

SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFE (*Coffea arabica*) CON LAUREL (*Cordia alliodora*)
Y CAFE CON PORO (*Erythrina poeppigiana*) EN TURRIALBA, COSTA RICA.

II PRODUCCION AGRICOLA, MADERABLE Y DE RESIDUOS VEGETALES¹ /

J. HEUVELDOP*, L. ALPIZAR**, H.W. TASSBENDER***, G. ENRIQUEZ****, H. FOLSTER**

Summary

The harvest of coffee (*Coffea arabica*) in association with laurel (*Cordia alliodora*) or poró (*Erythrina poeppigiana*) was measured annually between 1979 and 1984 in the "Experimento Central" of CATIE, Turrialba. The accumulated values for 5 years were 9 436 and 12 897 kg/ha (dry weight) respectively. The laurel trees also regularly measured and at age 7 had attained an average height of 14.7 m with an average diameter (d.b.h.) of 30.3 cm, giving a total stem wood volume of 90 m³/ha. Both coffee and wood production rates are high.

Natural litterfall were studied between November 1981 and October 1984. Annual totals were (kg/ha/a) Coffee with *Cordia* 7 420; Coffee with *Erythrina* 8 847.

The residues resulting from the pruning of the poró are very high, reaching together with natural litterfall in the system coffee with *Erythrina* a total production of 20 t/ha/a. The rate of decomposition of organic residues was exponentially correlated with time. The residues from the coffee-poró system decompose more rapidly than of coffee-*Cordia*.

Introducción

En los sistemas de producción agroforestales se propone aumentar y optimizar las cosechas, disminuyendo sus variaciones en el tiempo manejando los insumos de producción y seleccionando las especies y en cierto grado manejando los factores abióticos (1, 11, 12, 17).

En estos sistemas es necesario conocer no sólo las reservas orgánicas y minerales involucradas en las diferentes especies consideradas (1, 2, 9) sino también la exportación del sistema por medio de las cosechas.

La producción y descomposición de los residuos vegetales es el eslabón que une los factores bióticos y abióticos del sistema por medio de la descomposición de los residuos; en los procesos de humificación y mineralización se producen sustancias húmicas y elementos nutritivos que son incorporados al suelo, en donde quedan disponibles para su reutilización (7). La sucesión es el cambio de la estructura y de las funciones que sufre el ecosistema con el paso del tiempo y que lo conduce a una maximización de los recursos disponibles.

Con base en los resultados obtenidos en el Experimento Central del CATIE en Turrialba se ha informado de los valores de la biomasa y las reservas de elementos nutritivos acumulados en los sistemas agrofo-

¹ Recibido para publicación el 12 de febrero de 1985.
* Coordinador del Proyecto Agroforestal CATIE/CTZ, Turrialba, Costa Rica.

** Estudiante graduado y profesor de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Göttingen, República Federal de Alemania.

*** Profesor de la Facultad Técnica Forestal, Göttingen, República Federal de Alemania.

**** Experto en cacao, Departamento de Producción Vegetal, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

restales café con laurel y café con poró (1). En este artículo se presentarán detalles sobre la producción de café y de madera del laurel, así como de la producción de residuos vegetales y su descomposición

Materiales y métodos

Cosechas del café

El café se cosechó desde noviembre de 1979 hasta junio de 1982. Se determinó el peso de los frutos maduros por planta y el peso fresco total de los frutos por planta, diferenciando el borde y la parcela efectiva. Posteriormente a junio de 1982 solamente se anotó el peso fresco total de los frutos por parcela.

Para calcular los datos de la cosecha se sumó por parcela y por año la producción en frutos completos de 112 cafetos que representan la parcela efectiva. Para cada repetición se obtuvo la producción en kg por árbol por año la que se multiplicó por 5 000 que es la densidad de plantas por ha, para obtener los kg/ha/a de café, en peso fresco.

Del 8 de setiembre de 1981 al 24 de junio de 1982 de cada cosecha se extrajo por parcela una muestra de unos 200 g de frutos, se secaron en una estufa con aire forzado a 70°C. Una vez obtenido el peso seco, las muestras de un mismo tratamiento se mezclaron mensualmente y se pasaron por un molino Willey con malla No 40. Con el valor de la humedad de las muestras se pudo entonces calcular la producción de materia seca.

Producción de madera de laurel

El diámetro a la altura del pecho (DAP) y las alturas (h) de todos los árboles de laurel en las parcelas con café se midieron en octubre 1978, febrero 1979, octubre 1979, mayo 1980 (19), febrero y noviembre 1982, junio y noviembre 1983 y diciembre 1984. En función de ello se calculó el incremento anual maderable de los tallos tanto en diámetro como en altura.

En julio 1981 se realizaron raleos y la madera extraída se consideró también como parte de la producción maderable. El raleo de tres árboles por parcela es equivalente a 93 árboles por hectárea.

Determinación de la producción natural de residuos vegetales

La hojarasca natural se recolectó en trampas colocadas en las parcelas No. 36 (café + laurel) y No. 37 (café + poro). Por parcela se colocaron 6 trampas con marco de madera (de 1 m de lado y 10 cm de alto) y con fondo de malla fina de fibra de vidrio a una altu-

ra de 10 cm del suelo. Las recolecciones se iniciaron en noviembre de 1981 y concluyeron en octubre de 1984. Tres de las trampas se ubicaron a lo largo de una hilera de árboles de laurel y las 3 restantes a lo largo de 2 hileras de cafetos. Las muestras se recolectaron cada 7 días y en forma individual, para las 12 trampas, separándolas en los diferentes componentes de hojas, ramas, frutos (café) hojas y peciolos (poró) y anotando los pesos frescos de cada uno de los compartimientos. Las flores de café y laurel se incluyen en el compartimiento de las hojas. Las muestras se secaron en una estufa a 70°C y se pasaron por un Molino Willey con malla No. 40 para determinar los contenidos totales de N, P, K, Ca y Mg.

Para el N total se utilizó el método Microkjeldahl (16). Para P, K, Ca y Mg se realizó una digestión nitroperclórica; el fósforo se determinó colorimétricamente, el potasio, calcio y magnesio se determinaron por espectrometría de absorción atómica (6).

Determinación de la descomposición de los residuos

La descomposición de los restos vegetales se estudió con muestras de 200 gramos de hojas frescas en cajas de madera (50 x 10 cm, tamiz plástico de 1 mm de malla) las cuales fueron expuestas durante 1, 2, 4, 6, 8, 10 y 12 meses en el suelo de la parcela. La mezcla de 200 g de hojas tenía la proporción de los residuos vegetales producidos en el primer año de estudios: Café 78 g/laurel, 122 g; café 144 g/poró 56 g.

Después del secado (105°C, 24 horas) se determinó el peso seco para calcular la tasa de descomposición.

Resultados y discusión

Producción de café

Los datos de cosecha de café por parcela se presentan en el Cuadro 1. Se nota que la producción de café bajo la sombra del laurel no sólo es inferior a la de café bajo poró, sino que incluso disminuye año tras año y no es sino hasta el cuarto año de cosecha que sufre un incremento inesperado, que incluso supera mucho a la producción promedio de ese año y de todos los años anteriores bajo poró. Es muy probable que el aumento súbito en la producción del sistema con laurel se haya debido a una respuesta del cafeto al raleo de laurel que se realizó en junio de 1981, de 278 árboles por ha a 185 árboles por ha. En el quinto año de cosecha las cosechas de ambos tratamientos disminuyeron notablemente en comparación con los años anteriores. Ello se debió sin duda al manejo del

Cuadro 1. Producción de café en los sistemas agroforestales café con laurel y café con poró.

Tratamiento	Café + Laurel		CV
	\bar{x}	s	
COSECHA FRESCA (kg/ha) 13 nov. 79 al 7 oct 1980	4 431	1 754	40
7 oct 1980 al 8 set. 1981	3 816	242	6
22 set. 1981 al 21 jun 1982	2 389	307	13
22 set. 1982 al 14 feb 1983	16 736	3 386	20
30 ago. 1983 al 23 ene 1984	3 067	1 439	47
1979-1984 Total		30 439	
HUMEDAD (%)		69.0	
COSECHA SECA (kg/ha) 1979-1984		9 436	
Tratamiento	Café + Poró		CV
	\bar{x}	s	
COSECHA FRESCA (kg/ha) 13 nov. 79 al 7 oct. 80	5 103	696	14
7 oct. 80 al 8 set. 81	11 873	2 564	22
22 set. 81 al 21 jun. 82	9 776	2 508	26
22 set. 82 al 14 feb 83	11 338	1 207	11
30 ago. 83 al 23 ene. 84	3 628	875	24
1979-1984 Total		41 719	
HUMEDAD (%)		69.1	
COSECHA SECA (kg/ha) 1979-1984		12 891	

experimento, las cosechas del café se realizaron cada tres semanas, resultando una gran pérdida de granos maduros, como se verá en el acápite sobre producción de residuos vegetales

Aunque los datos de rendimiento del presente experimento no se prestan para hacer comparaciones definitivas, debido a que las plantas de café todavía se consideran jóvenes, si se comparan algunas producciones de café, se notará que en principio la combinación café con leguminosa siempre presenta las mayores producciones, mientras que las combinaciones café con laurel presentan diferencias marcadas en su

rendimiento para los años en estudio. No se descarta la posibilidad de lograr buenas producciones, vale la pena aclarar que la forma de manejo que reciben tanto el cultivo como la sombra juega un papel esencial para lograr buenas cosechas. Se espera obtener conclusiones más definitivas conforme los cultivos vayan entrando en su fase culminante de producción con el paso de los años.

A pesar de que es difícil dar una explicación integral y detallada de cómo los árboles de sombra afectan positiva o negativamente el rendimiento del cafeto debido a lo complejo de las interacciones existentes para cada sistema, se puede al menos resaltar los siguientes aspectos de la sombra (aunque no son los únicos) (5, 15, 22, 24)

- La sombra permanente del laurel en comparación con la sombra regulada del poró puede disminuir la cantidad de luz disponible que llega al cafeto, siendo afectada por un lado la producción de materia seca del cafeto, sobre todo en la biomasa foliar, y por otro lado el proceso de floración, número de nudos y diferenciación de yemas por nudo lo que, como consecuencia, redundaría en una menor producción del grano.
- La sombra del laurel recircula una cantidad menor de nutrimentos que la sombra del poró, afectándose así elementos tan importantes como el N y K.
- La sombra del laurel, en comparación con la del poró, puede haber ocasionado una utilización ineficiente de las dosis aplicadas de fertilizante, por parte del cafeto.
- Por último, no se descarta la posibilidad de una mayor competencia radical en el sistema con laurel que en el sistema asociado con poró.

Los coeficientes de variabilidad de las cosechas por parcelas, calculadas para cada uno de los años (Cuadro 1), son muy notables, oscilando entre el 6 y 40%, a pesar de que se trata de una plantación nueva y bajo control experimental.

Las cosechas obtenidas en los dos últimos años son bastante elevadas al compararlas con otros valores de la literatura de Costa Rica (5, 8, 9, 18) y El Salvador (22). Estas comparaciones son sin embargo, muy relativas ya que se trata de diferentes cultivares, bajo diferentes sombras con diferentes edades y densidades de siembra y en sitios diferentes.

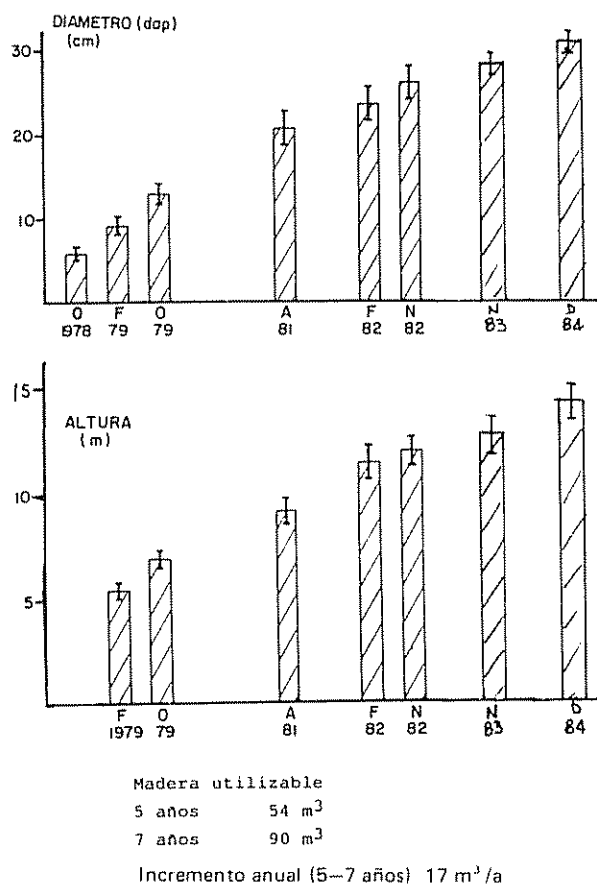


Fig. 1. Incremento del diámetro y la altura de los árboles de laurel.

Producción maderable del laurel

El raleo del laurel realizado en julio de 1981 fue de 10.1 m³/ha de madera (equivalente a 4 450 kg materia seca por hectárea).

En la Figura 1 se presenta la continuación de las mediciones de altura y de diámetro (DAP) de los árboles de laurel, iniciados por Remijn y Wilderink (19). En noviembre de 1982 los árboles de laurel asociados con café alcanzaron un promedio un DAP de 25.9 cm y una altura promedio de 11.9 m. Los valores correspondientes para diciembre de 1984 fueron 30.3 cm y 14.7 m respectivamente. Los incrementos anuales del diámetro disminuyen lógicamente de año en año en este bosque joven, sin embargo, alcanzaron los diámetros 3.4 y 1.4 cm/a en 1982 y 1984 respectivamente. Para las alturas los valores respectivos son de 0.7 y 0.6 m/a. Los valores de madera en pie (1982: 54.1 m³/ha, 1984: 90 m³/ha) son altos en comparación con otros encontrados en la literatura (3, 4, 14, 20). Esto puede deberse al buen manejo experimental de los árboles, así como al posible aprovechamiento de los fertilizantes aplicados a los cultivos.

Producción de residuos vegetales naturales

En el Cuadro 2 se presentan los valores anuales de la producción de residuos de los sistemas en estudio; los valores mensuales correspondientes al sistema café con poró se pueden observar en las Figuras 2 y 3.

El sistema café con laurel presenta una producción promedio anual de 7 420 kg materia seca por hectárea de la cual las hojas de café contribuyen con un 28.4% y las del laurel con un 48.6%. Esto es explicable por la caducifolia total del laurel en la época seca del año. Las cantidades anuales registradas han aumentado gradualmente (1er año 3 124, 2do año 3 675 y 3er año 4 010 kg/ha) en función del crecimiento gradual de las copas de los árboles.

Como se ve en la Figura 2 la producción de residuos naturales del poró es afectada notablemente por el manejo de las podas. En los primeros meses después de la poda se forman las ramas y hojas nuevas que lue-

Cuadro 2. Producción de residuos naturales en los sistemas agroforestales estudiados (kg/ha/a):

	CAFE			LAUREL	
	Hojas	Ramas	Frutos	Hojas	Ramas
1 año	1 980	45	416	3 124	138
2 año	1 981	321	471	3 675	1 130
3 año	2 364	641	683	4 010	1 282
Promedio	2 108	336	523	3 603	850
	CAFE			PORO	
	Hojas	Ramas	Frutos	Hojas	Ramas
1 año	4 382	320	953	1 731	212
2 año	3 903	587	1 354	4 116	903
3 año	2 311	347	1 003	3 578	842
Promedio	3 532	418	1 103	3 142	652

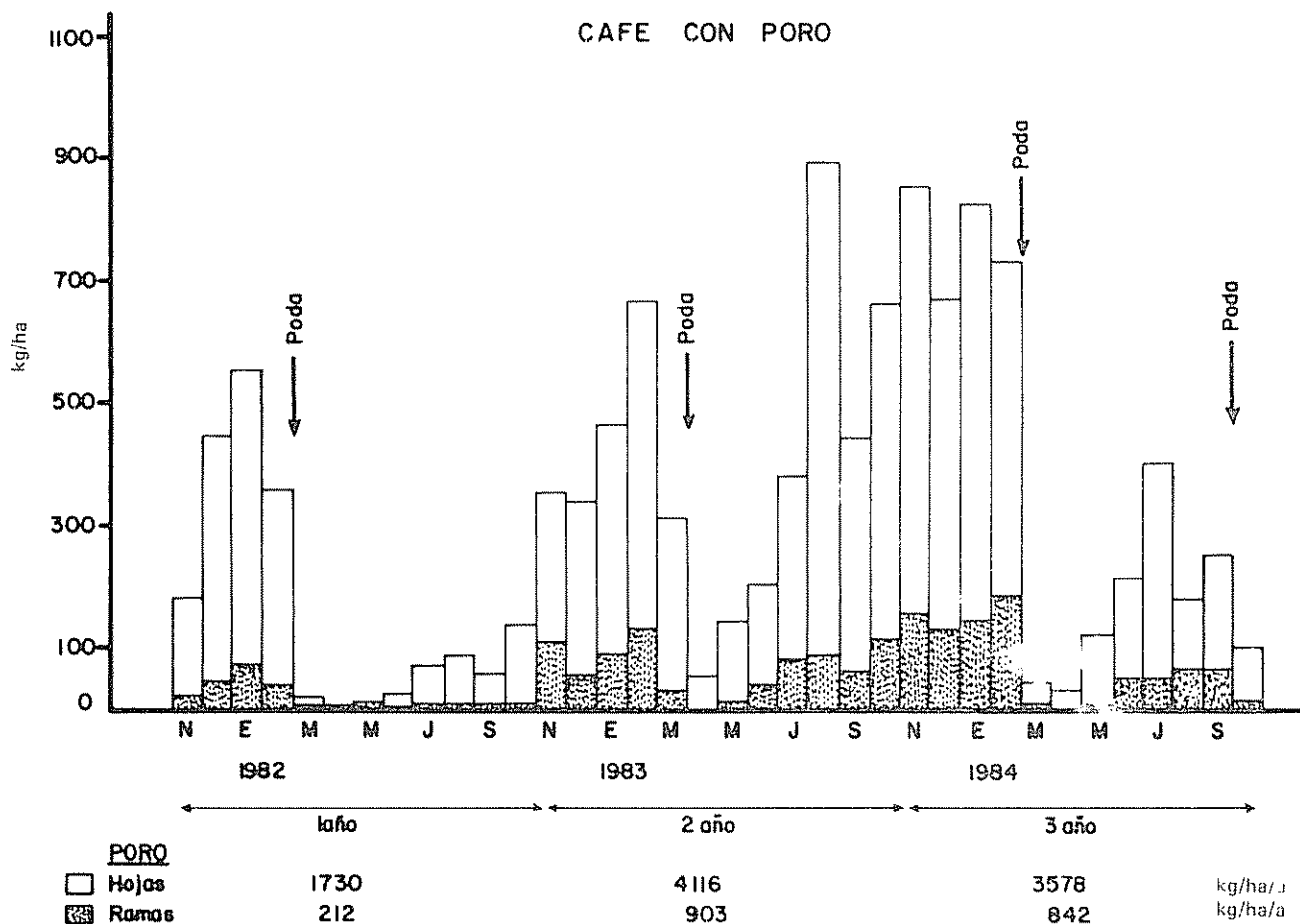


Fig 2. Producción de residuos vegetales naturales del poró, en combinación con café

go pasan a la producción hojarasca. Los valores son sin embargo altos, correspondiendo a un total de 1 942, 4 319 y 4 420 kg de materia seca por hectárea en los tres años sucesivos de estudio. Estos valores no son congruentes y son difíciles de interpretar ya que las épocas entre podas no han sido fijas. Sólo una medición a largo plazo puede dar valores comparables y representativos.

La producción de residuos de los arbustos de café fue más homogénea en el transcurso de los 3 años de estudio, especialmente en las hojas. Los valores anuales correspondientes a asociaciones con laurel fueron 1 980, 1 981 y 2 364 kg/ha. En la Figura 3 y en el Cuadro 2 se observa una participación elevada de los frutos del café en los residuos, especialmente en los meses de maduración de octubre a enero.

Los valores de producción de hojarasca encontrados en este estudio son más bajos que los encontrados por Glover y Beer (10) y por Russo (21) para las condiciones de Turrialba, en cafetales de mayores

edades asociados con *Erythrina poeppigiana* y *Cordia alliodora*. En asociaciones de café con *Inga* sp. también se han obtenido valores más altos de producción de residuos en México (2, 13, 23).

En cuanto al patrón fenológico, si bien la caída principal de las hojas del café es en los meses de febrero a junio, se nota que en el sistema con poró ésta es más regular durante casi todo el año. Por su parte, las hojas del laurel caen principalmente en la época de menor precipitación, entre febrero y abril, debido a su carácter caducifolio, con picos secundarios en la estación lluviosa, durante los meses de setiembre, octubre y diciembre.

Es muy probable que la intensidad de la caída de las hojas haya sido afectada por la distribución de las lluvias, como se ilustra en el Cuadro 3.

Durante los meses más secos, de enero a abril, se produjo un déficit hídrico que obligó a los árboles de laurel y arbustos de café a una mayor caída de hojas

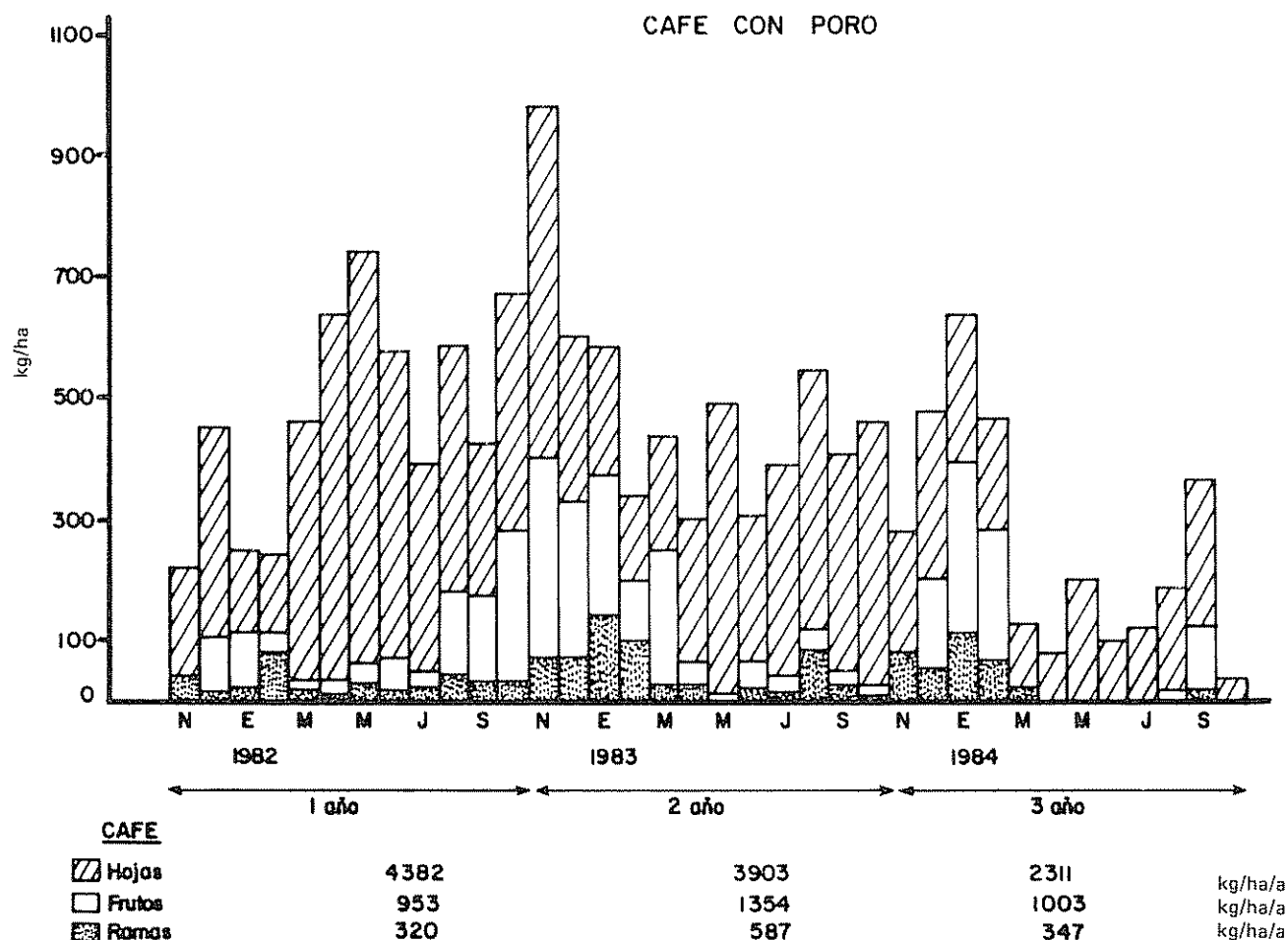


Fig. 3. Producción de residuos vegetales del café.

Sería deseable conocer la dinámica de las raíces gruesas y finas en relación con su longevidad, puede ser que las raíces finas se están renovando anualmente.

Los resultados del análisis químico de los residuos vegetales se observan en el Cuadro 4. Los valores obtenidos son comparables a los encontrados en muestras de los diferentes órganos vivos, obtenidos para hacer la determinación de biomasa (1). Las cantidades de elementos nutritivos aportados en un año (1981/82) al suelo con los residuos del sistema café con poró son más altos que para el sistema café con laurel, especialmente para el nitrógeno.

Producción de residuos vegetales de la poda del poró

La producción de residuos de las podas realizadas en los sistemas agroforestales con poró y otras leguminosas, tienen la función de regular la floración y la maduración de los frutos, e implica un aumento en la

deposición de residuos vegetales, mediante modificaciones de los vástagos vegetativo y reproductivo de las plantas.

Como se observa en la Figura 2 en el experimento descrito se han realizado podas en febrero y julio de 1982, febrero de 1983 y febrero y setiembre de 1984. La cuantificación de las ramas y tallos producidos en las podas de 1982 se utilizó para la determinación de la biomasa del poró (1). Los valores encontrados fueron (t/ha): Hojas 4.7 ± 0.5 ; Ramas 7.7 ± 0.9 .

Al hacer la comparación en el Cuadro 5, se observa que los valores de las podas son más altos que la producción natural de residuos. Así se llegó en el sistema café con poró a una producción total de 20.0 t/ha/a, conteniendo 461 kg N/ha/a. Con estos valores se cuadruplica la deposición natural del sistema café con laurel. Glover y Beer (10) encontraron en La Suiza igualmente valores muy altos, bajo café y poró 17.9 t/ha/a bajo café con laurel y poró 16.1 t/ha/a.

Cuadro 3. Distribución de la lluvia (mm) en el área de estudio entre 1944 y 1984.

Meses	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
\bar{x} de 37 años de lluvia 1944-81	150	288	165	248	85	288	76	86	113	183	110	109
Epoca de estudio (1981-82)	621	166	58	43	68	53	207	304	531	320	222	417
(1982-83)	169	85	130	34	218	9	350	226	204	227	314	439
(1983-84)	133	111	251	172	43	13	252	259	319	306	240	255

Cuadro 4. Contenido de elementos nutritivos en los residuos vegetales (%) y transferencia de elementos nutritivos (kg/ha/a) en el primer año de estudios (1981/82).

TRATAMIENTO	CAFE + LAUREL					CAFE + PORO				
	Café hojas	Café ramas	Café frutos	Laurel hojas	Laurel ramas	Café hojas	Café ramas	Café frutos	Poró hojas	Poró pecíolos
N	1.97	1.23	1.50	2.16	0.84	2.27	1.50	1.65	3.94	1.89
P	0.13	0.11	0.15	0.13	0.11	0.12	0.12	0.15	0.19	0.14
K	1.17	0.47	1.63	0.74	0.87	1.04	0.68	1.45	0.65	1.23
Ca	1.42	0.96	0.62	2.47	1.34	1.67	1.02	0.56	2.08	1.42
Mg	0.53	0.30	0.17	0.81	0.58	0.51	0.27	0.14	0.42	0.74

TRATAMIENTO	CAFE + LAUREL					CAFE + PORO				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Café hojas	39.0	2.5	23.1	28.1	10.4	99.4	5.2	45.5	73.1	22.3
Café ramas	0.5	0.1	0.2	0.4	0.1	4.8	0.3	2.1	3.2	0.8
Café frutos	6.2	0.6	6.7	2.5	0.7	15.7	1.4	13.8	5.3	1.3
Laurel hojas	67.4	4.0	23.1	77.1	25.3	50.8	3.2	11.2	36.0	7.2
Laurel ramas	1.1	0.1	1.2	1.8	0.8	4.0	0.3	2.6	4.0	1.5
SUMA TOTAL	114.2	7.3	54.3	109.9	37.3	174.7	10.4	75.2	121.6	33.1

Descomposición de los residuos

Los resultados obtenidos se presentan en forma gráfica en la Figura 4. Aquí interesan la curva de descomposición y la tasa de descomposición.

La curva de descomposición es exponencial, existiendo una correlación estadísticamente significativa entre el peso restante de la muestra y el tiempo de descomposición. Los coeficientes de correlación son de 0.85 y 0.55 para el café con laurel y café con poró respectivamente. El tipo de la curva indica que la descomposición de los residuos en su fase inicial es más acelerado y que la materia restante es más resistente al ataque de los microorganismos del suelo. La descomposición de los restos del café con poró es más acelerada que la del café con laurel.

De acuerdo a la curva de descomposición después de un año quedan 15 a 25 por ciento de las muestras inalteradas. En el campo experimental no se observó

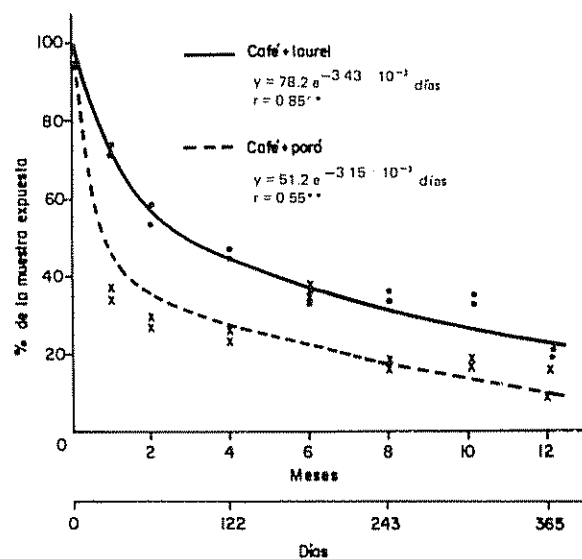


Fig. 4. Descomposición de los residuos de café con poró y de café con laurel.

Cuadro 5. Producción de biomasa y de nutrimentos en residuos vegetales naturales y de podas en los sistemas café con laurel y café con poró.

Expt. Central	Materia seca	N	P	K	Ca	Mg
Café + Poró	t/ha/a		kg/ha/a			
R. naturales	7.6	175	11	75	122	33
R. Podas	12.4	286	24	184	121	43
TOTAL	20.0	461	35	259	243	76
Café + Laurel						
TOTAL	5.7	114	8	55	110	37
La Suiza (Glover y Beer, 10)						
Café + Poró	17.8	377	31	276	246	49
Café + Poró + Laurel	16.1	338	33	169	330	70

sin embargo una acumulación progresiva de mantillo. Esto indica que entre la deposición y descomposición existe un equilibrio. Así la tasa anual de descomposición de residuos y liberación de elementos nutritivos deben ser comparables. El uso de un tamiz de 1 mm de malla en las cajas de exposición no permitió seguramente una intervención de la macrofauna en el proceso de descomposición.

Estudios comparativos casi no existen. Aranguren *et al* (2) obtuvieron para un cafetal a 1 300 m NN en Venezuela, con sombra de *Erythrina* sp. e *Inga* sp y otras leguminosas, una descomposición de un 50% en 2 meses.

Resumen

En el Experimento Central del CATIE, Turrialba, se determinó la cosecha del café (*Coffea arabica*) en asociación con el laurel (*Cordia alliodora*) y poró (*Erythrina poeppigiana*) entre 1979 y 1984. Los valores totales acumulados en los cinco años fueron 9 436 y 12 897 kg materia seca por hectárea en las combinaciones respectivas.

Los árboles de laurel se midieron periódicamente, a los 7 años de edad alcanzaron una altura promedio de 14.7 m y un diámetro (DAP) promedio de 30.3 cm. La madera de los fustes alcanzó así un volumen de 90 m³/ha. Tanto las cosechas de café como la producción maderable fueron altas.

La producción de residuos vegetales naturales se estudió entre noviembre de 1981 y octubre de 1984. Los valores anuales fueron (kg/ha/a): Café con laurel 7 420; Café con poró 8 847.

Los residuos de la poda del poró fueron muy altos, así en el primer año de estudio (1981/82) resultó

una producción de residuos totales en el sistema de café con poró de 20 t/ha/a. La descomposición de los residuos vegetales es exponencial en función del tiempo. Los residuos del café con poró se descomponen más rápidamente que los del café con laurel.

Literatura citada

- ALPIZAR, L. *et al*. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. I. Biomasa y reservas nutritivas. Turrialba 35(3):233-242. 1985.
- ARANGUREN, J., ESCALANTE, G. y HERREIRA, R. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees. I. Coffee. Plant and Soil 67: 247-258. 1982.
- BEER, J.W. *et al*. Un estudio de caso sobre prácticas agroforestales tradicionales en el trópico húmedo: el proyecto "La Suiza". Turrialba, Costa Rica, UNU-CATIE. 1979. 28 p.
- BUDOWSKI, G. An attempt to quantify some current agroforestry practices in Costa Rica. In Huxley, P. Plant research and agroforestry. ICRAF, Nairobi, Kenya. 1983. pp. 43-62.
- CARVAJAL, J.F. Cafeto, cultivo y fertilización. Instituto Internacional de la Potasa. Berna, Suiza. 1984. 254 p.
- DIAZ-ROMEY, R. y HUNTER, A. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación de invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1978. 62 p.

7. FASSBENDER, H. W. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. IICA. Programa de Libros y Textos. San José, Costa Rica. 1975. 398 p.
8. GONZALEZ, L. E. Efecto de la asociación de laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken) sobre la producción de café (*Coffea arabica* L.) con y sin sombra de poró (*Erythrina poeppigiana* (Wolpers) O. F. Cook). Tesis M. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1981. 110 p.
9. GLOVER, N. Coffee yields in a plantation of *Coffea arabica* var. caturra, shaded by *Erythrina poeppigiana* with and without *Cordia alliodora*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No. 17. 1981. 26 p.
10. GLOVER, N. y BEER, J. Spatial and temporal fluctuation of litterfall in the agroforestry associations *Coffea arabica* - *Erythrina poeppigiana* and *C. arabica* - *E. poeppigiana* *Cordia alliodora*. Turrialba, Costa Rica, CATIE 1984. 43 p.
11. HEUVELDOP, J. and LAGEMANN, J. (eds.) Agroforestry Proceedings of a seminar held in CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1981. 102 p.
12. HUXLEY, P.A. (ed) Plant research and agroforestry. ICRAF. Nairobi, 1983. 617 p.
13. JIMENEZ, A. E. y MARTINEZ, V.P. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero. II Producción de materia orgánica en diferentes tipos de estructura Biótica 4(3): 109-126. 1979.
14. JOHNSON, P. and MORALES, R. A review of *cordia alliodora* (Ruiz and Pav.) Oken. Turrialba 22(2): 210-220. 1972.
15. MONTOYA, L. A., SYLVAIN, P. G. y UMAÑA, R. Effect of light intensity and nitrogen fertilization upon growth differentiation balance in *Coffea arabica* L. Coffee 3: 97-104. 1961.
16. MULLER, L. Un aparato mikrokjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materiales vegetales. Turrialba (Costa Rica) 11 (1): 17-25. 1965.
17. NAIR, P. K. R. Agroforestry species, Crop Sheet manual. ICRAF, Nairobi. 1980. 335 p.
18. PEREZ, L. y GUTIERREZ, G. Respuesta de algunos cultivares y variedades de *C. arabica* a diferentes densidades de siembra. In Congreso Agronómico Nacional. VI Resúmenes. San José, Costa Rica. 1976. pp. 22-27.
19. ROMIJN, M. y WILDERINK, E. Evaluación preliminar de los sistemas agroforestales del ensayo central "La Montaña". CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, Programa de Plantas Perennes. Turrialba, Costa Rica. 1981. 43 p.
20. ROSERO, P. y GEWALD, N. Crecimiento del laurel (*Cordia alliodora*) en cafetales, cacaoales y potreros en la zona Atlántica de Costa Rica. In Actas Taller sistemas agroforestales en América Latina, Turrialba, marzo. 1979.
21. RUSSO, R. Efecto de la poda de *Erythrina poeppigiana* (poró) sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "café-poró". Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1983. 106 p.
22. SUAREZ DE CASTRO, F. *et al.* Efecto del sombrero en los primeros años de vida de un cafetal. Café 3 (1): 81-102. 1961.
23. SUARES DE CASTRO F. y RODRIGUEZ, C.A. Equilibrio de materia orgánica en plantaciones de café. In Investigaciones sobre la erosión y la conservación de los suelos en Colombia. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. 1962. pp. 331-372.
24. SYLVAIN, P.G. Effect of shade upon growth and differentiation of coffee seedlings as expressed by physical measurements and chemical composition. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1952. (mimeogr.).

Reseña de libros

INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, NUTRIENT BALANCES AND THE NEED FOR FERTILIZERS IN SEMI-ARIDE AND ARID REGIONS -- 17° Coloquio del Instituto Internacional del Potasio. Rabat y Marrakech Marruecos, 394 p. (1983).

Esta reunión, la décimo séptima en una larga serie, se basó en cuatro sesiones de trabajo que incluyeron 19 presentaciones individuales de alto nivel y muy bien documentadas. Hay un informe del Coordinador, a final de cada una de las sesiones, a cargo de un científico de muy alto nivel, como lo son el Dr. Cook del Reino Unido, el Prof. Bering de Alemania Federal, el Prof. Jelenic de Yugoslavia y el Prof. Garcia de la Universidad Politécnica de Madrid.

En la primera sesión se estudió los potenciales de producción en regiones áridas y semi-áridas y el efecto de diferentes componentes del sistema como el potasio y la eficiencia con que las plantas usan el agua. Los resultados indican que se podrá aumentar considerablemente la producción en estas regiones especialmente con plantas más adaptadas a estas condiciones y un manejo que permita usar más eficientemente los recursos, especialmente los insumos agua y nutrientes.

La segunda sesión versó sobre la dinámica de nutrientes en regiones áridas y semiáridas. Se resal-

tó el problema de que los resultados del análisis de suelos no siempre reflejan fielmente los niveles disponibles de los nutrimentos. Se sugiere diferentes enfoques novedosos como la determinación del P en dos fracciones, como P lábil y P de reserva. Se discute la problemática de un análisis confiable de N en estas condiciones y se concluye que esta información no existe todavía. Para estimar problemas de oligoelementos se recomienda el uso del análisis foliar, por ser más acertado en estas condiciones. Se hace de nuevo énfasis en la necesidad de plantas bien adaptadas a estas condiciones.

La tercera sesión se dedicó a sistemas de "temporal" es decir aquellas donde la agricultura dependa de la lluvia disponible. Se han analizado las dificultades para medir el balance de nutrimentos bajo estas condiciones. Se ha presentado también información sobre el efecto de la distribución de la lluvia sobre los rendimientos y la influencia de prácticas agronómicas para un óptimo aprovechamiento de la escasa lluvia disponible.

La cuarta sesión se dedicó a sistemas de agricultura bajo riego. En esta sesión se presentó amplia información sobre los efectos del agua de riego a corto y largo plazo sobre la fertilidad y productividad de suelos. Se analiza aquí los aspectos de la calidad y disponibilidad del agua en los sistemas de riego sobre la producción, en adición a las interacciones agua fertilizante.

Todos los trabajos llevan buenas bibliografías y el volumen representa sin duda una valiosa adición a la bibliografía del manejo de suelos áridos y semi-áridos.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA