

# SISTEMAS SILVOPASTORILES: ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DIRECTOS COMPARADOS CON MONOCULTURAS EN LA PAMPA ONDULADA, ARGENTINA

R M Marlats<sup>1</sup>  
G. Denegri  
O.E. Ansin  
J.W. Lanfranco

**Palabras clave:** Sistemas Silvopastoriles, indicadores económicos, evaluación directa, *Populus deltoides*, Tasa Interna de Retorno, Valor Total Relativo, Razón Equivalente de Tierras.

## RESUMEN

Se comparan los niveles de retorno mediante la utilización de indicadores económicos y de productividad de dos Sistemas Silvopastoriles (SSP) con las tradicionales monoculturas ganadera y forestal, en el Sur de la Pampa Ondulada, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Los sistemas comparados después de los ocho años de edad fueron los siguientes: las monoculturas fueron una plantación de *Populus deltoides* Marsh. cv Cat Fish 2 (625 arb./ha) y para la ganadería, un pastizal dominado por especies indígenas y naturalizadas de *Bromus catharticus* H.B.K., *Lolium multiflorum* Lam., *Paspalum dilatatum* Poir. y *Cynodon dactylon* L. Para las policulturas, se tomaron las producciones originadas por SSP con dos densidades arbóreas del mismo taxón y, similar composición y estructura de tapiz herbáceo.

Para la evaluación productiva, económica y financiera de los sistemas se emplearon los siguientes indicadores: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Total Relativo (RVT) y Razón Equivalente de Tierras (RET).

Para los tres últimos indicadores, los mejores rendimientos productivos y económicos fueron: para el SSP de 416 arb/ha, le siguieron en orden decreciente, el SSP 250 arb/ha, la forestación pura y finalmente la actividad ganadera tradicional.

Las ventajas de la policultura pueden superarse si se incluye el tratamiento de una escala económica y el valor agregado de la industrialización de la producción maderera.

## SILVOPASTORAL SYSTEMS: ESTIMATION OF DIRECT BENEFITS COMPARED WITH MONOCULTURES IN THE PAMPA ONDULADA OF ARGENTINA

## ABSTRACT

Rates of return for two silvopastoral systems as well as for the corresponding cattle and forestry monocultures were compared in the southern Pampa Ondulada in the province of Buenos Aires, Argentina, using various economic and productivity indicators.

The systems which were compared after eight years were as follows: for the tree monoculture, a plantation of *Populus deltoides* cv Cat Fish 2 (625 trees/ha) and for monoculture cattle production, a pasture dominated by the following indigenous and introduced species: *Bromus catharticus* H.B.K., *Lolium multiflorum* Lam., *Paspalum dilatatum* Poir., and *Cynodon dactylon* L. For the polycultures, the production of silvopastoral systems with the same grass species mixture under two *Populus* densities (416 and 225 trees/ha) was used.

The following indicators were used for the productive, economic and financial evaluation of the systems: net present value (NPV), internal rate of return (IRR), land equivalent ratio (LER), and relative yield total (RYT). The highest values for IRR, LER and RYT were obtained with the silvopastoral system with 416 trees/ha, followed by the silvopastoral system with 225 trees/ha, the tree monoculture and finally, the traditional cattle raising ("cattle monoculture"). Advantages of the polyculture systems were even greater if economies of scale were realized and increased value was obtained by industrialization of the timber production.

El establecimiento y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles (SSP) deben adecuarse a los factores ecológicos, sociales, económicos y políticos de la zona que los adoptará. Son sistemas que se caracterizan por su diversificación y beneficios ampliamente demostrados, estos aspectos son más favorables respecto a otras modalidades del uso de la tierra (Von Maydell, 1985; Percival *et al.*, 1984; Knowles, 1988), ya que logran un adecuado balance entre productividad, estabilidad, diversidad y autorregulación del ambiente (ICRAF, 1989).

Ante la posibilidad de su adopción, a menudo surgen los cuestionamientos relacionados con la sostenibilidad de la producción y su rentabilidad en el corto y mediano plazo: ¿Puede un SSP competir con una monocultura agropecuaria o forestal? ; ¿es una excusa debida a fallas de las prácticas convencionales en zonas marginales? (Von Maydell, 1985). Sobreviene, entonces, la necesidad de realizar evaluaciones económicas que permitan optar entre los beneficios de la policultura de los SSP o las monoculturas tradicionales.

El sur de la Pampa Ondulada en la provincia de Buenos Aires, es una de las zonas agropecuarias más importantes de la Argentina. La ganadería bovina exten-

<sup>1</sup> Investigadores del Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional La Plata. Apdo. N° 31 (1900) La Plata, Argentina. Fax: 54-21-252346

siva productora de carne es una de sus actividades principales. La oscilación en los precios del mercado y la baja rentabilidad de las explotaciones en las últimas décadas, han constituido una situación que provoca inestabilidad económico-social en amplios sectores rurales, acentuándose en las pequeñas y medianas superficies prediales. Frente a esta situación, Aguerre y Denegri (1991) contraponen la actividad forestal con las siguientes ventajas comparativas: 1- Tendencia favorable y menor variabilidad de los precios; 2- Menores restricciones arancelarias y no arancelarias que generan mercados más transparentes; 3- Pronóstico de dificultades en el abastecimiento de materia prima forestal para casi todo el mundo a mediano plazo, presentando un escenario favorable para las exportaciones forestales argentinas.

El área considerada posee ambientes favorables para la producción de álamos (*Populus* spp.), que hoy aparece con carácter sustitutivo de las actividades agropecuarias tradicionales. Existen establecimientos con plantaciones que abastecen a la industria papelera y de aserrío, ratificando sus posibilidades biológicas y económicas.

Uno de los principales inconvenientes para decidir el ingreso a la actividad, es el tiempo necesario para alcanzar la restitución de la inversión. Frente a este panorama, los SSP pueden constituirse en una alternativa para incorporar la explotación forestal utilizando las ventajas económicas que tiene cada componente del sistema por separado, el rápido retorno de las actividades agropecuarias y las características favorables del mercado forestal internacional.

Uno de los temas a dilucidar es si estos

componentes reunidos en SSP, ofrecen realmente un avance económico y una opción de mayor estabilidad.

Diversas herramientas de medidas económicas y de productividad se han desarrollado para cotejar las propuestas entre las mono y policulturas. Así, en la cuantificación de la productividad puede considerarse la "razón equivalente de tierras" o LER (Land Equivalent Ratio) propuesta por Mead y Wiley (1980). Se sugiere también el uso de las herramientas económicas clásicas: la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). Vandermeer (1989) desarrolló el Valor Total Relativo (RVT), relacionando el valor monetario de las dos culturas (como mono y policultura) proponiéndola como idónea para considerar económicamente estos sistemas.

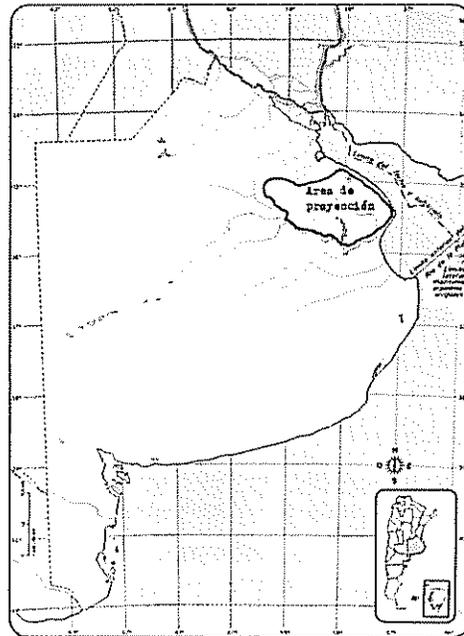
Planteado el problema, se definió como objetivo del presente trabajo la comparación estimativa de los niveles de retorno de dos SSP, con las

tradicionales monoculturas ganadera y forestal, mediante la utilización de Indicadores de Productividad y Económicos, sin contabilizar los beneficios ecológicos de los SSP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los suelos de las producciones evaluadas son Typic Arguidolls, comunes en la zona Sur de la Pampa Ondulada (Lanfranco, 1986). La situación muestral analizada pertenece a un área demostrativa, ubicada en la Estación Experimental "Julio Hirschhorn", de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, República Argentina (34° 55' LS y 57° 57' LW).

Los modelos comparados durante un período de ocho años estuvieron integrados por:



1. Monocultura forestal (MF) integrada por una plantación comercial de álamo (*Populus deltoides* Marsh. cv Cat Fish 2), de 625 plantas por hectárea, que rindió al octavo año un volumen útil para celulosa de 122 t ha<sup>-1</sup>. El precio aplicado fue de 10 US\$/t), habitualmente pagado para la madera de monte en pie por la industria de celulosa.

2. Monocultura ganadera (MG) compuesta por un pastizal dominada por especies indígenas y naturalizadas de *Bromus catharticus* H.B.K., *Lolium multiflorum* Lam., *Paspalum dilatatum* Poir. y *Cynodon dactylon* L., cuya productividad fue proyectada para un modelo ganadero de cría bovina, de frecuencia modal para la zona y para el componente carne, se tomó el precio promedio de una serie histórica de 20 años (0.78 US\$/kg para terneros).

3. Policultura Silvopastoril con 250 árboles por hectárea (PSSP 250), área basimétrica 7,85 m/ha, configuración espacial rectangular con árboles separados a 4 m y 10 m entre filas y tapiz herbáceo similar a MG.

4. Policultura Silvopastoril con 416 árboles por hectárea (PSSP 416), área basimétrica de 13 07 m<sup>2</sup>/ha, configuración espacial rectangular con árboles separados cada 4 m y 6 m entre filas y también tapiz herbáceo similar a MG.

Para cada modelo productivo se consideró una escala de 300 ha, basada en la superficie capaz de alimentar una producción sostenida de madera para la industria. La reunión de esa superficie puede hacerse a través de los aportes de uno o varios productores. Se consideró además, la mayor frecuencia de establecimiento por superficie (Cuadro 1); en la cual se observa que la mayor cantidad de explotaciones se encuentran en el rango de 100 a 600 ha.

Para la evaluación económica de los modelos se emplearon los siguientes indicadores económicos:

1- Tasa Interna de Retorno (TIR):

$$TIR (i^*) \quad S \quad I - E = 0; \\ (1+i^*)^n$$

Cuadro 1. Cantidad y superficie de explotaciones agropecuarias por escala de extensión, en la zona tratada.

Tamaño en ha	Porcentaje por estab./Superf.	Tamaño en ha	% por estab./superf.
0 a 50	14 1.1	51 a 100	14.8 2.8
101 a 200	24 9.1	201 a 400	20 14
401 a 600	9 10.4	601 a 1000	8.5 15.9
1001 a 2500	7.5 27.9	más de 2500	1.7 18.6

Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria de 1982. Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Donde: I= ingresos; E= egresos; i\*= TIR (incógnita); n= tiempo

2- Valor Actual Neto (VAN):

$$VAN = \frac{S \quad I - E}{(1+i)^n}$$

Donde: I= ingresos; E= egresos; i= tasa de interés; n= tiempo

3- Valor Total Relativo (RVT), es una relación monetaria usada para la comparación de los SSP donde:  $RVT = (a P1 + b P2) / (a M1)$ , en la cual P1 y P2 son las producciones de los subsistemas en las policulturas y M1 y M2 los rendimientos en sus cultivos puros. Se le aplica a las producciones físicas los precios (a y b) relacionados a la producción principal (Mean y Wiley, 1980).

Para la comparación de productividad se empleó una razón equivalente de tierras denominada originalmente Land Equivalent Ratio (LER) Vandermeer (1989), este índice es una relación productiva para la evaluación comparativa de los SSP:

$$LER = (P1/M1 + P2/M2)$$

Para comparar los resultados se evaluaron las monoculturas y policulturas en un período de ocho años, considerándose en todos los casos que se compra el suministro ganadero, se foresta al comienzo del ciclo, para liquidar el conjunto al octavo año.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las producciones físicas de los distintos tratamientos utilizadas en los cálculos, se aprecian en las figuras 1, 2, 3 y 4

En el Cuadro 2 aparecen los resultados finales de los análisis surgidos de la aplicación de las herramientas propuestas. Los indicadores utilizados arrojan diferentes respuestas, la TIR, el RVT y la LER favorecen a las policulturas

Indicador económico	Monocultura ganadera MG	Monocultura forestal MF	PSSP 416	PSSP 250
VAN (8%)\$/ha	11.05	51.46	102.40	48.63
TIR %	9.27	9.30	10.66	9.49
RVT			1.75	1.55
LER			1.41	1.26

Al analizar estos resultados se aprecia la potencialidad de los sistemas con sus ventajas físicas y económicas, respecto de las monoculturas. En tanto que aplicando el VAN al 8% de interés, la mayor utilidad se obtuvo en la PSSP 416 y en orden decreciente, la forestación pura MF, la PSSP 250 y la actividad ganadera tradicional MG. Estos datos coinciden con los registrados por Arthur-Worsop (1985), quien trabajando en un SSP de *Pinus radiata*, en Nueva Zelanda, obtuvo un valor actual neto (US\$/ha), mayor que el registrado en actividades puras,

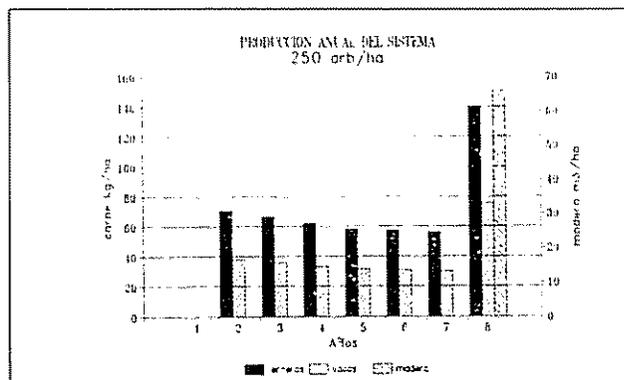


Figura 2. Producción de la policultura con 250 arb/ha, durante ocho años se suceden los retornos ganaderos, periodo al cabo del cual se suman los retornos de ambas culturas

ganadería y forestación, operando con una tasa de interés del 10%

La tasa de interés es un aspecto importante que debe considerarse en la evaluación de las PSSP, lógicamente esta variable influye directamente sobre la rentabilidad del sistema. Así, la misma fluctuará según varíen las tasas de interés entre el 3% y el 10% y combinándose

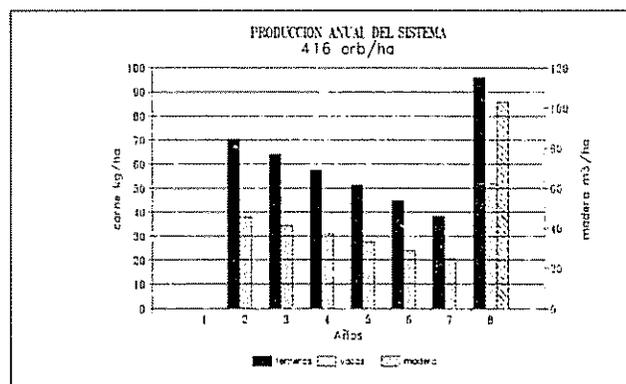


Figura 3. Los retornos anuales sucesivos ganaderos son menores, pero al final del ciclo el total es significativamente mayor

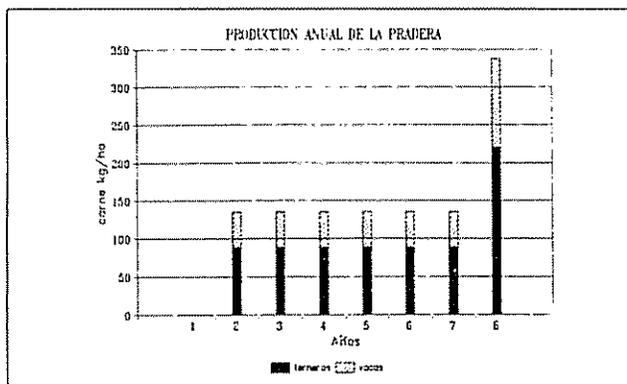


Figura 1 Producción de la Pradera. Se observa el retorno permanente a través de ocho años, con la liquidación total del stock ganadero al finalizar este periodo.

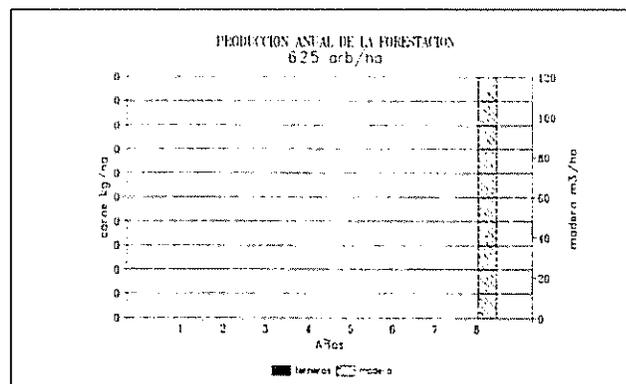


Figura 4. La actividad forestal con esta modalidad de aprovechamiento (corta total al turno), posee un sólo retorno al final de su ciclo.

con la densidad de plantación, variará la rentabilidad de la policultura (Doyle *et al.*, 1986). Con la tasa de interés del 8%, de uso común en la Argentina, la PSSP 416 es quien brinda la combinación más favorable.

Los análisis de sensibilidad indican que los resultados económicos de las actividades forestales están condicionados por un alto número de variables. Fundamentalmente, son factores ligados al componente forestal, donde se destacan: la distancia de la industria de aserrío, la distancia de los puertos, los costos de aprovechamiento de la madera, el índice de sitio y la fertilidad (Marlats, 1990).

Al incrementarse la escala de la producción y el valor agregado, mayor es la posibilidad que se tiene de acceder a plazas externas. Estas aseguran condiciones de precios y de mercados superiores. Además, en muchos casos ofrecen financiar el proceso productivo. También, es necesario considerar el precio de la madera, ya que su valor deberá incrementarse debido al crecimiento del desbalance entre la demanda y la oferta mundial. Doyle *et al.* (1986) calcularon el Valor Actual Neto (libras/ha) suponiendo hasta una duplicación del precio de la madera y un mantenimiento de los precios ganaderos.

La Figura 5, cuando define a los SSP desde un enfoque económico, focaliza el énfasis en las interacciones de sus componentes. Estas pueden ser competitivas, complementarias y aun suple-

mentarias, como resultado de las condiciones especiales creadas por las combinaciones (Hoekstra, 1987). En la PSSP 416 arb./ha se observa que la incorporación del sistema a la actividad tradicional, favorece la rentabilidad del establecimiento y produce una estabilización de los ingresos, ante la oferta continua de los productos. Dado que el sistema no funciona como la sumatoria de los componentes individuales que lo integran, debido a su complementariedad, los valores del RVT se acercan a los de la actividad forestal más que a ubicarse entre los de sus dos integrantes.

Por otra parte, se estima que los valores de madera en pie de los rollizos que provengan de los SSP, serán superiores al tener un mayor diámetro (producto de la menor densidad), pudiéndose destinarlos a las industrias del aserrío o de bobinado.

Desde el punto de vista social, la variación estacional en el requerimiento de mano de obra podría resultar a primera vista, un factor poco atractivo para el productor agropecuario. No obstante, se puede absorber a través de la capacidad de trabajo familiar. Deben agregarse los empleos permanentes generados en los viveros, en la explotación forestal y en las posibles industrias conexas. Ello beneficiaría a la comunidad rural, ya que las actividades ganaderas necesitan poca mano de obra para su implementación.

Si bien los resultados económicos demostrarían su conveniencia, la adopción de los SSP está condicionada por la preferencia del productor hacia lo que conoce, la ganadería. No obstante, la falta de familiaridad con la producción forestal, debería minimizarse ante los bajos riesgos de la policultura, actividad en la cual hay que destacar los beneficios ecológicos de la conservación y el mejoramiento del ambiente.

## CONCLUSIÓN

La rentabilidad económica de la inclusión del árbol en el paisaje rural, resulta

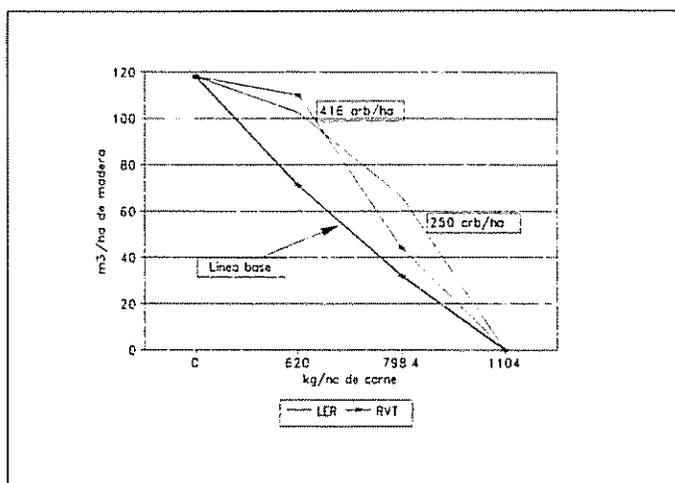


Figura 5. Las curvas del LER y el RVI muestran puntos de optimización diferentes, aunque superan a las monoculturas. La producción de carne es la acumulada a lo largo de los ocho años.

positiva a través de los sistemas silvopastoriles.

Los efectos ecológicos, cuya valoración aditiva sólo es posible en el tiempo, son acompañados por resultados favorables de medición económica-financiera directa. Así, la adopción de la actividad es promocionable como instancia superadora de las monoculturas.

La estrategia de estos emprendimientos debe incluir economías de escala y valores agregados, a los cuales pueden arribarse en forma unitaria o con asociaciones que conformen cuencas de abastecimiento con industrias propias. ♦

## BIBLIOGRAFÍA

**ACCIARESI, H.A.; MARLATS, R.M.; MARQUINA, J.** 1993. Sistemas Silvopastoriles: incidencia de la radiación fotosintéticamente activa sobre la fenología y la producción estacional forrajera s 1, España, INIA. p 19-30.

**AGUERRE, M.; DENEGRI, G.** 1991. Análisis comparativo del comportamiento de precios de productos de origen forestal frente a los agropecuarios Buenos Aires, Arg., Asociación Forestal. 95 p.

**ARTHUR-WORSOP, M.J.** 1984. An economic evaluation of agroforestry: the national viewpoint s 1, N.Z., Economics Division s p.

**DOYLE, C.J.; EVANS, J.; ROSSITER, J.** 1986. Agroforestry: an economic appraisal of the benefits of intercropping trees with grassland in Lowland Britain Agricultural Systems (G B )21:1-32.

**GOLD, M.A.; HANOVER, J.W.** 1987. Agroforestry systems for the temperate zone Agroforestry Systems (Holanda) 5:109-121.

**HOEKSTRA, D.A.** 1986. Economics of agroforestry. Agroforestry Systems (Holanda) (5)3:293-300.

**ICRAF.** 1989. Annual report Nairobi, Kenia s p.

**KNOWLES, R.L.** 1988. Work of the agroforestry project team An outline. In Agroforestry Symposium (1986, Rotorua, N.Z.) Proceedings. Ed. by P.Maclaren. FRI Bulletin No 139 p 113-120.

**LANFRANCO, J.W.** 1986. Suelos pertenecientes a la Estación Experimental J. Hirschhorn de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata s 1, Arg., Universidad Nacional de La Plata s p.

**MALAJCZUK, G.; MORRISON, D.; HAVEL, J.; ANDERSON, G.; MOORE, R.** 1984. An economic study of agroforestry in the Manjimup Region, Western Australia. Forests Department of Western Australia Technical Paper no 10 s p.

**MARLATS, R.M.** 1990. Consideraciones sobre política de investigación para el desarrollo forestal de la República Argentina In Seminario sobre Política Forestal Nacional(1990, Buenos Aires, Arg.) (Memorias). Buenos Aires, Arg., Asociación Forestal Argentina, Buenos Aires. p. 60-64

**MEAD, R.; WILEY, R.W.** 1980. The concept of a "Land Equivalent Ratio" and advantages in yields from intercropping. Experimental Agriculture (G.B.) 16:217-228.

**PERCIVAL, N.S.; HAWKE, M.F.; BOND, D.I.; ADREW, B.L.** 1984. Relationship between *Radiata pine* and understorey pasture production. In Agroforestry Symposium (1984, s 1, N.Z.) Proceedings. FRI Bulletin No 139 s.p.

**VANDERMEER, J.** 1989. The ecology of intercropping N Y., EE UU, University of Cambridge Press, 24 p.

**VON MAYDELL, H.J.** 1985. The contribution of agroforestry to world forestry development Agroforestry Systems (Holanda) 3:83-90.



### LA MEJOR FORMA DE LLEGARLE A TODOS....!!

Ahora usted puede anunciarse en la revista Agroforestería en las Américas. A partir del próximo número que será dedicado al tema de Huertos Caseros, dispondremos de tres páginas para publicidad. Las personas, universidades, empresas e instituciones interesadas deben comunicarse con nuestra oficina. Las tarifas que se ofrecen son:

1 Página a Color US\$750  
1 Página B/N US\$500  
Cintillo a Color US\$180  
Contraportada B/N US\$800

1/2 Página a Color US\$500  
1/2 Página B/N US\$350  
Cintillo B/N US\$150  
Publireportaje US\$3000\*

1/4 Página a Color US\$350  
1/4 Página B/N US\$200  
Contraportada a color US\$1000  
Afiche US\$5000\*\*

\* Los publireportajes serán entregados por el interesado, junto con las ilustraciones respectivas y el espacio máximo es de dos páginas. La presentación es a color y se dará crédito a la fuente. Los publireportajes se distinguirán del resto de la revista por el tipo de letra y el título de publireportaje.

\*\* Los afiches se conciben como una edición conjunta entre la revista y el interesado, por tanto deberán hacer referencia al tema agroforestal. El objetivo de este servicio es ofrecer una producción buena y de bajo costo, por medio de la cual proyectos, universidades y empresas den a conocer su trabajo. Se ofrece la distribución de los mismos según los países de interés, por medio de la revista. El contenido y diseño del afiche puede ser aportado por el interesado y exige de un acuerdo común entre las partes.

CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica. Tel. (506) 556 1789 Fax (506) 556 7766 E-mail: agrofor@catie.ac.cr