

# Rotación óptima de cultivos y de uso de recursos en el sistema agroforestal de Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*)

Luciano Javier Montoya Vilcahuamán<sup>1</sup>, Miguel Angel Musálem<sup>2</sup>, Enrique Serrano Gálvez<sup>3</sup>  
L. Krishnamurthy<sup>4</sup>, Alejandro Velázquez Martínez<sup>5</sup>

**Palabras Claves:** *Ilex paraguariensis*; programación lineal; mano de obra; uso de la tierra; ingresos; costos; calendario agrícola.

## RESUMEN

La carencia de evaluaciones económicas de sistemas agrícolas alternativos de producción, como los sistemas agroforestales, traen consecuencias negativas de orden técnico y financiero, que limitan la adopción de estos sistemas. La Programación Lineal fue utilizada para determinar la rotación óptima de superficie de los cultivos anuales en un sistema agroforestal de yerba mate (*Ilex paraguariensis*), intentando maximizar el ingreso y minimizar el costo de establecimiento de esta especie perenne. Los usos de la tierra más representativos del municipio de Áurea, estado de Rio Grande do Sul, Brasil, son: a) yerba mate sola (monocultivo forestal); b) producción de cultivos anuales (monocultivo de granos); y c) yerba mate asociada con maíz, soya y frijol (sistema agroforestal). El esquema de finca óptimo modelado en términos de superficie de cada cultivo con maximización de ingresos de la yerba mate, en un horizonte temporal de 10 años, estuvo dado por: 1º año yerba mate/maíz; 2º yerba mate/soya; 3º yerba mate/maíz/soya; 4º yerba mate/soya; 5º y 6º yerba mate/soya/maíz; 7º yerba mate/maíz/soya; 8º y 9º yerba mate/frijol/soya; y 10º yerba mate/soya/frijol. Las combinaciones y la proporcionalidad de los cultivos anuales que el modelo generó corresponden a un aprovechamiento racional de la tierra y la diversificación de productos para reducir riesgos financieros y la utilización más eficiente de la mano de obra disponible (740 jornales/año para 30 ha; años 8 a 10), para lograr beneficios de US\$ 30667/año para una propiedad de 30 ha en los años 8 a 10.

**Optimal crop rotation and Resource use in an Agroforestry System of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*)**

## ABSTRACT

The lack of economic evaluation of alternative agricultural production systems, such as agroforestry systems, has negative technical and financial consequences that limit adoption of these systems. Linear programming was used to determine optimal annual crop area rotation's in an agroforestry system of yerba mate (*Ilex paraguariensis*), trying to maximize income and minimize establishment costs of this perennial species, within given resource limitations. The most typical land uses in the municipality of Áurea, Rio Grande Do Sul, Brazil, is: a) yerba mate alone (forestry monoculture); b) annual crop production (grain monocultures); and c) yerba mate associated with maize, soya and beans (agroforestry system). The optimal farm scheme suggested by modelling, in terms of distribution of land to the alternative crops in order to maximize income from yerba mate over a 10 year horizon, was 1<sup>st</sup> year yerba mate/maize; 2<sup>nd</sup> year yerba mate/soya; 3<sup>rd</sup> year yerba mate/maize soya; 4<sup>th</sup> year yerba mate/soya; 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> year yerba mate/soya/maize; 7<sup>th</sup> year yerba mate/maize/soya; 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> year yerba mate/beans/soya; and 10<sup>th</sup> year yerba mate/soya/beans. The crop combinations and proportion of the annuals generated by the model, corresponded to a rational land use and product diversification to reduce financial risk, and to a more efficient use of labour (740 man days/year for 30 ha; years 8 – 10) to obtain profits of US\$ 30667/year from a 30 ha farm during years 8 to 10.

<sup>1</sup> Investigador del Centro Nacional de Investigación Forestal CNPF-EMBRAPA, Paraná, Brasil. E-mail: lucmont@cnpfembrapa.br

<sup>2</sup> Especialidad Agroforestería. Profesor visitante del Programa Forestal, IRENAT. Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Edo México. Tel. (595) 4-1957

<sup>3</sup> Especialidad Economía Forestal. Profesor visitante del Programa Forestal, IRENAT. Colegio de posgraduados, 56230 Montecillo Edo México. Tel. (595) 4-1957

<sup>4</sup> Profesor Investigador. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable. UACHI. Chapingo Edo México. Tel. (595) 4-0516

<sup>5</sup> Especialidad Manejo de Ecosistemas forestales. Profesor titular del Programa Forestal, IRENAT. Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Edo México. Tel. (595) 1-1577.

## INTRODUCCIÓN

obstante la relevancia del desarrollo tecnológico alcanzado en los aspectos técnicos y biológicos de los Sistemas Agroforestales (SAFs), son pocos los estudios que abordan los aspectos económicos, sociales y ambientales, lo que contribuye a su baja adopción. Además, en general los instrumentos para realizar análisis económicos se restringe a comparaciones de costos de producción y al análisis financiero. El análisis financiero determina los costos y beneficios, y determina sus relaciones en términos de indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio - Costo entre otros (Graça *et al.*, 1979; Adigheri *et al.*, 1995) proporcionando información sobre cuándo se necesitarán los fondos y cuándo se esperar recibir los ingresos (análisis *ex-ante*), o bien, sobre cuándo se ejecutaron las actividades productivas, así como el flujo real de costos e ingresos y el balance de beneficios durante el periodo de análisis (*ex-post*).

Entre los instrumentos de análisis que permiten optimizar el uso de los recursos productivos escasos entre fines alternativos se encuentra la Programación Lineal (L) (Beneke y Winterboer, 1973; Dossa, 1994). Es un procedimiento que permite determinar la asignación óptima de recursos disponibles (escasos) entre fines alternativos, en el seno de la propiedad rural.

En este trabajo se pretende determinar mediante la aplicación de la PL, la rotación óptima de superficie de los cultivos anuales componentes del SAF de yerba mate (*Ilex paraguariensis*), de tal forma que maximice los ingresos y minimice los costos de establecimiento del componente perenne, dados los recursos productivos disponibles.

La yerba mate es una especie forestal distribuida naturalmente en el Sur del Brasil, Argentina y Paraguay, en un área aproximada de 540 000 km<sup>2</sup> (Oliveira y Rotta, 1985). La yerba mate es el componente principal de varios SAFs con cultivos anuales (maíz -*Zea mays*-, frijol *Phaseolus vulgaris*-, soya -*Glycine max*-), en sistemas vopastoriles (bovinos y ovinos) y asociada con otros árboles como pino (*Pinus spp.*), araucaria (*Araucaria gustifolia*) y bracinga (*Mimosa scabrella*) (Montoya Mazuchowski, 1994). Además de su importancia ambiental, la yerba mate genera fuentes de empleo e ingresos para los pequeños productores rurales. Las hojas de yerba mate son podadas y procesadas, consumiéndose como bebida en varias regiones del Brasil (Mazuchowski y Rucker, 1993).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos primarios obtenidos en el trabajo de "Caracterización de Sistemas Agroforestales" realizado en el municipio de Áurea/RS (EMBRAPA, 1996), en el cual fueron evaluados aspectos agroecológicos por grupo socioeconómico, formas de uso de la tierra, sistemas de producción, coeficientes técnicos, costos de producción y flujos de caja, entre otros. Esos datos fueron contrastados y colocados en la forma requerida por el modelo de PL como:

**Las actividades:** son los sistemas de producción representativos de las propiedades de los SAFs caracterizados, tomando en cuenta la diversidad de posibilidades de explotación de la yerba mate en términos de área plantada, fuerza de trabajo, cultivos asociados, espaciamiento, prácticas culturales y tiempo de poda (cosecha). Se utilizaron sistemas de producción representativos de: a) yerba mate sola establecida con preparación de suelo mecanizado y cosecha anual; b) producción de granos; y c) cultivos anuales asociados con yerba mate. En función de estas actividades básicas y sus respectivas combinaciones con los coeficientes técnicos, precios, costos y rendimientos de los cultivos, se evaluaron en total 14 actividades.

**Precios:** los precios se refieren al ingreso menos los costos variables por hectárea de las actividades consideradas. Todos los valores monetarios corresponden a dólares americanos (US\$) de diciembre de 1996.

**Coefficientes técnicos:** los coeficientes de mano de obra se obtuvieron de las operaciones mecánicas y de la necesidad de capital. El valor de los mismos estuvo influenciado por el nivel tecnológico.

**Recursos:** se refieren a la disponibilidad de los recursos productivos como tierra, capital, mano de obra y horas de tractor.

- **Tierra:** se refiere a la cantidad total de superficie de la unidad productiva representativa con el SAF de yerba mate. De acuerdo con el estudio de caracterización en una propiedad de 30 ha cultivadas con 15 ha de yerba mate (sola o en asociación con cultivos agrícolas) y 15 ha para la producción de granos, la superficie se clasificó en tres tipos: superficie I forestal o II agroforestal (incluyen el cultivo perenne) y III superficie ocupada con cultivos anuales.
- **Mano de obra:** se refiere a la cantidad de fuerza de

trabajo disponible en la unidad agroforestal. Fue estimado en 2.3 EH (equivalentes hombre).

- **Servicios de máquinas:** se refiere a la cantidad de horas tractor disponibles mensualmente en el año.
- **Recursos de capital:** se refiere a la necesidad de recursos financieros para costear las actividades en la propiedad agroforestal.

**Método:** La obtención de un esquema óptimo de rotación de cultivos con los recursos disponibles incluyendo el factor tiempo; se definió como la maximización del ingreso sobre los costos operacionales derivados de los cultivos a incorporarse en la producción. Así, el modelo de PL ajustado a las condiciones del SAF caracterizado, se representa de la siguiente forma:

Maximizar

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

sujeto a  $\sum_{j=1}^{14} X_{tj} \leq T_{tk}; \sum_{j=1}^{14} a_{ij} x_{tj} \leq J_t;$

$$\sum_{j=1}^{14} b_{ij} x_{tj} \leq M_t; \sum_{j=1}^{14} d_{ij} x_{tj} \leq R_t, X_{tj} \geq 0$$

donde:

- Z = Beneficio (US\$/año)
- B<sub>tj</sub> = Beneficio de la actividad "j" implantado/sembrado, cosechado y vendido en el año "t" (US\$/ha/año), donde:  
B<sub>tj</sub> = Y<sub>tj</sub>P<sub>tj</sub> - C<sub>tj</sub>
- Y<sub>tj</sub> = rendimiento de la actividad "j" en el año "t" (en toneladas/ha)
- P<sub>tj</sub> = precio por producto de la actividad "j" para el año t (US\$/tonelada)
- C<sub>tj</sub> = costos de producción de la actividad "j" en el año "t" (US\$/ha)
- X<sub>tj</sub> = cantidad de hectáreas establecidas/sembradas y cosechadas de la actividad "j" en el año "t".
- T<sub>tk</sub> = área máxima establecida/sembrada y cosechada con cultivos perennes (forestal y agroforestal en el tipo de terreno I y II) y con cultivos anuales (tipo de terreno III)
- a<sub>ij</sub> = requerimiento de mano de obra "i" por hectárea de la actividad "j" (jornales/ha)
- J<sub>t</sub> = total de mano de obra disponible en el año "t" (jornales/ha)
- b<sub>ij</sub> = requerimiento de horas de tractor "i" por hectárea de la actividad "j" (jornales/ tractor/ha)

- M<sub>t</sub> = total de horas tractor disponible en el año "t" (horas).
- d<sub>ij</sub> = requerimiento de capital "i" por hectárea de la actividad "j" (US\$/ha)
- R<sub>t</sub> = total de requerimiento de capital disponible en el año "t".
- t = indica el período de tiempo o año considerado, para el caso t = 1, 2, ..., 10
- j = tipo de actividad considerada, para el caso j = 1, 2, ..., 14.

Una vez planteado el modelo de PL, para obtener el esquema óptimo de rotación de cultivos anuales con perennes, se utilizó el paquete de cómputo MBLP 88.

## RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los principales resultados obtenidos en la composición del esquema óptimo de rotación de cultivos, dentro del horizonte de planeación de diez años que considera las fases de establecimiento, mantenimiento y de estabilización de la producción de la yerba mate que ocurre al octavo año. Los resultados permiten destacar:

- En el primero y segundo año:** el modelo indicó el establecimiento de 17% (5 ha) de yerba mate sola, el cultivo de 50% (15 ha) con maíz sólo y de 33% (10 ha) del asocio agroforestal maíz - yerba mate. De esta manera, la necesidad de inversión en el primer año fue de \$19.995,00, con un balance negativo de \$-5.890,00, a pesar de los ingresos obtenidos por el maíz. En este sistema de producción el ingreso del maíz (con su respectivo precio y productividad) permitió cubrir el 52% de los costos iniciales del establecimiento del componente perenne. Las necesidades de inversión para el establecimiento del cultivo perenne continuaron generando una corriente monetaria negativa en el segundo año, mientras que los cultivos anuales generaron flujos positivos, minimizando los costos de establecimiento de la yerba mate. El ingreso proporcionado por el esquema de cultivos, considerando la producción de la primera poda de formación de la yerba mate y de los cultivos anuales ya permite obtener ingresos positivos.
- En el tercer año:** El modelo utilizó 98% de la superficie total de la propiedad, dejando sin uso 0.6 ha. El esquema de cultivo para la superficie con SAF se diversificó de la siguiente manera: yerba mate con maíz 51% y yerba mate con soya 49%. Lo mismo ocurrió para la superficie con granos, donde el 40% correspondió al cultivo con maíz y el 60% con soya. Las combinaciones de los sistemas de producción

generaron un beneficio de \$ 5,713.00 en la unidad productiva. De este modo, la combinación y la proporcionalidad de los cultivos anuales que el modelo es capaz de generar a través de los años, mostró el aprovechamiento de la superficie, la diversificación de productos y de ingresos.

**Para el resto de los años:** La composición de la producción de granos en promedio es de 90% del total disponible. La superficie con yerba mate en asociación con cultivos anuales se utiliza al 100%. En los dos casos, la diversificación y proporcionalidad de área entre los cultivos anuales continúan. Se observa que el valor de los ingresos aumenta en la misma medida que los rendimientos del cultivo perenne

hasta el octavo año, cuando se estabiliza y por consiguiente el ingreso resultante es el mismo.

En la Figura 1, se presenta el calendario agrícola general de las necesidades de mano de obra que obedece a las labores necesarias para los cultivos perennes y anuales. Los resultados obtenidos en la composición del esquema óptimo de rotación de cultivos en relación a la disponibilidad del recurso mano de obra, permiten destacar que:

**a) Sistema yerba mate en monocultivo:** En el primero y segundo año el esquema óptimo muestra como la utilización de un máximo de 201 jornales de mano de obra y un mínimo de 93, y se estabiliza con 195.5 jornales en el octavo año y posteriores. En el primer año se concentra la demanda en los meses

Tabla 1. Esquema óptimo de rotación de cultivos solos o asociados a yerba mate, nivel de uso de la tierra, ingresos, costos, beneficios y nivel de empleo de mano de obra (jornales = j) para Áurea, Brasil, resultante del modelo de Programación Lineal.

STEMA		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	...	AÑO 8, ...10
Forestal	Area (ha)	5.00 (YM)*	5.00 (YM)	5.00 (YM)	...	5.00 (YM)
	Producción (t)	-	1.25	9.37	...	75.00
	Ingreso (US\$)	-	212.00	1592.90	...	12750.00
	Costo (US\$)	4425.0	1655.00	1520.00	...	2550.00
	Beneficio (US\$)	-4425.0	-1442.50	72.90	...	10200.00
	M. de O (j)	201	93	109	...	196
Granos	Area (ha)	15 (Mz)**	15.00 (Mz)	(5.8 Mz + 8.6 So) =	...	(5.4 Mz + 7.5 So) = (12.9)
	Producción (t)	67.5	67.50	(14.4)	...	40.10
	Ingreso (\$)	8775.0	8775.00	44.20	...	(3159+4095) = 7254.00
	Costo (\$)	5400.0	5400.00	(3393+4680) = 8073.00	...	(1944+2363) = 4307.00
	Beneficio (\$)	3375.0	3375.00	(2088+3053) = 5141.00	...	2647.00
	M. de O (j)	119	119	2932.00 114	...	102
AF	Area (ha)	10 (YM + Mz)	10 (YM + So***)	10 YM (5.1 Mz + 4.9 So)	...	10 YM (4 So + 6 Fr)
	Producción (t)	41.00 Mz	(2.00 + 19.00)	(15 YM + 27.70 gran.)	...	(120 YM + 11.00 Gran****)
	Ingreso (\$)	5330.00	(340+ 4940) = 5280.00	(2550+4807.4) = 7357.40	...	(20400+3701) = 24101.00
	Costo (\$)	(6910+3260) =	(1480+ 3150) =	(1550+3099) = 4649.00	...	(3480.4+2800.6) = 6281.00
	Beneficio (\$)	10170.0	4630.00	2708.40	...	17820.00
	M. de O (j)	-4840.0 500	650.00 266.80	307	...	442
Beneficio total US\$ propiedad/año)		- 5890.00	2582.50	5713.30	...	30667.00

fuente: Elaboración directa.

YM = yerba mate (*Ilex paraguariensis*)

Mz = maíz (*Zea mays*)

\* So = soya (*Glycine max*)

\*\* Gran = Mz + So



El control de malezas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) con tracción animal, permite un mejor uso y distribución de la mano de obra (Foto: L. Montoya)

de invierno. Ello obedece a que en ese periodo se realizan las operaciones de preparación de suelo, ahoyado, fertilización y plantación, mientras que en los meses de noviembre, diciembre, febrero, marzo y abril hay desempleo. En el segundo año el nivel de empleo disminuye, pero continúa concentrado

durante los meses de julio a septiembre, destinado a labores de fertilización, control de malezas y trabajos fitosanitarios. Aunque el perfil básico de ocupación de la mano de obra es siempre el mismo, en los años subsecuentes el nivel de empleo crece debido a las labores de cosecha.

Sistemas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Yerba mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> ) en monocultivo												
Yerba mate ( <i>I. paraguariensis</i> ) asociada												
Maíz ( <i>Zea mays</i> )												
Soya ( <i>Glycine max</i> )												
Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )												
Fuente: Datos de investigación.												

Figura 1. Calendario general de utilización de las labores culturales de los sistemas de producción de una unidad agroforestal de yerba mate (*Ilex paraguariensis*).

Cuadro 2. Rotación óptima de cultivos para una explotación agroforestal con yerba mate (*Ilex paraguariensis*) en Áurea, estado de Rio Grande do Sul, Brasil

Sistemas	Resultados de la Programación Lineal									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Yerba-mate Sola	YM <sub>1</sub>	YM <sub>2</sub>	YM <sub>3</sub>	YM <sub>4</sub>	YM <sub>5</sub>	YM <sub>6</sub>	YM <sub>7</sub>	YM <sub>8</sub>	YM <sub>9</sub>	YM <sub>10</sub>
Cultivos anuales (Granos)	Mz	Mz	So	So	So	So	So	So	So	So
Yerba-mate con cultivos anuales (SAF)	YM <sub>1</sub>	YM <sub>2</sub>	YM <sub>3</sub>	YM <sub>4</sub>	YM <sub>5</sub>	YM <sub>6</sub>	YM <sub>7</sub>	YM <sub>8</sub>	YM <sub>9</sub>	YM <sub>10</sub>
	+	+	Mz <sub>2</sub>	+	So <sub>4</sub>	So <sub>5</sub>	Mz <sub>5</sub>	Fr <sub>1</sub>	Fr <sub>2</sub>	So <sub>9</sub>
	Mz <sub>1</sub>	So <sub>1</sub>	So <sub>2</sub>		Mz <sub>3</sub>	Mz <sub>4</sub>	So <sub>6</sub>	So <sub>7</sub>	So <sub>8</sub>	Fr <sub>3</sub>

\* Donde: YM = yerba mate (*Ilex paraguariensis*); Mz = maíz (*Zea mays*); So = soya (*Glycine max*); Fr = frijol (*Phaseolus vulgaris*).



Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) asociado con cultivos anuales como frijol (*Phaseolus sp*) fue capaz de generar a lo largo del tiempo un aprovechamiento racional de la tierra (Foto: L. Montoya)

**b) Sistema de producción de granos:** La tendencia de ocupación de mano de obra en todos los años muestra un periodo de mayor uso durante los meses de septiembre a noviembre (época de plantación y de labores culturales) y dos periodos de baja ocupación: uno en enero (control fitosanitario) y otro en abril (época de cosecha). En los demás meses hay desempleo, debido a que en el modelo operacional no se incorporaron opciones de exploración agrícola durante el periodo de otoño e invierno. De acuerdo con el estudio de caracterización, la principal opción de cultivo de invierno es el trigo, la cual no es de mucha importancia económica en las pequeñas propiedades agroforestales. Este sistema utiliza un promedio de 110 jornales de mano de obra en la unidad productiva

**c) Sistema agroforestal:** El esquema óptimo de cultivos en relación con la ocupación de la mano de obra en el sistema de cultivo perenne asociado con cultivos anuales, muestra una utilización máxima de 500 jornales de mano de obra en el primer año y 267 jornales como mínimo en el segundo, estabilizándose por alrededor de 427 jornales en los años siguientes. Esto revela que desde el primer año hay una utilización más estable y diversificada, que hace evidente su ocupación durante el año. El perfil básico del nivel de empleo a lo largo de los años es similar, surgiendo diferencias en relación a las labores de cosecha de la yerba mate, que son crecientes hasta la estabilización de la producción y de la demanda diferenciada de fuerza de trabajo en las actividades agrícolas anuales.

El esquema de rotación de cultivos seleccionado por el modelo, permitió obtener una solución óptima de maximización de ingresos y a la vez, cumplir con los propósitos de la propiedad agroforestal bajo estudio de la forma en que se indica en el Cuadro 2.

## CONCLUSIONES

- La utilización del modelo de PL con el fin de establecer un esquema óptimo de rotación de cultivos que maximice los ingresos en el establecimiento del SAF de yerba mate, permitió obtener resultados aceptables desde el punto de vista agronómico y económico, mostrando la importancia del uso de la PL como instrumento de planeamiento en la toma de decisiones del productor.
- Los esquemas óptimos de rotación de cultivos gene-

rados para la unidad agroforestal, demuestran cambios temporales en la combinaciones de actividades productivas tanto en el SAF de yerba mate como en el sistema de producción de granos. Este hecho refleja la estrategia practicada por el pequeño productor que normalmente explota más de una actividad a fin de diversificar y reducir riesgos, aunque resulten ingresos menores de los posibles de obtener en monocultivos con mayores riesgos.

- El esquema de rotación de cultivos y la disponibilidad de mano de obra, indica que el SAF de yerba mate emplea este factor en mayor cantidad, y en forma más estable y mejor distribuida a lo largo de los años
- La combinación y la proporcionalidad de los cultivos anuales que el modelo es capaz de generar en el transcurso de los años muestra el aprovechamiento racional de la tierra, la diversificación de productos e ingresos, así como de la mano de obra, los cuales son propósitos de los SAFs en general.

## LITERATURA CITADA

- BENEKE, R R; WINTERBOER, R 1973. Linear programming applications to agriculture. Ames, Iowa. The Iowa State University Press. 241 p.
- EMBRAPA, CNPF 1996. Caracterização de sistemas de uso da terra e propostas de ação para o desenvolvimento dos sistemas agroflorestais, Áurea-RS Colombo. 39 p (Embrapa-CNPF Documentos, 29).
- DOSSA, D. 1994. Programação linear na gestão da propriedade rural: um enfoque alternativo. Teoria e evidência econômica (4): 33 - 60.
- GRAÇA, L R; MENDES, J B. 1987. Análise econômica de sistemas de reflorestamento com bracatinga. Boletín de Pesquisa Florestal 14: 54-63.
- MAZUCHOWSKI, J Z; RUCKER, N G de A. 1993. Diagnóstico e alternativas para a erva mate (*Ilex paraguariensis*). Curitiba: SEAB/DERAL. 141 p.
- MONTOYA, L J V; MAZUCHOWSKI, J Z 1994. Estado da arte dos SAF's na Região Sul do Brasil. In I Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais; Anais. Colombo, EMBRAPA-CNPF. p. 77-96.
- OLIVEIRA, Y M; ROTTA, E. 1983. Área de distribuição natural de erva mate In Seminário sobre actualidades e perspectivas florestais; Anais Curitiba, EMBRAPA/CNPF p. 17-36.
- RODIGHERI, H R; PEMTEADO JÚNIOR, J; BUSSTTA, L A; FERRON, R M; MOSOE, S H 1995. Rentabilidade econômica do consorcio erva mate e milho na região de Erechim, RS. Perspectiva 20 (66): 25-48.