

**AVANCES Y DESAFIOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE ENSAYO DE LARGO
PLAZO EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN CAFÉ EN ZONA BAJA
HÚMEDA
Turrialba, Costa Rica.**

Elias de M. Virginio Filho*; Jeremy P. Hagggar*; Charles P. Staver*.

INTRODUCCIÓN

Un equipo de investigadores de CATIE, de carácter interdisciplinar, viene estableciendo desde agosto de 2000 un ensayo de largo plazo que servirá de base para diferentes estudios sobre sistemas agroforestales en café. Los desafíos de la caficultura, intrínsecamente vinculados al contexto social y ambiental requieren de una base científica que permitan la comprensión de interacciones en los agroecosistemas. Aunque el tema de una nueva caficultura, más diversificada, socialmente justa y ambientalmente amigable ya está presente en las agendas de muchas instituciones, principalmente en América Central, es mínima la base experimental que permita por ejemplo la comparación entre diferentes sistemas de producción agroforestal en café.

Los objetivos principales del ensayo de largo plazo son: **1)** evaluar efectos de sombra, niveles de insumo y variedades sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del café, la dinámica de plagas, flora y fauna y los ciclos de nutrientes y materia orgánica; **2)** medir el crecimiento y desarrollo de diferentes estratos arbóreos en términos de acumulación de biomasa, producción de leña y madera y producción de hojarasca y su efecto sobre microclima, biología del suelo y materia orgánica; **3)** desarrollar métodos para la identificación de sinergismos y la evaluación de la sostenibilidad económica, ecológica y productiva de los sistemas de producción de café;

El estudio en Turrialba (zona baja y húmeda) se lleva a cabo con un equipo de técnicos y colaboradores de diferentes áreas (agroforestería, agricultura ecológica, fitoprotección) de CATIE. El propósito es ampliar y consolidar el grupo de investigadores relacionados, incluso con otras instituciones (ICAFE, universidades, etc.), a fin de potencializar la generación, sistematización y divulgación de información. Es importante mencionar que un ensayo similar fue establecido en Masatepe (Nicaragua) zona baja (455msnm) y seca (1386mm/año). Dicho ensayo es manejado por un equipo de CATIE en colaboración con UNICAFE, UNA, INTA y CIRAD (Francia), (Hagggar *et al.* 2001). Los dos ensayos permitirán entre otros aspectos comparar la influencia del efecto clima en el desarrollo de los diferentes sistemas en estudio.

Particularmente en este documento estaremos reflexionando sobre las implicaciones metodológicas y técnicas para el establecimiento del experimento, bien como los avances obtenidos. Dedicaremos una atención especial a los aprendizajes relacionados al manejo orgánico en el marco del establecimiento del ensayo.

* Programa CATIE-MIP-AF (NORAD)

CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

El Ensayo de Sistemas Agroforestales fue establecido en un área de aproximadamente 9,2 hectáreas en la finca experimental de CATIE, Turrialba, (Coordenadas: 9°53'44" de latitud norte; 83°40'7" de longitud oeste; elevación 600msnm). Para la zona los datos meteorológicos de la estación de CATIE indican los siguientes promedios: precipitación 2651 mm/año, temperatura 21,8°C, humedad relativa de 88% y radiación solar de 16,9 Mj/m². Los suelos se caracterizan como aluviales mixtos, Ultisol e Inceptisol, con texturas entre franco y franco-arcilloso (primeros horizontes). Las propiedades químicas son consistentes, con una camada más fértil que en general va de 10 a 30 cm. La principal limitante encontrada fue la situación de mal drenaje que en las capas más interiores (a partir de los 20 o 30cm) presenta condiciones de redoximorfismo (manchas de oxidación). Con relieve de poco declive el terreno anteriormente estuvo dedicado al cultivo de caña.

Diseño experimental: Esta conformado por siete tratamientos (parcelas principales) de tipos de cobertura superior para el café. Cada parcela esta subdividida en subtratamientos por tipos de manejo y/o insumos. Los siete tratamientos (Cuadro 1) están distribuidos en tres repeticiones. Considerando que los subtratamientos no son de igual número entre parcelas el diseño constituye -se da un factor incompleto.

Cuadro 1. Tratamientos (Cobertura arbórea) y subtratamientos (niveles de manejo e insumos)

SISTEMAS Por Repeticiones ▶	A	B	C	E	F	G	H
Tratamientos Sombra permanente (árboles)	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Poró)	<i>Terminalia amazonia</i> (Roble Coral/ Amarillón)	<i>Chloroleucon eurycyclum</i> (<i>Abarema Idiopoda</i>) (Cashá)	<i>T. amazonia</i> + <i>A. Idiopoda</i>	<i>T. amazonia</i> + <i>E. poeppigiana</i>	<i>A. idiopoda</i> + <i>E. poeppigiana</i>	Pleno Sol
Subtratamie ntos Manejo y Insumos	AC:Alto convencional MC:Medio convencional MO:Medio Orgánico BO:Bajo Orgánico	AC:Alto convencional MC:Medio convencional MO:Medio Orgánico BO:Bajo Orgánico	MC:Medio convencional MO:Medio Orgánico	MC:Medio convencional MO:Medio Orgánico	MC:Medio convencional MO:Medio Orgánico	AC:Alto convencional MC:Medio convencional MO:Medio Orgánico BO:Bajo Orgánico	AC:Alto conven cional MC:Me dio conven cional

Nota: El tratamiento D (maderable no fijador + maderable no fijador) solo existe en el ensayo similar establecido en Nicaragua. Como sombra temporal se sembró en los subtratamientos orgánicos la Higuierilla (*Ricinus sp.*).

Caracterización de niveles de insumos y manejo: para cada diferente tipo de cobertura superior del café en cada parcela se contempla subtratamientos con 4 niveles de insumo y manejo (AC:Alto convencional; MC:Medio convencional; MO:Medio Orgánico; BO:Bajo Orgánico). El subtratamiento AC corresponde a los niveles estándares más altos utilizados pela caficultura en Costa Rica para utilización de insumos químicos y practicas de manejo convencionales. El nivel MC busca reproducir los niveles intermedios de insumos y manejo convencionales. Para los subtratamientos orgánicos se convencionó un nivel de manejo y

aplicación de insumos orgánicos más intenso MO (Medio orgánico) y un manejo e uso de insumos mínimos de BO (bajo orgánico). El término medio orgánico ha generado ciertas dudas de interpretación, en este sentido se aclara que el MO no significa mezcla de manejos convencionales con orgánicos. En este caso “medio” corresponde a un nivel de aplicación intermedia (intensidad y cantidad) de insumos y manejos orgánicos. Aunque no literalmente, se estará por ejemplo buscando mantener la correlación de aportes de nutrientes, vía fertilización, entre los medios orgánicos y medios convencionales. Los requerimientos generales estándares que se buscan están caracterizados para cada nivel en el cuadro 2, sin embargo considerando que no se puede iniciar una comparación entre sistemas convencionales y orgánicos sin antes permitir una transición en las características físicas, químicas y biológicas de un terreno tradicionalmente cultivado con sistemas convencionales, se hizo ajustes que van permitiendo el establecimiento básico del cultivo de café en los dos tipos de manejo. En todo caso los ajustes siempre buscaron mantener una diferenciación entre los subtratamientos.

Cuadro 2. Meta a mediando plazo de niveles de manejo y/o insumos para la comparación de sistemas de producción de café en el ensayo SAF's - Bonilla II – CATIE - Turrialba.

	<i>Bajo orgánico (BO)</i>	<i>Medio orgánico (MO)</i>	<i>Medio convencional (MC)</i>	<i>Alto convencional (AC)</i>
Tipos de enmiendas del suelo	Pulpa de café	Pulpa de café, gallinaza y piedra mineral molida	Fertilizantes químicos	Fertilizantes químicos
Nivel de enmiendas del suelo	Retorno de pulpa sacada en la cosecha	Mayor a los nutrientes sacados en la cosecha	Mayor a los nutrientes sacados en la cosecha	Mucho mayor a los nutrientes sacados en la cosecha
Manejo de enfermedades	No	Aplicaciones foliares de botánicos y biológicos	Uso infrecuente de fungicidas comerciales	Uso calendarizado de fungicidas comerciales
Manejo de plagas insectiles	Pepena post-cosecha*	Aplicaciones foliares de botánicos y biológicos y prácticas manuales	prácticas manuales y uso infrecuente de insecticida comerciales	Prácticas manuales y uso frecuente de insecticida comerciales
Manejo de malas hierbas	2-4 desyerbes manuales. Manejo selectivo menos intenso.	Manejo selectivo con prácticas manuales en la calle y carril limpio	manejo selectivo con prácticas manuales y herbicidas en la calle y carril limpio	Suelo desnudo con herbicidas

*Recolección total de frutos (maduros y verdes) realizada al final de la cosecha.

AVANCES Y APRENDIZAJES DE LA FASE INICIAL

Establecimiento: Las condiciones de sitio con limitantes naturales de drenaje sumadas al histórico de producción con altos insumos y manejo con caña (incluso mecanización pesada) representaron un desafío clave para ubicar el ensayo. El tamaño del ensayo (En total 9 ha de los cuales 6 ha en parcelas y 3 ha de bordes en manejo) y la poca disponibilidad de terrenos en la finca de CATIE limitó las opciones de ubicaciones más adecuadas.

Por otro lado la necesidad de cumplir con el cronograma propuesto condicionó un establecimiento del ensayo con un énfasis en transición. En este sentido muchas actividades de preparación del terreno, principalmente drenaje y control de malezas, se dieron paralela o luego enseguida a la siembra de cafetos y árboles. Así que los niveles de manejo y uso de insumos tanto en sistema orgánico como convencional fueron aplicados a partir de un supuesto básico inicial y reajustados secuencialmente de conformidad con la respuesta del café y al monitoreo de las condiciones ambientales.

Aún considerando la necesidad de seguir ajustando algunos detalles sobre las propuestas de manejo, todas las 21 parcelas del ensayo se encuentran establecidas satisfactoriamente, tanto en relación con los cafetos como con los árboles y la sombra temporal (en los orgánicos).

Información Básica de Apoyo: Como marco inicial de referencia se ha generado una serie de datos que permitirá evaluar el desarrollo de los sistemas. En la parte de suelos se hizo una serie de análisis (químico completo, materia orgánica, CIC, etc.) detallada a nivel de cada sub-parcela. A nivel de los cafetos se efectuaron análisis foliares para determinación de nutrientes. Se hicieron también evaluación de supervivencia de los cultivos, una medición de los árboles, caracterización y monitoreo de malezas. Se cuenta también con un estudio sobre diversidad de especies de hormigas, en particular en los sistemas con poró. Dicho estudio fue una tesis desarrollada por la estudiante de maestría de CATIE Nadiejda Barbera (2001).

1. Características químicas y drenaje de los suelos:

Durante los momentos iniciales del establecimiento se contó con un análisis químico del suelo, hecha en 1999 o sea un año antes del establecimiento (Cuadro 3). Este análisis orientó el primer plan de manejo. Sin embargo un análisis más detallado a nivel de cada una de las 60 subparcelas solo pudo concluirse un año después, principalmente por cuestiones logísticas. Los resultados del análisis químico completo detallado para todas las parcelas fueron hechos con base en muestras de suelo colectadas en el primer año. Dicho análisis confirmó el mismo perfil de fertilización indicado en los resultados históricos de 1999, pero además acrecentó nuevas y relevantes informaciones tales como el valor de acidez, contenido de materia orgánica y azufre, así como las reservas de nitrógeno orgánico total en el suelo (datos de 2001 en Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados análisis químico completo de suelo en el ensayo SAF's en café- CATIE- Turrialba, Costa Rica.

Año	pH	Acidez	Ca	Mg	K	S	P	Cu	Zn	Mn	Fe	N	MO	CICE	CIC	%SAT.Al.	Bases	Mg/K	Ca/K	Ca/Mg	Ca+Mg/K
1999*	5.23	0.68	6.39	1.61	0.70	-	7	6	3.3	93	126	-	-	9.4	--	7.25	8.70	2.32	9.19	3.97	11.51
2001**	5.40	0.56	5.14	1.75	0.39	5.1	8.4	13.4	2.6	77	196	0.31	6.0	7.8	31.9	---	7.28	4.49	13.18	2.94	17.67
Nivel Crítico	5.5 - 6.5	0.3 -1.5	4 -20	1-10	0.2-0.6	20-36	11-20	3-20	3-10	6-50	10-80	0.25-0.50	5-10	5-25	5 -25	10- 30	5 -25	2.5 -5	5 -25	2 - 5	10 - 40

* Análisis hecha un año antes(mayo 1999) del inicio del establecimiento del ensayo cuando el terreno aun estaba bajo cultivo de caña. Análisis de 11 muestras retiradas a 20cm de profundidad.

** Valores promedio de análisis hecha en 60 muestras de suelo recolectadas a 10cm de profundidad entre marzo y abril de 2001.

Las condiciones químicas iniciales a pesar de consistentes con relación a contenidos nutricionales generales, presentaba un suelo muy ácido (pH 5.4), asociado a altos niveles de manganeso y bajos valores de fósforo. El análisis de 1999 no asocia los niveles de acidez con toxicidad de aluminio ya que la saturación de Al encontrada era baja (Cuadro 3). Por otro lado el análisis realizado para muestras de suelo colectadas al inicio del ensayo indicaba un alto contenido de materia orgánica.

Luego de la preparación del terreno (limpieza con tractor agrícola) si efectuó la siembra del café y las primeras lluvias evidenció que el suelo con algún nivel de compactación tenía poca infiltración y en determinadas áreas se encharcó. Las calicatas (7), abiertas para estudio de caracterización del perfil del suelo indicaban una capa friática (nivel del agua) superficial en ciertas áreas, con profundidad promedio de unos 60cm en el período de menor intensidad de lluvias (febrero a abril).

Con el ensayo ya establecido se elabora un plan de manejo que permitiera por un lado diferenciar los distintos niveles de manejo de las parcelas, pero por otro y por las limitantes de sitio indicadas anteriormente se buscaba también homogeneizar las condiciones del terreno buscando elevar un poco el nivel del pH, así como bajar el nivel de la capa friática en las áreas críticas.

Considerando que los contenidos químicos generales eran satisfactorios, lo que pasó explicar los problemas iniciales para establecer los subtratamientos orgánicos era la disponibilidad de estos nutrientes para asimilación de los cafetos. En este sentido por ejemplo un buen contenido de materia orgánica no era suficiente si el suelo es muy ácido y con encharcamientos por problemas de escorrentía superficial y infiltración. En tales condiciones la descomposición de la materia orgánica es muy lenta y la disponibilidad de nutrientes también (Federación Nacional Cafetalera, Colombia, s/f).

Para la corrección del pH se hicieron dos aplicaciones de carbonato de calcio en el carril (banda de fertilización de cafetos), una en el primer año y otra en el segundo año. El monitoreo periódico futuro de la acidez nos indicará la frecuencia y duración de la práctica de encalado. La tendencia es de que los efectos positivos del encalado persista a lo largo de los años, pero el efecto residual dependerá de la evolución del agroecosistema. Se esperaba que en suelos ácidos y en zonas agroecológicas húmedas, principalmente en sistemas de producción muy intensivo, los efectos residuales del encalado sean más cortos (Bertsch, 1988). En este sentido el ensayo permitirá conocer como evolucionará la acidez en cada una de las cuatro opciones e intensidad de manejo (convencionales y orgánicos).

Con relación al control de las limitantes de humedad se llevó acabo un programa de trabajo para mejorar el drenaje primario existente y establecer una red secundaria, principalmente en los bordes de las parcelas afectadas. Al fin del primer año se logró homogeneizar las condiciones y si mejoró el drenaje. Teniendo como referencia las calicatas abiertas en los tres bloques del ensayo, se logró bajar la capa freática a más de 1,30 metros de profundidad. La infiltración y escorrentía son eficientes y ya no hay situación de acumulo de humedad en la superficie.

2. Desarrollo del café:

Entre agosto y octubre de 2000 se hizo la siembra de café en las 6 has de parcelas. En noviembre 2000 se hizo la primera resiembra considerando las pérdidas que hubo en la fase de establecimiento. En los meses siguientes se puso en práctica el plan de manejo, con énfasis en fertilización, control de malezas y mejora del drenaje.

A los 9 meses del establecimiento se hizo la primera evaluación de supervivencia del café. Sin lugar a duda nuestro más grande desafío fue establecer los subtratamientos orgánicos, principalmente en función de las limitaciones de sitio en especial el mal drenaje. A principio los niveles de pérdidas de la siembra fueron bastante elevados, en especial en los bajos orgánicos con promedios entre los tres bloques de alrededor del 30 %, contra un 20% de los medios orgánicos, medio convencionales y alto convencionales. Para el período previo a la primera evaluación de supervivencia no se había avanzado lo suficiente con las medidas de corrección de acidez y drenaje por ello en todas las condiciones de manejo (convencionales y orgánicas) las pérdidas eran considerables. Sin embargo se vio claramente que en las condiciones críticas iniciales los cafetos manejados convencionalmente (insumos químicos) tuvieron pérdidas menores así como mejor desarrollo. En esta fase los subtratamientos orgánicos, en especial los de bajo insumo y manejo, no solo presentaba mayores pérdidas como un desarrollo muy débil, en los primeros 9 meses presentaban pocas hojas y con un amarillento generalizado. El análisis de suelo (Cuadro 3) hecho en el establecimiento del ensayo indicó niveles bajos de fósforo y deficiencia de azufre, lo que probablemente también podría explicar el bajo desarrollo y amarillento de los cafetos manejados orgánicamente.

Por sí sola la fertilización orgánica realizada en los primeros meses (BO = 1kg broza y 0,5kg bocashi/mata; MO = 3kg de broza y 1kg de bocashi/mata) no fue suficiente para contrarrestar las limitantes químicas del suelo. Es muy probable que la baja calidad de las enmiendas orgánicas tenga marcado de alguna manera la respuesta del desarrollo de las plantas. La primera broza utilizada tuvo un alto grado de impurezas (mezcla con tierra) y los análisis del bocashi indicaban que aun con buen contenido general de nutrientes la relación C/N era muy alta lo que pudo haber influido en la disponibilidad de los nutrientes. Por otro lado la cantidad aplicada de abono, principalmente en el bajo orgánico fue muy poca considerando las condiciones iniciales del terrero, en general se indica que solo un 20% de la cantidad total de nutrientes en enmiendas orgánicas están disponibles a las plantas en el primer año de aplicación.

Es importante mencionar que la variabilidad de la calidad de las enmiendas orgánicas en ensayos es un factor clave, por lo tanto el monitoreo por análisis químicos a cada aplicación es procedimiento obligatorio para verificar los aportes de nutrientes.

Con el aporte de las informaciones de la primera evaluación de supervivencia de los cafetos y las observaciones de campo se intensificó los trabajos de mejoría del drenaje y corrección de acidez, además se reajusta la fertilización en el suelo. Por otro lado se intensificó la fertilización foliar en todos los tratamientos, pero siempre manteniendo una gradación entre los niveles AC, MC, MO y BO. El cuadro 4 resume el manejo realizado durante los primeros 18 meses de establecimiento del experimento.

Cuadro 4. Resumen de las prácticas de manejo en ensayo SAF's en café en los 18 primeros meses.

Subtratamientos/ Actividades	AC-ALTO CONVEN.	MC-MEDIO CONVEN.	MO-MEDIO ORGAN.	BO-BAJO ORGAN.
FERTILIZACIÓN	.Una aplicación 40g/mata 10-30-10. Una de 40g/mata de 15-3-31. Una de 50g/mata 18-5-15. Una de 30g/mata y otra 15g/mata de urea. Dos rondas de encalado por carril de café. Foliar Mascafé(Macronutriente quelato), Boro y Zinc una por mes.	.Una aplicación 20g/mata 10-30-10. Una de 20g/mata de 15-3-31. Una de 25g/mata 18-5-15. Una de 15g/mata y otra 7,5g/mata de urea. Dos rondas de encalado por carril de café. Foliar Mascafé(Macronutriente quelato), Boro y Zinc a cada dos meses.	.4kg/mata de broza descompuesta de café fraccionada en 3 aplicaciones. Una de 1kg/mata de bocashi. Una de 1,5kg/mata de pollinaza. Una aplicación de 40g/mata de Kmag. (mineral). Dos rondas de encalado por carril de café. 3 aplicaciones de Boro y Zinc foliar. En los últimos 7 meses dos aplicaciones por mes del foliar Eco-Hum. Una aplicación 10g urea/mata de café.	.2kg/mata de broza descompuesta de café fraccionada en 2 aplicaciones. Una de 0,5kg/mata de bocashi. Una de 1,5kg/mata de pollinaza. Una aplicación de 40g/mata de Kmag (mineral). Dos rondas de encalado por carril de café. 3 aplicaciones de Boro y Zinc foliar. En los últimos 7 meses dos aplicaciones por mes del foliar Eco-Hum. Una aplicación 10g urea/mata de café.
CONTROL MALEZAS	1 deshierba con sacada rebrote caña. 8 aplicación de herbicidas. 4 parchoneos de gramíneas con herbicidas. 2 chapeas generales. 1 chapea de calle. 1 rodaja al cafeto. 3 Rodajas a los árboles.	1 deshierba con sacada rebrote caña. 7 aplicaciones generales de herbicida. 1 aplicación de herbicida en carril. 5 parchoneos de gramíneas con herbicidas. 3 chapeas. 3 chapeas de calle. 1 rodaja al cafeto. 3 Rodajas a los árboles. 1 parchoneo en ciperáceas con herbicida (bl 2).	2 deshierbas con sacada rebrote caña. 1 aplicación. Herbicida Bl 3. 2 parchoneos de gramíneas con herbicidas (bloque 2). 10 chapeas totales (c carril ancho, cobertura calle baja). 1 chapea de carril. 2 chapeas de calle. 2 paleas en carril ancho. 6 rodajas al cafeto. 4 Rodajas a los árboles. 1 rodaja de la sombra temporal (higuerilla).	2 deshierbas con sacada rebrote caña. 10 chapeas totales (carril angosto, cobertura calle alta). 1 chapea de carril. 2 chapeas de calle. 2 paleas en carril angosto. 6 rodajas al cafeto. 4 Rodajas a los árboles. 1 rodaja de la sombra temporal (higuerilla). 3 parchoneos de gramíneas con herbicidas (bloque 2y3).
RESIEMBRAS	3 resiembras de cafetos. 3 resiembras de arboles.	3 resiembras de cafetos. 3 resiembras de arboles.	3 resiembras de cafetos. 3 resiembras de arboles y 2 de sombra temporal higuerilla.	3 resiembras de cafetos. 3 resiembras de arboles y 2 de sombra temporal higuerilla.
CONTROL SANITARIO	3 aplicaciones de mirex en bordes externos para control las zompopas.	3 aplicaciones de mirex en bordes externos para control de zompopas.	2 aplicaciones de Omitox en bordes externos para control de zompopas.	2 aplicaciones de Omitox en bordes externos para control de zompopas.
PODAS	3 podas de formación Cashá. 1 poda formación Roble Coral. 3 arreglos de sombra de poró. 1 poda de formación del cafeto (solo 2 ejes).	3 podas de formación Cashá. 1 poda formación Roble Coral. 3 arreglos de sombra de poró. 1 poda de formación del cafeto (solo 2 ejes).	3 podas de formación Cashá. 1 poda formación Roble Coral. 3 arreglos de sombra de poró. 1 poda de formación del cafeto (solo 2 ejes). 2 arreglos de sombra temporal (higuerilla).	3 podas de formación Cashá. 1 poda formación Roble Coral. 3 arreglos de sombra de poró. 1 poda de formación del cafeto (solo 2 ejes). 2 arreglos de sombra temporal (higuerilla).
CORRECCION DRENAJE	Profundización de zanjos primarios fuera de las parcelas con maquinaria. Zanjos secundarios y terciarios con pala en bordes del ensayo.	Profundización de zanjos primarios fuera de las parcelas con maquinaria. Zanjos secundarios y terciarios con pala en bordes del ensayo.	Profundización de zanjos primarios fuera de las parcelas con maquinaria. Zanjos secundarios y terciarios con pala en bordes del ensayo.	Profundización de zanjos primarios fuera de las parcelas con maquinaria. Zanjos secundarios y terciarios con pala en bordes del ensayo.

Las medidas de corrección del suelo y reajuste en el manejo para todos los subtratamientos conllevaron cambios positivos importantes al completar un año del establecimiento. Se hicieron análisis foliares de los cafetos y se confirmaba lo que la observación de campo revelaba. Los contenidos de nutrientes eran satisfactorios, lo que explicaba el mejor desarrollo de los cafetos y más intensidad del color verde de las hojas. Para los orgánicos se

hicieron ajustes de fertilización para elevar un poco los contenidos de calcio y magnesio, así como para los convencionales se hizo aplicación de zinc. Al inicio del segundo año se complementa la fertilización en los orgánicos con Kmag (origen mineral) y pollinaza procesada. Se hizo el segundo encalado general y también se mantuvo la rutina de fertilización foliar en orgánicos y convencionales. Durante la fase de ajuste de programas de fertilización se manejó un concepto de transición mínima con los tratamientos orgánicos, en este sentido en el mes 14 del establecimiento buscando dar consistencia a los orgánicos, principalmente los bajos, se aplicó una única dosis de urea (Cuadro 4) cuando en este período todavía era evidente el amarillento de las hojas en los orgánicos.

El análisis foliar, como era de esperar por los contenidos del suelo, indicaron también altos niveles de hierro en todas las parcelas muestreadas. A este respecto sin embargo las referencias indican que el café es bastante tolerante a altas concentraciones de hierro (Kass, 2001).

Precisamente a los 18 meses de existencia del ensayo todas las parcelas se encuentran debidamente establecidas y el café de manera general con niveles muy satisfactorios de supervivencia y desarrollo. Sin embargo los tratamientos orgánicos ameritan un seguimiento particular. En especial algunas parcelas de bajos orgánicos que aún cuenta con un desarrollo limitado.

Un aspecto importante a considerar esta en el hecho de que el establecimiento de cafetales orgánicos desde un inicio o sea a partir de siembra nueva no es una práctica común. Particularmente se buscó conocer cafetales de siembra nueva totalmente orgánicos y no se encontró referencias para Costa Rica, donde los cafetales orgánicos en general son cafetales convencionales que fueron sometidos a transición orgánica.

Ha sido todo un éxito el hecho de haber podido garantizar el rescate de los subtratamientos orgánicos en el ensayo, sin embargo es fundamental reajustar las propuestas de manejo para los niveles MO y BO a fin de cumplir con los propósitos de largo plazo del estudio.

2. Caracterización y manejo de malezas:

El objetivo del manejo de hierbas en los cuatro niveles de insumos en las subparcelas del ensayo de sistemas de café es:

- a) **Alto Convencional:** mantenimiento de la calle y el carril libre de toda hierba con métodos químicos y desbujos manuales;
- b) **Medio Convencional:** mantenimiento de carril amplio libre de hierbas con métodos manuales y químicos, así como manejo selectivo intensivo de hierbas en la calle para cobertura conservacionista con métodos químicos y manuales;
- c) **Medio Orgánico:** mantenimiento de carril amplio libre de hierbas con métodos manuales y manejo selectivo intensivo de hierbas en la calle para cobertura conservacionista con métodos mecánicos y/o manuales;
- d) **Bajo Orgánico:** mantenimiento de carril angosto libre de hierbas con métodos manuales y manejo selectivo poco intensivo en la calle para cobertura conservacionista con métodos mecánicos y/o manuales.

En el manejo de malezas si ha podido consolidar plenamente la diferenciación de tipos de manejo para los subtratamientos. La rutina ya está establecida en campo y se verifica claramente los propósitos planteados inicialmente. Un primero paso importante para el trabajo fue la caracterización de las principales malezas existentes en el terreno. En el Cuadro 5 se resumen la lista de especies encontradas y la caracterización utilizada para fines del programa de control.

Cuadro 5. complejo de malezas predominantes en ensayo de sistemas en café -CATIE- Turrialba.

Nombre Común	Nombre científico	Categoría de maleza(*)
1. Lechuguilla, pincel	Emilia sp.	CA
2. Canutillo	Commelina diffusa	Cang.
3. Mielcilla(compositae)	Galinsoga ciliata (Raf.)	CA
4. Chiquizá	Borreria sp.	CA
5. Dormilona	Mimosa pudica	CA
6. Mielecilla	No identif.	CA
7. Cyperus sp.	Hay 4 sp. Diferentes	MH
8. Berrillos	Cardamine bonariensis	CA
9. Churrystate	Bejuco(No identificado)	MH
10. Mata palo	Cassia tora L.	CA
11. Juan parado	Gnaphalium americanum	CA
12. Pata de gallina	Eleusine indica	PH
13. -----	Echinochloa crusgallis	PH
14. Caña de azúcar	Saccharum officinarum	PH
15. Zacate amargo	Paspalum sp.	PH
16. Cansa gente	Digitaria sp.	PH
17. Cola de gato	Nombre científico. No identificado.	HA
18. Palo de agua	Nombre científico. No identificado.	HA
19. Zacate guinea	Panicum máximo	PH
20. Escobilla	Sida sp.	MH
21. Sorosí, meloncillo	Momordica charantia L.	CA
22. Tuetia	Nombre científico. No identificado	CA
23. Mucuna	Nombre científico. No identificado	CA
24. -----	Flia. Solanacea	CA
25. Pasto bermuda, grama	Cynodon dactylon	PH
26. Verdolaga	Portulaca oleracea	CA
27. Falta N. Com.	Eclipta alba H.	CA
28. Bambiziño	Setaria guiculata	PH

(*) PH: Peor hierba; MH: Mala hierba; Cang: Cobertura angosta; CA: Cobertura ancha.

4.Desarrollo y manejo de sombra permanente y temporal:

Las tres especies de sombra permanente seleccionadas cumplen cada una con un papel determinado en la estrategia del ensayo. El Poró (*Erythrina poeppigiana*) es el árbol de servicio o sea el que además de la sombra aporta materia orgánica y fija nitrógeno, pero sin generar otros productos. El Poró es la sombra principal de los cafetales en Costa Rica. El Roble Coral/Amarillón (*Terminalia amazonia*) fue el árbol maderable de alto valor comercial y no fijador de nitrógeno seleccionado, su presencia en cafetales es poco estudiada sin embargo está presente en cafetales de la zona sur del país. El Cashá (*Chloroleucon euryciclum*) es el otro árbol de valor comercial que se encuentra en el ensayo. El Cashá es un fijador de nitrógeno nativo de los bosques de la zona atlántica de Costa Rica. Está presente en sistemas agroforestales de Talamanca pero no se reporta su presencia en cafetales, por lo que su existencia en el ensayo podría aportar conclusiones importantes sobre su posible importancia en sistemas diversificados con café.

Los árboles cumplieron 12 meses de establecidos en octubre de 2001 y presentaron valores satisfactorios de supervivencia y desarrollo (Cuadro 6), confirmando su adaptabilidad a las condiciones del terreno. El Roble Coral tiene un crecimiento muy vertical con una copa comportándose en la fase inicial muy fácil de manejo y asocio con café. Con relación al manejo dicha especie ha requerido cuidados especiales por el ataque de zompopas en determinadas áreas. El Cashá con un desarrollado también bueno presenta una copa más abierta, aunque que no cerrada. A nivel de manejo requiere poda de formación desde temprano afín de ir elevando su copa y dando formación al tronco.

Cuadro 6. Promedios medición de árboles a los 12 meses- Ensayo SAF's en Café - CATIE-Turrialba.

Parcelas → Parámetros ▼	ROBLE CORAL				CASHÁ		ROBLE C.#/CASHÁ*		ROBLE C./PORÓ		CASHÁ / PORÓ			
	AC	MC	MO	BO	MC	MO	MC	MO	MC	MO	AC	MC	MO	BO
Altura (cm)	91	79	81	76	89	86	# 86	90	100	88	77.5	81	98	95
							* 80	103						
D.base (cm)	1.8	1.6	1.6	1.4	2.5	2.4	# 1.7	1.6	1.9	1.6	2.1	2.4	2.8	2.8
							* 2.4	2.9						
Supervivencia (%)	100	100	100	98	98	97	# 95	100	100	97	92	100	100	100

Nota: No se tomaron mediciones de los árboles de Poró, pues fueron sembrados en estaca y su manejo es diferente, así que en las parcelas que aparece Poró los datos del cuadro corresponde a la otra especie asociada.

El Poró que fue sembrado en estaca tuvo un comportamiento notable con relación a la formación de sombra y aporte de materia orgánica. A los seis meses de sembrados los porós ya brindaba sombra y a los once meses fue necesario la primera intervención para arreglar el nivel de sombra. Como observación particular se verificó que aun siendo el Poró una especie tolerante a humedad la siembra en estaca tuvo limitantes en áreas con problemas de drenaje, más que todo por la pudrición de las estacas. A la medida que se avanzó la corrección de los problemas localizados de exceso de humedad la resiembra de Poró fue exitosa.

Por su parte la sombra temporal de Higuierilla (*Ricinus sp*) para los subtratamientos orgánicos fue establecida en el mes ocho después de la siembra del café. Aún con orientaciones previas sobre la necesidad de la sombra temporal al inicio de la siembra de café, la magnitud de trabajos en el ensayo principalmente asociada primero a la demarcación y siembra de cafés y árboles, enseguida la corrección del drenaje y manejo de malezas postergaron el momento de siembra temporal. En este sentido la decisión no fue acertada una vez que en los tratamientos orgánicos el requerimiento de sombra temporal fue muy evidente en las condiciones del sitio. A los seis meses después de la primera siembra de Higuierilla ya se contaba con sombra temporal en la mayoría de las parcelas orgánicas, lo que contribuyó para la consolidación de las condiciones iniciales para establecimiento de las diferentes propuestas de manejo. En áreas puntuales del terreno durante la fase de establecimiento la Higuierilla demostró ser susceptible a problemas de humedad del suelo y competencia por malezas.

¿Que hubiéramos hecho de diferente con los subtratamientos orgánicos? : en las condiciones de sitio que encontramos y con el aprendizaje acumulado pasamos a seguir a comentar lo que consideramos serian procedimientos de manejo más adecuados para el establecimiento de cafetales orgánicos, evidentemente desde el punto de vista de criterios meramente técnicos para una siembra nueva.

1. Preparación previa a la siembra del café

A. Corrección del drenaje: Como ya es conocido el café es susceptible a terrenos con limitaciones de drenaje, esta característica cobra mayor importancia se hablamos de café orgánico. En el ensayo fue evidente que los subtratamientos convencionales (AC, MC) en cierta medida presentaron un desarrollo aceptable en terrenos mal drenados, no así los subtratamientos orgánicos que si pasaron a responder mínimamente a la medida que se avanzaba con la corrección de los problemas de drenaje. En este sentido la orientación para siembras de café orgánico en terrenos con exceso de humedad presupone un trabajo previo para corrección del drenaje;

B. Inicio de la fertilización: Los suelos con limitantes químicas y físicas y/o degradados ameritan una atención especial en su recuperación para producción orgánica de café, principalmente con el supuesto de que no se dispondría de mejores terrenos para su establecimiento. En este caso la fertilización con enmiendas orgánicas deben iniciar bien antes de la siembra del café, quizás un año antes, con el propósito de mejorar las condiciones de estructura, química y biología de los suelos;

C. Establecimiento de sombra permanente y temporal: A principio del establecimiento del ensayo solo se contemplo la siembra de los árboles. Considerando que dicha siembra se hizo luego después de la siembra del café, los subtratamientos orgánicos inicialmente estuvieron bajo fuerte exposición solar hecho que acentuó las condiciones de estrés a los cafetos. Buscando remediar dicha situación se estableció en el octavo mes una sombra temporal de higuierilla. El desarrollo relativamente rápido de la sombra de los porós (sembrados en estaca) y de la higuierilla contribuyeron a mejorar las condiciones de los cafetos orgánicos. Idealmente hablando tanto la sombra permanente como la sombra

temporal deberían ser sembradas con bastante anticipación a la siembra del café, ojalá un año antes para los árboles y mínimo unos 6 meses para la Higuierilla;

D. Supresión de malezas: la siembra en áreas abiertas favorece enormemente la salida de malezas, en especial las peores hierbas como gramíneas. Particularmente las condiciones del terreno y la ausencia de una sombra previa exigieron un intenso manejo mecánico para consolidar los subtratamientos orgánicos. En los orgánicos la competencia de las malezas es factor crítico. La supresión de malezas debe estar incluida o iniciar en la preparación previa del terreno, en este sentido tanto favorece el establecimiento previo de sombra permanente y/o temporal, pero también prácticas selectivas mecánicas o químicas (manejada con criterio) para suprimir malezas indeseables como para favorecer hierbas de cobertura benéficas;

E. Preparación de vivero de café: seleccionar bien la variedad y semilla de buena calidad que se piensa utilizar y sobre todo garantizar el desarrollo de un buen vivero con manejo orgánico. Según nuestra experiencia en la fase de establecimiento el vivero debe ser hecho en bolsa para la siembra orgánica, una vez que el sistema de almácigo para siembra en raíz desnuda demostró ser muy susceptible explicando en parte el porcentual elevado de pérdidas en la primera siembra. En microparcels de observación se sembró con plántulas en bolsa, la comparación entre los dos sistemas evidenció que en las condiciones de siembra orgánica nueva la supervivencia y desarrollo del café fue bien mayor en los cafetos sembrados en bolsa.

2. Establecimiento del cafetal:

Tomado los cuidados previos indicados anteriormente, y en las condiciones similares a las encontradas en el terreno del ensayo se recomendaría dos cuidados complementarios básicos a la hora de la siembra y en los momentos de futuro manejo:

A. Fertilización orgánica: en el tema de la fertilización también pudimos aprender mucho y reafirmar algunos conocimientos. Un suelo con buenas referencias de fertilidad en base a análisis de suelo no debe ser el parámetro principal para orientar una fertilización inicial de un cafetal orgánico. Los antecedentes de mecanización y cultivo intensivo de caña son indicativo de problemas importantes cuanto a compactación y supresión de la actividad biológica del suelo. La fertilización orgánica no puede tampoco basarse en la pura referencia de contenidos de nutrientes en comparación con los fertilizantes sintéticos. Los ajustes en la fertilización orgánica fueron condición clave en la recuperación de los subtratamientos orgánicos del ensayo, en particular de los medios orgánicos. Como procedimiento más apropiado la fertilización orgánica debería también empezar antes de la siembra del café afín de potencializar el proceso de activación de la biología del suelo. Por otro lado, a partir de la siembra en la fertilización orgánica los requerimientos de volúmenes de abono deben ser considerables, principalmente para terrenos con limitantes, para poder crear así las condiciones deseadas. La combinación de enmiendas orgánicas puede resultar muy positiva tanto por facilidad de obtención como por complementariedad de aporte nutricional. La utilización de abonos orgánicos de origen animal como la pollinaza resultó ser muy positivo con relación a la respuesta obtenida en campo.

B. Manejo de maleza: con el establecimiento previo de la sombra (permanente y temporal) la intensidad de control de malezas será bien menor al momento del establecimiento de cafetales. Sin embargo hasta el desarrollo pleno de los cafetos es indispensable garantizar en siembras orgánicas la rodaja (limpia alrededor del la mata) periódica y de manera a no mover la tierra, pudiendo dejar las malezas eliminadas como una cobertura muerta (desde que no sea zacates que se reproduce fácilmente vegetativamente). Además se debe mantener el carril (línea de cafetos) con un corte muy bajo y con un ancho considerable (50 o 75cm de cada lado) y la calle con buena cobertura. Si no si tiene buenas coberturas en la calle se deben manejar las malezas a una altura no superior a 20cm.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA:

Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo ACCS - CIA. 163p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Interpretación de análisis de suelos - Fundamentos para la recomendación de fertilizantes. 42p.

Haggar, J.; Staver, C.; de Melo, E. 2001. Sostenibilidad y sinergismo en sistemas agroforestales con café: estudio de interacciones entre plagas, fertilidad del suelo y árboles de sombra. *Agroforesteria en las Américas* 29:49-51.

Kass, D. Comunicación personal. 2001.