

## ESTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO EN UN EXPERIMENTO AGROFORESTAL DE ROTACION MAIZ-FRIJOL.

P. Ferreira, F. Tavares, J. Aguirre Y D. Kass

**Summary:** Thirteen years of data from a maize-bean relay experiment comparing the traditional cropping system with some agroforestry alternatives are analyzed in terms of benefit-cost (B/C) ratios. The stability and sustainability of B/C over years is quantified.

**Resumen:** Se analizan trece años de datos de un experimento de rotación de maíz y frijol comparando el sistema tradicional de cultivo con varias alternativas agroforestales en función de la relación beneficio-costo. Se cuantifica la estabilidad y la sostenibilidad en el tiempo de la relación B/C.

### Introducción

Conway (1987) define estabilidad, como la constancia de la producción de año a año. La sostenibilidad se interpreta como la tendencia en el largo plazo de las variables de interés. En el caso del beneficio económico podríamos definir un sistema como sostenible si el valor de la producción menos el costo de los insumos se mantiene positivo y no decreciente (Barnett et al. 1994). La sostenibilidad y la estabilidad se cuantifican a través de los coeficientes de regresión y variación de una regresión en el tiempo (Ferreira y Kass (1995).

### Materiales y métodos

Se analizan datos de un experimento agroforestal de rotación de maíz y frijol, en el que se utilizan algunos tratamientos con agregado de mulch y otros con árboles en callejones. El mismo fue establecido en 1982 en el área de La Montaña, en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, y medido hasta la fecha, contándose con 13 años de datos. Los frijoles fueron plantados en noviembre y el maíz en mayo de cada año, con densidades de 133.000 y 40.000 plantas/ha, respectivamente.

El diseño fue de bloques al azar, con parcelas divididas, con tres replicaciones. Los tratamientos de las parcelas fueron: (1) Control, sin enmiendas orgánicas. (2) Mulch de *Erythrina* (ME) *poeppigiana*, 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces al año. (3) Estiércol de vaca (E), 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces por año, (4) Mulch de *Gmelina* arbórea (MGm), 20 t/ha de materia fresca aplicada dos veces por año, (5) Mulch de *Gliricidia sepium* (MGI), aplicado igual que en el segundo tratamiento, (6) Cultivo en callejones de *Erythrina poeppigiana* (CCE) sembrada en estacas a distancia de 3x6 m (555 árboles por há), (7) Cultivo en callejones de *Gliricidia sepium* (CCGI) sembrada a 6x0,5 m (3333 árboles /ha), plantada por estacas. Las parcelas fueron divididas en dos subparcelas y a una de ellas se le aplicó una fertilización nitrogenada (150 kg/ha de  $\text{NO}_3\text{NH}_4$ ).

Durante los tres primeros años del ensayo se intercaló yuca entre el cultivo de maíz y el de frijol, con una densidad de 10.000 plantas/ha, siendo en este caso las densidades de maíz y frijol de 30.000 y 100.000 plantas/ha, respectivamente.

La variable a analizar es la relación beneficio/costo (B/C). Beneficio Neto Unitario, o Factor de Productividad Total (ver Barnett 1994), definido como el cociente entre el beneficio neto y el costo de cada tratamiento.

### Resultados

El análisis de variancia de la variable B/C a lo largo de trece años mostró significancia para todos los tratamientos e interacciones, excepto para la interacción triple añoGliricidia y del Control.

Tabla 1. Medias del B/C para cada tratamiento a lo largo de los trece años del ensayo.

Tratamiento	Promedio(*)	Sin N	Con N
Control	1.46 a	1.34	1.58
Cult. Call. Gliricidia	1.42 a	1.20	1.64
Cult. en Call. Erythrina	1.14 b	1.18	1.11
Estiércol	1.14 b	1.08	1.20
Mulch de Gliricidia	1.08 b	1.21	0.94
Mulch Erythrina	0.97 c	0.97	0.97
Mulch de Gmelina	0.77 d	0.75	0.79

(\*) Prueba de Duncan al 5%.

Si examinamos las medias por año (Tabla 2) vemos que los años en que se plantó yuca tuvieron altas relaciones B/C.

Tabla 2. Medias de B/C para los trece años del ensayo

1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1.42	1.66	1.58	1.10	1.13	1.06	0.72	0.78	1.04	1.99	0.62	0.74	0.97

En la Tabla 3 se observan medidas de degradabilidad, o sea tendencias en el tiempo de la relación B/C. En general se observa una leve tendencia degradante. El mejor comportamiento corresponde al cultivo en callejones de Gliricidia y el peor al tratamiento control. El tratamiento tradicional es el que presenta la tendencia degradante más pronunciada.

Tabla 3. Medidas de degradabilidad dadas por los coeficientes de regresión de la relación B/C en el tiempo.

Tratamiento	Sin N	Con N
Control	-0.09	-0.09
Cult. Call. Gliricidia	-0.01	-0.03
Cult. en Call. Erythrina	-0.03	-0.05
Estiércol	-0.04	-0.05
Mulch de Gliricidia	-0.02	-0.02
Mulch Erythrina	-0.07	-0.08
Mulch de Gmelina	-0.04	-0.04

En la Tabla 4 se presentan las medidas de inestabilidad alrededor de la tendencia dadas como coeficientes de variación. Se observa mayor estabilidad en los tratamientos sin N. También se observa buena estabilidad del control y del estiércol. No se observa un comportamiento superior de los cultivos en callejones como era esperado, excepto en el caso de Erythrina con N.

Tabla 4. Medidas de inestabilidad dadas por los coeficientes de variación (%) de la relación B/C. en regresiones sobre el tiempo.

Tratamiento	Sin N	Con N
Control	0.24	0.31
Cult. Call. Gliricidia	0.40	0.56
Cult. en Call. Erythrina	0.36	0.29
Estiércol	0.30	0.32
Mulch de Gliricidia	0.36	0.60
Mulch Erythrina	0.35	0.53
Mulch de Gmelina	0.28	0.38

### Conclusiones

Se observan relaciones positivas B/C para la mayoría de los tratamientos, excepto para los mulchs en virtud del alto uso de mano de obra y de la necesidad de áreas adicionales para su producción. En general el tratamiento control es el que muestra los mayores cocientes B/C indicando que los tratamientos no tradicionales no pueden justificarse en base a este indicador. El control es también el de mayor degradabilidad y estabilidad.

### Bibliografía

- Barnett, V., Landau, S. and Welham, S.J. (1994) Measuring sustainability. *Environ. and Ecological Stat.* 1, 21-36 (1994).
- Conway, G.R. (1987) The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems* 24(2), 95-117.
- Ferreira, P. and Kass, D. (1995) Measuring Stability and degradability of agroforestry systems. *Proceedings, International Symp. on Statistics in Agriculture*, CIAT, 1995, 39-52.