



XXIV SIMPOSIO
LATINOAMERICANO
DE CAFICULTURA

Rentabilidad económica de sistemas agroforestales con café: estudio de largo plazo en Turrialba, Costa Rica.

Soncim-Isabella Q¹.

Estudiante Ingeniería Forestal – USP/ESALQ,
Piracicaba, Brasil¹

Virginio Filho-Elias de M.² (Ponente)

Coordinador CATIE-PROCAGICA-IICA-UE, Turrialba,
30501, Costa Rica²

eliasdem@catie.ac.cr

Righi-Ciro A.³

Shirota-Ricardo³

USP/ESALQ, Piracicaba, Brasil³





INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

- El café como producto el altísimo potencial en el mercado, (O'BRIEN; KNNARD, 2003).
- 25 millones de personas en el sistema productivo, la mayoría pequeños productores (DONALD, 2004).
- Limitantes para *productores que entregan café sin valor agregado*. Mientras que las exportaciones totales, en 10 años, pasaron de generar 5,1 mil millones de dólares a 24 mil millones 2012), (FAO, 2015).
- Desde el año 2008 la producción crece a una tasa de 3,5% al año (FAO, 2015).





- Exportaciones a Estados Unidos y Europa en su mayoría, pero en muchos países el consumo nacional ha incrementado, a excepción de países africanos y algunos en América Central (ITC, 2011).
- *Bajos precios han limitado el manejo integral en muchas fincas*, por otro lado *hay varios ejemplos* en diferentes tamaños de finca de *como ajustar prácticas de manejo y gestión para lograr mejores resultados* (JHA, 2014).
- Los *cafetales en pleno sol* : *stress de la plantación*, incremento de la *dependencia de insumos externos* y a su vez han generado *afectaciones en la acidez de suelos y calidad de granos*, entre otros aspectos negativos (VOLTAN et al, 1992; CASTRO-TANZI, 2012).





- Para el caso de Costa Rica, lugar del presente estudio, en el período 2016/2017, ocupó la 14ª ubicación entre los países productores. El 80,13% se exportó y el 16,81% se consumió a nivel nacional, (ICAFFE, 2016).
- Costa Rica ha experimentado diferentes estrategias para hacer frente a las limitantes de precios. Se destaca la búsqueda de mercados diferenciados (calidad), alta productividad con capital intensivo en tecnologías, reducción de costos y menor dependencia de insumos externos, diversificación y valor agregado, orgánico y ambientalmente amigable (TOPIK et al, 2010).





- Una de las prácticas más importantes para la sostenibilidad ambiental y económica es la implementación de adecuados sistemas agroforestales (SAF), (MYERS et al, 2000).
- En el contexto de cambio climático, los SAF, tendrán como base de referencia fortalecer la capacidad adaptativa de los cafetales, reducción de riesgos en la dependencia de ingresos de un solo producto (diversificación: alimentos, frutas, madera) y promoción de estabilidad productiva de café a lo largo del tiempo (MOGUEL; TOLEDO, 1999; BACON, 2005).
- La producción de madera en los cafetales puede contribuir para la reducción de presión de aprovechamiento en áreas de bosques naturales (BLACKMAN, 2003; GORDON, 2007, RICE, 2008).





- Las investigaciones deben considerar la complejidad de los sistemas de producción para definir los elementos que permiten más rentabilidad y sostenibilidad, (SANCHES, 1995).
- Sistemas más complejos podrían permitir más ganancias y más sustentabilidad ecológica, en comparación con sistemas simples intensivo a pleno sol (con altos costos), (HAGGAR et al, 2011).
- Hay que fortalecer el entendimiento como como evaluar económicamente los sistemas agroforestales cafetaleros, (RICE; WARD, 1996).

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Analizar los resultados comparativos de la rentabilidad de diferentes enfoques y sistemas de producción de café con y sin asocio con árboles en condiciones experimentales de largo plazo en zona baja húmeda de Costa Rica.





MATERIALES Y METÓDOS

- **Localización**
- Inicio: agosto de 2000. Área de 9,2 hectáreas, CATIE, Turrialba, provincia de Cartago, Costa Rica. A 600 msnm, precipitación prom. anual de 1915mm y temperatura promedio de 22°C, sin estación seca definida. Los suelos aluviales mixtos, utisol e inceptisol con capa fértil de 10 a 30 centímetros, con textura franco-arcillosa (MERLO, 2007).

SISTEMAS AGROFORESTALES vs PLENO SOL Parcelas principales evaluadas	Tipos y Niveles de Manejo-subparcelas			
	AC	MC	MO	BO
(E) <i>Erythrina poeppigiana</i> (Poró), árbol de SERVICIO fijador de N	X	X	X	X
(C) <i>Chloroleucon eurycyclum</i> (Cashá), árbol MADERABLE fijador de N		X	X	
(T) <i>Terminalia amazonia</i> (Amarillón), árbol MADERABLE no fijador de N	X	X	X	X
(CT) <i>Terminalia a.</i> + <i>Chloroleucon e.</i>		X	X	
(ET) <i>Terminalia a.</i> + <i>Erythrina p.</i>		X	X	
(CE) <i>Chloroleucon e.</i> + <i>Erythrina p.</i>	X	X	X	X
(PSOL) Café en pleno sol	X	X		





XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Prácticas	AC-Alto Conv.	MC-Moderado Convencional	MO-Orgánico Intensivo	BO-Bajo Orgánico
Fertilización al suelo	NPK (18-5-15) 2 veces/año (100g/cafeto) + 1 de Nitrato de amonio (103,8 kg/ha)	NPK (18-5-15) 2 veces/año (50g/café) + 1 Nitrato de amonio (60,3 kg/ha)	Compost-Gallinaza (10 ton/ha) 2 kg/cafeto/año en dos aplicaciones	Pulpa de café (5 ton/ha) 1kg/cafeto/año en dos aplicaciones.
Fertilización foliar	Mezcla con B + Zn, 2 veces al año	Mezcla con B + Zn, 2 al año en menor dosis	Biofertilizante 2 veces al año	Biofertilizante 1 vez al año
Control de plagas	Químico (Insecticidas, fungicidas sistémicos y cobre) 3 veces/año	Químico (Insecticidas, fung. sistem., cobre)2/año según necesidad	Caldo bórdeles Beauveria 3 veces/año	Caldo bórdeles Beauveria 1/año según necesidad
Control de hierbas	Químico Eliminación de hierbas	Químico + mecánico Selectivo c/ cobertura	Mecánico Selectivo c/ cobertura	Mecánico. Selectivo c/ cobertura





- **Evaluación de Rentabilidad:**

-**Valor Actual Neto (VAN)** y Relación **Beneficio-Costo (B/C)**. En ambos indicadores se consideró la variación del capital en el tiempo (DE REZENDE y OLIVEIRA, 2008).

-Para cada sistema: **flujo de caja y estados de resultados**.

-**Costos**: mano de obra, cargos salariales, fertilización, control de plagas y enfermedades, control de hierbas, herramientas y equipos, resiembras y cosecha.

-**Ingresos**: venta de café y madera en diámetros menores (raleos).

-**Período evaluado**: 2000 a 2016.





RESULTADOS

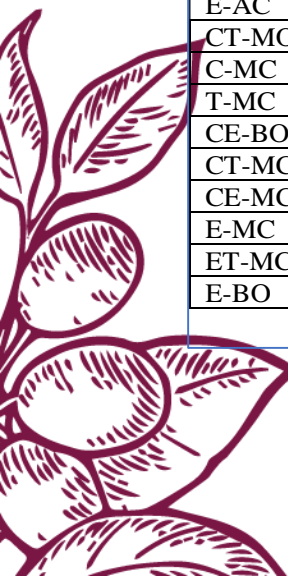
(Costos totales acumulados colones/ha)

Sistema	Mano de obra	Fertilizantes/ control de plagas	Control de hierbas	Herramientas	Resiembra	Total Acumulado	Promedio anual
PSOL-AC	18.680.013,3	6.654.428,2	624.217,0	48.847,8	766.249,9	26.773.756,1	1.673.359,4
C-MO	19.883.071,6	2.154.500,0	378.292,2	48.847,8	566.338,7	23.031.050,3	1.439.440,2
T-MO	19.593.813,3	2.154.500,0	407.807,8	48.847,8	566.338,7	22.771.307,6	1.423.206,0
PSOL-MC	16.921.989,0	3.849.326,4	572.495,6	48.847,8	422.618,9	21.815.277,6	1.363.454,1
T-AC	12.887.238,5	6.654.428,2	408.591,8	48.847,8	766.249,9	20.765.356,1	1.297.834,4
CE-MO	17.304.526,6	2.154.500,0	262.350,1	48.847,8	566.338,7	20.336.563,3	1.271.035,2
T-BO	18.999.066,1	604.766,8	391.758,1	48.847,8	287.038,0	20.331.476,9	1.270.717,3
E-MO	16.916.030,1	2.154.500,0	204.780,7	48.847,8	566.338,7	19.890.497,4	1.243.156,1
ET-MO	16.715.855,5	2.154.500,0	273.667,0	48.847,8	566.338,7	19.759.209,0	1.234.950,0
CE-AC	11.826.418,9	6.654.428,2	319.967,1	48.847,8	766.249,9	19.615.911,9	1.225.994,4
E-AC	11.571.137,9	6.654.428,2	264.705,1	48.847,8	766.249,9	19.305.368,9	1.206.585,5
CT-MO	15.737.242,9	2.154.500,0	366.118,4	48.847,8	566.338,7	18.873.047,9	1.179.565,5
C-MC	13.429.100,8	3.849.326,4	308.722,0	48.847,8	422.618,9	18.058.615,8	1.128.663,1
T-MC	13.180.543,5	3.849.326,4	367.811,0	48.847,8	422.618,9	17.869.147,5	1.116.821,1
CE-BO	16.357.222,2	604.766,8	293.854,1	48.847,8	287.038,0	17.591.728,8	1.099.483,3
CT-MC	12.911.573,4	3.849.326,4	255.189,4	48.847,8	422.618,9	17.487.555,8	1.092.972,2
CE-MC	12.757.684,7	3.849.326,4	308.576,3	48.847,8	422.618,9	17.387.054,0	1.086.690,0
E-MC	11.546.910,2	3.849.326,4	236.646,5	48.847,8	422.618,9	16.104.349,8	1.006.521,1
ET-MC	11.399.669,9	3.849.326,4	248.112,3	48.847,8	422.618,9	15.968.575,2	998.036,0
E-BO	13.216.143,5	604.766,8	210.651,4	48.847,8	287.038,0	14.367.447,5	897.965,5

-Para todos los sistemas > costo: Mano de Obra.

-Insumos para fertilización y control de plagas/enferm el segundo mayor costo

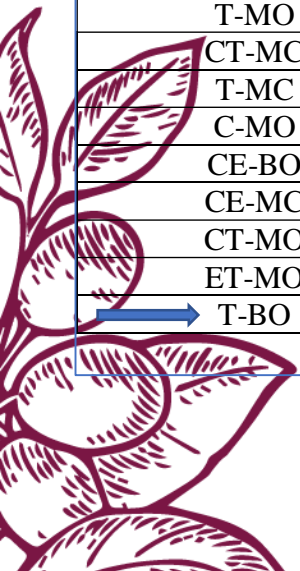
El **sistema de mayor costo es el PSOL-AC**, seguido por **C-MO y T-MO**. El **sistema más barato fue el E-BO**, seguido respectivamente por **ET-MC y E-MC**





RESULTADOS (Ingresos totales acumulados colones/ha)

Sistema	Ingresos Café	Ingresos Madeira	Total de ingresos	
→ PSOL-AC	64.400.155,00	0	64.400.155,00	Mayores ingresos
→ E-AC	54.105.377,00	0	54.105.377,00	SAF de Mayor ingreso
PSOL-MC	52.645.583,00	0	52.645.583,00	
→ CE-AC	41.006.440,00	3.516.170,86	44.522.611,14	SAF MAD de Mayor ingreso
T-AC	37.189.343,00	1.427.957,18	38.617.300,19	
→ E-MO	37.985.968,00	0	37.985.968,00	SAF ORGAN de Mayor ingreso
ET-MC	33.343.151,00	989.075,31	34.332.226,36	
E-MC	33.036.392,00	0	33.036.392,00	
E-BO	31.650.283,00	0	31.650.283,00	
C-MC	25.520.157,00	5.667.562,16	31.187.719,42	
CE-MO	26.878.120,00	3.807.444,95	30.685.565,40	
T-MO	29.416.632,00	942.593,12	30.359.225,56	
CT-MC	25.168.807,00	3.740.785,91	28.909.593,12	
T-MC	25.382.906,00	2.525.383,30	27.908.289,51	
C-MO	23.060.707,00	4.711.167,24	27.771.874,17	
CE-BO	22.599.936,00	3.188.852,19	25.788.787,73	
CE-MC	22.284.005,00	3.241.220,65	25.525.225,77	
CT-MO	21.758.403,00	3.722.140,98	25.480.544,14	
ET-MO	23.972.762,00	1.381.423,87	25.354.186,19	
→ T-BO	8.697.100,00	949.616,47	9.646.716,05	MENORES ingresos





RESULTADOS (VAN, colones acumulado/ha) y B/C en 16 años)

Sistema	VAN (8%)	B/C
PSOL-AC	59.605.722	2,50
E-AC	59.311.742	2,40
PSOL-MC	47.299.920	2,10
CE-AC	43.740.085	2,07
E-BO	36.439.790	2,00
ET-MC	32.607.055	1,99
T-AC	29.946.339	1,69
E-MC	25.551.666	1,69
T-MC	25.312.988	1,68
C-MC	20.095.602	1,54
CT-MC	18.669.249	1,53
CE-BO	17.835.713	1,49
E-MO	17.775.402	1,43
CE-MC	11.463.077	1,31
CT-MO	7.748.912	1,20
CE-MO	6.263.147	1,15
ET-MO	4.670.950	1,11
T-MO	2.281.050	1,05
C-MO	703.320	1,01
T-BO	-20.931.541	0,48

Psol-AC y E-AC (Árbol de servicio) > y similar Rentabilidad

Maderable Fijador N + E-AC entre > Rentabilidades

Árbol de Serv. Fijador N (BO) > Rentabilidad orgánica

Árbol de Serv. +MadNOFij > Rentabilidad SAF-MC

Simulaciones con sobreprecio orgánico mejoró la rentabilidad de los sistemas orgánicos y en especial los sistemas E-BO, E-MO, CE-BO y CE-MO.

De 20 sistemas , solo uno no fue rentable a lo largo de 16 años, el T-BO (Maderable No Fijador N, caturra, Bajo Orgánico) (VAN negativo) y la relación B/C menor que uno.



DISCUSIÓN

- La > rentabilidad financiera E(*Erythrina*)-AC y PSOL-AC coincide con estudio SALGADO (2010);
- Para ambos estudios (SALGADO,2010; 2017), **el sistema PSOL-AC está entre los más costosos**, siendo para el estudio de 2017 el sistema con mayor costo acumulado;
- **La baja productividad de caturra en asocio con Terminalia a., con manejo bajo orgánico, puede ser explicado en gran medida por la alta competitividad de la especie maderable por nutrientes.** Como lo indica Van Oijen (2010);
- **La Erythrina p. esta presente entre los 8 mejores sistemas con mayor rentabilidad (E-AC, CE-AC, E-BO, ET-MC y E-MC).** Lo anterior puede ser explicado por las cualidades de la *Erythrina p.* para la **fijación de N, aporte de nutrientes y supresión de hierbas del suelo vía biomasa, facilidad de manejo para la regulación en la entrada de luz** (TSCHARNTKE, 2011).





DISCUSIÓN

- **La madera de raleos aumentó promedio de ingresos por sistemas en 10%.** Los sistemas donde se aprovechó la madera de *Chloroleucon e.* tuvieron mayores ingresos. El mayor potencial de aumento de ingreso con el aprovechamiento final de la madera (RICE, 2008).
- **Las menores rentabilidades se encuentran sistemas con asocio de maderables, sin combinación con árbol de servicio,** (una alta densidad de árboles y cobertura de sombra por mucho tiempo). **Estudios apuntan que para obtener mayor producción de café con sombra de solo maderables las densidades deben estar entre 34 y 100 árboles maderables/ha en edades medias y finales** (BAGGIO, 1998; BEER, 1993 citado por MUSCHLER (2000).





CONCLUSIONES

- **Los sistemas a Pleno Sol, aun estando entre los más rentables, son los de mayores costos inviabilizando su acceso a la mayoría de los productores,** además producen comprobados *impactos negativos en el ambiente, en el cultivo y en la calidad del grano.*
- Los sistemas **orgánicos intensivos fueron rentables, pero igualmente con costos muy altos.** Las ventas se hicieron sin sobreprecio y certificación orgánica.
- La **muy alta rentabilidad de los sistemas Erythrina p. (Manejo bajo orgánico) y Erythrina p. asociada con Terminalia a. (Manejo moderado convencional),** ambos con los **menores costos de producción, aporta elementos importantes para el diseño y manejo de sistemas con alto potencial de multiplicación.**





CONCLUSIONES

- En los MO con maderables, y en especial con *Chloroleucon e.* la venta de madera de raleos permitió ingresos complementarios que apoyaron al flujo de caja a partir del año 7 de establecimiento.
- La importancia de **diseños que incorporen y combinen árboles de servicio** (Fijadoras de N y aportadoras de biomasa por podas reguladas continuas) con otras especies (maderables, frutales, etc) en densidades de árboles/ha adecuados para una producción sostenible y rentable de café.





RECOMENDACIONES

- Para los sistemas agroforestales con maderables se sugiere realizar estudio de rentabilidad financiera que considere el valor del estoque de madera en su ciclo final de corta.
- Para ***futuros estudios de los sistemas orgánicos*** considerar, de manera complementaria, la rentabilidad en función de los valores de referencia de *sobreprecio de mercado de cafés certificados*.
- Hacer ***análisis estocásticos***, donde *precios y precipitaciones sean tratadas como variables claves, para evaluar cual de todos los sistemas tienen mayor resiliencia a cambios en las condiciones de mercado y clima.*





RECOMENDACIONES

- La *variedad caturra, ha sido muy afectada* por el cambio climático y por la roya, **estudios futuros de rentabilidad deben incluir el análisis de variedades mejoradas de alta productividad y rusticidad.**
- **Fortalecer el aprendizaje integral de los actores** vinculados a la producción de cafés sostenibles sobre ***diseños y manejos de sistemas agroforestales que permitan equilibrio entre rentabilidad financiera y sostenibilidad ambiental.***
- **Desarrollar políticas y mecanismos que incentiven y fortalezcan sistemas agroforestales de alto potencial de sostenibilidad integral.**





XXIV SIMPOSIO
LATINOAMERICANO
DE CAFICULTURA

MUCHAS GRACIAS

