

$$z = \sum_{j=1}^{14} C_{tj} X_{tj}$$

<sup>1</sup> Para cálculo de EH dos maiores de 8 e menores de 18 anos, e das mulheres adultas, admitiu-se equivalentes de 0,4 de 0,5 da força de trabalho do homem, respectivamente.

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^{14} X_{tj} \leq Ttk$$

$$\sum_{j=1}^{14} a_{ij}x_{tj} \leq Jt$$

$$\sum_{j=1}^{14} b_{ij}x_{tj} \leq Mt$$

$$\sum_{j=1}^{14} d_{ij}x_{tj} \leq Rt$$

$$x_{tj} \geq 0$$

onde:

Z = Benefício (US\$/ha/ano)

C<sub>tj</sub> = Benefício da atividade "j" implantado/semeado/colhido e vendido no ano "t" (US\$/ha/ano), onde:

$$C_{tj} = Y_{tj}P_{tj} - C_{tj}$$

Y<sub>tj</sub> = rendimento da atividade "j" no ano "t", (em toneladas/ha);

P<sub>tj</sub> = preços por produto da atividade "j" para o ano t, (US\$/tonelada);

C<sub>tj</sub> = Custos de produção da atividade "j" no ano "t" (US\$/ha);

$X_{tj}$  = Quantidade de hectares estabelecido/semado e colhido da atividade "j", no ano "t" (hectares);

$T_{ik}$  = Área máxima estabelecida/semada e colhida com cultivos perenes (florestal e agroflorestal) no tipo de terreno I e II e com cultivos anuais no tipo de terreno III;

$a_{ij}$  = Requerimento de mão de obra "i", por hectare da atividade "j" (D-H/ha);

$J_t$  = Total de mão de obra disponível no ano "t" (dias);

$b_{ij}$  = Requerimento de horas de trator "i", por hectare da atividade "j" (dias - trator/ha);

$M_t$  = Total de horas trator disponível no ano "t" (horas);

$d_{ij}$  = Requerimento de capital "i", por hectare da atividade "j" (US\$/ha);

$R_t$  = Total de requerimento de capital disponível no ano "t";

t = Indica o período de tempo o ano considerado, para o caso  $t = 1, 2, \dots, 10$ ;

J = Tipo de atividade considerada, para o caso  $J = 1, 2, \dots, 14$ .

Na obtenção do esquema ótimo de rotação de cultivos anuais com perenes, utilizou-se o software computacional MBLP 88.

### 3 RESULTADOS

Na Tabela 1, apresenta-se os principais resultados obtidos na composição do esquema ótimo de cultivos. O horizonte de planejamento desenvolvido foi de 10 anos. Ele considera as fases de estabelecimento, manutenção e de estabilização da produção da erva-mate. Os resultados permitem destacar:

- a) **no primeiro ano:** o modelo indica a utilização de 67% da superfície numa composição de 5 ha de erva-mate e o cultivo de 15 ha com milho. Dela, obtém-se uma receita negativa no primeiro ano, dada a necessidade de investimento no cultivo perene. O modelo, neste primeiro ano, não levou em consideração a superfície total de terra disponível. Assim, o modelo é forçado a programar os 10 ha destinados ao sistema de erva-mate com o cultivo agrícola, no caso é selecionado a produção de milho. A necessida-

de total de recursos financeiros no estabelecimento da erva mate é de US\$ 19.995,00, o qual é minimizado pela receita proporcionada pelo milho, resultando, mesmo assim, numa receita negativa da ordem de US\$ -5.890,00. A receita do milho permite cobrir, no primeiro ano, 52% dos custos do estabelecimento que envolvem a atividade perene.

- b) no segundo ano:** o modelo utiliza 100% da superfície. O esquema ótimo de cultivos indica 17% ocupada com erva-mate solteira, 50% com a produção de grãos de milho e, 33% ocupada com erva-mate consorciada com soja. A necessidade de investimento para o estabelecimento do cultivo perene de erva-mate, continua gerando um fluxo monetário negativo. Todavia, os cultivos anuais geram receitas positivas, minimizando a implementação dos custos operacionais da erva-mate. A receita proporcionada pela soja, selecionada pelo modelo e a pequena produção da primeira colheita (poda de formação da erva-mate) permite obter receitas positivas.
- c) no terceiro ano:** o modelo utiliza 98% da superfície total da propriedade, evitando usar 0,6 ha destinada à produção de grãos. A superfície com SAF se diversifica. Ele é composto por erva-mate com milho em 51% e, de erva-mate com soja, em 49%. O mesmo ocorre no caso da superfície com grãos. Neste caso são 40% de cultivo com milho e 60% com soja. As combinações dos sistemas de produção geram receitas positivas de US\$ 5.713,00. Desta forma, a combinação e a proporcionalidade dos cultivos anuais gerados pelo modelo, através dos anos, evidencia o aproveitamento da superfície, a diversificação de produtos e de receitas. No restante dos anos, são produzidos 5 hectares por ano de erva-mate solteira. Todavia, na área com produção de grãos o modelo sugere uma ocupação, em média, de 90% do total de área disponível.

Tabela 1. Esquema ótimo de rotação de cultivos, nível de uso da terra, receitas (US\$), custos (US\$), benefícios (US\$) e nível de emprego de mão-de-obra.

SISTEMA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	...	Ano 8...10	
Erva-mate (solteira)	Ha	5,00	5,00	...	5,00	
	Produção (t)	-	1,25	9,37	...	75,00
	Receita	-	212,00	1592,90	...	12750,00
	Custo	4425,0	1655,00	1520,00	...	2550,00
	Benefício	-4425,0	-1442,50	72,90	...	10200,00
M. de O	201	93	109	...	196	
Graos	Ha	15 (Mz)	15,00	(5,8 Mz + 8,6 So) = (14,4)	...	(5,4 Mz + 7,5 So) = (12,9)
	Produção (t)	67,5	67,50	44,20	...	40,10
	Receita	8775,0	8775,00	(3393 + 4680) = 8073,00	...	(3159 + 4095) = 7254,00
	Custo	5400,0	5400,00	(2088 + 3053) = 5141,00	...	(1944 + 2363) = 4307,00
	Benefício	3375,0	3375,00	2932,00	...	2647,00
M. de O	119	119	114	...	102	
SAF	Ha	10 (YM + Mz) (- + 41,00)	10 (EM + So) (2,00 + 19,00)	10 EM (5,1 Mz + 4,9 So) (15 EM + 27,70 gran.)	...	10 EM (4 So + 6 Fr) (120 EM + 11,00 gran.)
	Produção (t)	(- + 5330,0)	(340 + 4940) = 5280,00	(2550 + 4807,4) = 7357,40	...	(20400 + 3701) = 24101,00
	Receita	(6910 + 3260) = 10170,0	(1480 + 3150) = 4630,00	(1550 + 3099) = 4649,00	...	(3480,4 + 2800,6) = 6281,00
	Custo	-4840,0	650,00	2708,40	...	17820,00
	Benefício	500	266,80	307	...	442
M. de O	500	266,80	307	...	442	
Benefício total (propriedade)	-5890,00	2582,50	5713,30	...	30667,00	

A superfície com erva-mate, em associação com cultivos anuais, utiliza seus 100% do que lhe foi destinado. Nestes dois últimos sistemas, a diversificação e proporcionalidade de área entre os cultivos anuais continua. Também é observado que o valor das receitas aumentam à medida que aumentaram os rendimentos do cultivo perene, até o oitavo ano quando se estabiliza e, por conseguinte, o ingresso resultante do mesmo.

Na Figura 1, apresenta-se o calendário agrícola geral, a necessidade do recurso mão-de-obra obtida na composição do esquema ótimo de rotação de culturas gerado pelo modelo de PL. Estes obedecem às necessidades de serviços e operações para a execução dos cultivos anuais e perenes. Permite observar que as necessidades de mão-de-obra, não se sobrepõem. Os resultados permitem destacar:

**a) Sistema erva-mate solteira:** no primeiro ano o esquema ótimo para a erva-mate solteira, mostra uma utilização máxima de 201 dh de mão-de-obra e, como mínima, de 93 dh no segundo ano. Ela estabiliza-se do oitavo ano em diante com 195,5 d-h. No primeiro ano, apresenta concentração de uso de mão-de-obra nos meses de inverno. Isto porque no período realizam-se as operações de preparo de solo, coveamento, adubação e plantio. Enquanto que, nos meses de novembro, dezembro, fevereiro, março e abril, existe ociosidade da mão-de-obra. No segundo ano, o nível de emprego da mão-de-obra diminui. Mas fica concentrada durante os meses de julho a setembro, destinado aos trabalhos de adubação, controle de ervas daninhas e controle fitossanitário. Embora o perfil básico de ocupação da mão-de-obra é sempre o mesmo, nos anos subsequentes, o nível de emprego cresce devido as operações de colheita da erva mate naquele período.

**b) Sistema de produção de grãos:** os resultados mostram que a tendência de ocupação de mão-de-obra em todos os anos, está demarcada por um período de maior uso durante os meses de setembro a novembro, época de plantio e de tratos culturais. Por outro lado, os períodos de baixa ocupação ocorrem no mês de janeiro, durante os trabalhos de controle fitossanitário, bem como, em abril, que é a época de colheita da safra de grãos. Nos demais meses, há desemprego do fator. Isto é, uma consequência do modelo operacional que não incorporara opções de exploração agrícola durante o período de outono/inverno. De acordo com o estudo de caracterização dos sistemas na região, a principal opção de

cultivo de inverno é o trigo. Mas, ele não é de grande representatividade econômica nas propriedades agroflorestais. A atividade de produção de grãos, em média, utiliza somente 110 d-h de mão-de-obra por ano.

Figura 1. Calendário geral de utilização de tratos culturais dos sistemas de produção da unidade agroflorestal.

Sistemas	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Erva-mate solteira		■	■		■	■	■	■				
Erva-mate associada		■	■		■	■	■	■				
Milho				■					■	■	■	
Soja				■					■	■	■	
Feijão				■					■	■	■	

Fonte: Dados da pesquisa.

**c) Sistema agroflorestal:** a ocupação da mão-de-obra no sistema de cultivo perene associado com cultivos anuais, mostra uma utilização máxima de 500 d-h de mão-de-obra, no primeiro ano e, como mínima 267 d-h no segundo ano. Ela estabiliza-se, em torno de 427 d-h, do terceiro ano em diante. Revela que desde o primeiro ano há uma utilização mais estável e diversificada do fator mão-de-obra. O perfil básico do nível de emprego ao longo dos anos é o mesmo, surgem diferenças em relação as operações de colheita da erva-mate, que são crescentes até a estabilização da produção, assim como, da demanda diferenciada de força de trabalho, na combinação de área das atividades agrícolas anuais.

## 4 CONCLUSÕES

- A utilização do modelo de PL para estabelecer um esquema ótimo de rotação de cultivos, maximizando as receitas no estabelecimento de SAF de erva-mate, permite a obtenção de bons resultados do ponto de vista agrônomo e econômico. Isto indica a sua importância no uso da PL como instrumento de planejamento e no apoio da tomada de decisões do produtor.



- O esquema de rotação de cultivos selecionado pela PL, que permite obter uma solução ótima de maximização de receitas, em um horizonte de 10 anos, é proporcionado por: 1º ano erva-mate/milho; 2º ano erva-mate/soja; 3º ano erva-mate/soja/milho; 4º ano erva-mate/soja; 5º ano erva-mate/soja/milho; 6º ano erva-mate/soja/milho; 7º ano erva-mate/milho/soja; 8º ano erva-mate/feijão/soja; 9º ano erva-mate/feijão/soja e 10º ano erva-mate/soja/feijão.
- O esquema ótimo de rotação de cultivos gerados para a unidade agroflorestal expressam combinações de atividades produtivas, tanto no SAF de erva-mate, como no sistema de produção de grãos. Este fato reflete a estratégia praticada pelo produtor, que explora mais de uma atividade com a finalidade de diversificar a produção e reduzir perdas de receita esperadas, mesmo que estas sejam menores que a receita possível de obter em monocultivos com maiores riscos.
- O esquema de cultivos, e a disponibilidade de mão-de-obra, indicam que o SAF da erva-mate emprega esse fator em maior quantidade, apresenta-se de forma mais estável e fica bem distribuído ao longo dos anos.
- A combinação e a proporcionalidade dos cultivos anuais que o modelo é capaz de gerar no decorrer dos anos, mostram o aproveitamento racional da terra, a diversificação de produtos, de receitas e da mão-de-obra, propósitos dos SAF's.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEKE, R. R.; WINTERBOER, R. **Linear programming applications to agriculture**. Ames: Iowa State University, 1973. 241 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Caracterização de sistemas de uso da terra e propostas de ação para o desenvolvimento dos sistemas agroflorestais no município de Áurea, RS**. Colombo, 1996. (Embrapa-CNPq. Documentos, 29). 39 p.

DOSSA, D. Programação linear na gestão da propriedade rural: um enfoque alternativo. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 2, n. 4, p. 33-60, nov. 1994.

DOSSA, D.; RUCKER, N.; RODIGHERI, H. R.; MELO, I. B.; FELIZARI, S. R. Estrutura produtiva e renda de erva-mate no município de Machadinho (RS) **Perspectiva**, Erechim, v. 24, p. 25-38, dez. 2000.

GRAÇA, L. R.; MENDES, J. B. Análise econômica de sistemas de reflorestamento com bracatinga. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 14, p. 54-63, jun. 1987.

MAZUCHOWSKI, J. Z.; RUCKER, N. G. de A. **Diagnóstico e alternativas para a erva mate (*Ilex paraguariensis*)**. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, Departamento de Economia Rural, 1993. 141 p.

MONTOYA VILCAHUAMÁN, L. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Estado da arte dos sistemas agroflorestais na Região Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAISES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPf, 1994. v. 2, p. 77-96. (Embrapa-CNPf. Documentos, 27).

OLIVEIRA, Y. M. de; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1983, Curitiba. **Anais:** silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Curitiba Embrapa-CNPf, 1985. p. 17-36. (Embrapa-CNPf. Documentos, 15).

RODIGHERI, H. R.; PENTEADO JÚNIOR, J.; BUSSTTA, L. A.; FERRON, R. M.; MOSER, S. H. Rentabilidade econômica do consórcio erva-mate e milho na região de Erechim, RS. **Perspectiva**, Erechim, v. 20, n. 66, p. 25-48, 1995.