

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE

FEDERACION
NACIONAL DE



CAFETEROS DE
COLOMBIA

VOL. 1

NOVIEMBRE 1946

Nº 1

INFLUENCIA DEL SOMBRIO, EL SUELO
Y LAS PRACTICAS DE CULTIVO EN EL
DESARROLLO DEL CAFETO EN SUS
PRIMEROS MESES DE VIDA PROPIA

Por ALBERTO MACHADO S.
Jefe de la Sección de Agronomía.

CHINCHINA • CALDAS • COLOMBIA

INFLUENCIA DEL SOMBRIO, EL SUELO Y LAS PRACTICAS DE CULTIVO EN EL DESARROLLO DEL CAFETO EN SUS PRIMEROS MESES DE VIDA PROPIA

EXPERIMENTO PRELIMINAR

Por ALBERTO MACHADO S.
Jefe de la Sección de Agronomía.

Proyecto de experimentación N° 8.

SECCIONES COOPERADORAS: Genética, Suelos, Química y Dibujo.



AUTOR DEL PROYECTO: Alberto Machado S.

ENCARGADO DEL DESARROLLO: Alberto Machado S.

FECHA DE APROBACION: Primero de julio de 1944.

FECHA DE INICIACION: 12 de julio de 1944.

ENTREGADO PARA LA PUBLICACION: 4 de julio de 1946.

INTRODUCCION

El desarrollo del árbol es la resultante de la acción combinada del medio ambiente y las prácticas de cultivo a que se someta. Cualquier desequilibrio entre estas fuerzas trae por consecuencia un debilitamiento del vegetal y una reacción manifiesta en la lucha por su existencia.

El árbol del café (*coffea arabica* L) posiblemente originario del macizo de Abisinia en Etiopía (Región de "Caffa") fue hallado vegetando silvestre como planta de sub-bosque en florestas caracterizadas por su altitud comprendida entre los 900 y 1.200 metros sobre el nivel del mar, precipitación pluvial de 1.500 a 2.000 milímetros y latitud de 7 grados Norte. Desde entonces se consideró que el cultivo del cafeto debe hacerse en condiciones similares a aquellos que caracterizan su país de origen, y todos los pueblos han seguido esta norma, a excepción del Brasil.

La planta del café en Colombia procede, muy probablemente, de semillas traídas por los holandeses a su Guayana, desde las regiones del lejano Oriente según lo narra la historia. También en Colombia se acostumbra practicar el cultivo del cafeto bajo sombrío, el cual se pone caprichosamente sin normas que consulten las condiciones del suelo, del clima, la distancia de siembra, la latitud y la forma de los árboles.

Entre los cafeteros colombianos y de otros países existen discrepancias muy grandes en cuanto a la cantidad de sombrío que debe llevar el cafeto durante el tiempo que requiere para estar de segundo trasplante. En un principio se acostumbró un sombrío denso, prácticamente del 100%, como lo pudo comprobar el autor en algunas fincas del Municipio de Yolombó en Antioquia. En el boletín de extensión N° 5 del Colegio de Agricultura y Artes de la Universidad de Puerto Rico (1935), se describe e indica un techo

tupido para los viveros de cafetos. En la región del río Arma (Municipio de Sonsón, Antioquia) encontramos en la finca "La Rosina" de don Felipe Botero, un sistema para la crianza de cafetos a plena exposición solar, en suelo de color negro, aparentemente rico en materia orgánica y que parece ser del mismo origen que los del Quindío en el vecino departamento de Caldas; el propietario de la hacienda no hace escarificación o remoción del suelo, sino que periódicamente practica la desyerba eliminando la maleza por tracción. Los árboles levantan con poco costo y se caracterizan por sus hojas pequeñas, entrenudos cortos y un desarrollo vertical escaso. Al llevarlos a las plantaciones sufren la eliminación del primer par inferior de ramas primarias y continúan su vida normalmente bajo el sombrío ya establecido en el gran cultivo. La Federación Nacional de Cafeteros desde el año de 1937 y en tanto que la experimentación daba alguna luz, se situó en un punto más o menos intermediario entre el sombrío denso y la plena exposición solar. En la reunión del personal técnico en Armenia (C) verificada a fines de agosto y principio de septiembre del año atrás citado, se convino, como medida de unificación, en seguir la norma de hacer penumbras con varillas colocadas de norte a sur con el fin de prodigar sombrío a las pequeñas plantas de café y practicar escarificaciones frecuentes al suelo a razón de una cada 10 días.

Estudios sobre "fotoperíodos" del cafeto (*C. arabica* L.) practicados por Coaracy M. Franco en la Sección de Botánica del Instituto Agronómico del Estado de Sao Paulo (Brasil) concluyen que el cafeto parece pertenecer a las plantas de días cortos y que cuando los árboles se someten a un fotoperíodo corto, producen menor peso de raíces y partes aéreas. Entre las raíces la diferencia de peso fue aproximadamente de 5 veces menos. "In the Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico" (octubre de 1942) hay un estudio experimental planeado bajo la forma de experimento simple en un cuadrado Latino de 4×4 y sacan una serie de conclusiones pero relacionadas con la influencia del sombrío sobre la producción del cafeto ya desarrollado en el campo: esto será objeto de otro experimento que proyectamos, como continuación del presente estudio.

En cuanto a la parte económica hay algunos aspectos que debemos considerar en términos generales, pues se trata única-

mente de un estudio preliminar ya que no se ha repetido en condiciones distintas de ambiente.

La carencia de materiales para construir la penumbra ha sido un factor limitante en la campaña adelantada por el servicio de extensión. A excepción del departamento de Caldas donde abunda la guadua, es difícil y costoso hacer una penumbra para la crianza de arbolitos de café y en la mayoría de los casos es preciso buscar el sombrío natural para poder atender a la construcción de los almácigos. La escarificación o remoción del suelo recarga bastante el costo por árbol toda vez que un obrero hábil da un rendimiento de unos 1.000 arbolitos por día, lo que traducido a pesos y centavos, dando sólo dos escarificaciones por mes durante los primeros 5 meses y con jornales de \$ 1,40 (precio actual) representan un gasto, por este solo concepto, de \$ 14,00 por cada 1.000 arbolitos.

Planeamiento y fin del experimento.—El experimento obedece al sistema factorial de $3 \times 2 \times 2$ en 3 cuadrados Latinos de 2×2 con 3 replicaciones para las 12 combinaciones o tratamientos individuales y un total de 36 parcelas que dan su balanceamiento completo y permiten un grado más alto de replicaciones para los efectos principales e interacciones de importancia. El planeamiento es del tipo indicado por Yates y se usó el sistema de "confounding" con sub-blocks de 6 parcelas cada uno.

El fin que se persigue con este trabajo es poder estudiar experimentalmente la influencia del sombrío, el suelo y las desyerbas escarificadas sobre el desarrollo preliminar del árbol de café y al respecto las investigaciones comprenderán las siguientes medidas: tamaño o área de las hojas; altura o desarrollo vertical de los tallos; peso de raíces de fijación y de absorción; apareamiento de ramas primarias; número de hojas y demás manifestaciones de los árboles de café o de sus órganos individuales. Como resultado se tendrá un mejor conocimiento sobre el manejo del cafeto según su hábito de vida y las relaciones cuantitativas de sombrío, suelos y prácticas de cultivo que requiere según los casos para el desarrollo óptimo y económico en sus primeros meses de vida propia. Por último, tener bases para el planeamiento de otros estudios relacionados con la capacidad de producción económica del árbol en las explotaciones comerciales.

Factores.—Los factores empleados son: "A" **densidad del sombrío** a 3 niveles así: $_0$ (cero) para un sombrío compuesto del 75% de sombra y un 25% de sol. Denominación: A_0 o sombra intensa. $_1$ (uno) para un sombrío compuesto del 40% de sombra y un 60% de sol. Denominación: A_1 o penumbra del 40% $_2$ (dos) sin sombrío, esto es, a plena exposición solar porque lleva el 100% de sol y 0% de sombra artificial. Denominación A_2 o plena exposición solar.

"B" **Suelos** a 2 niveles así: $_0$ (cero) para el suelo de aluvión formado por el río Chinchiná en la terraza donde están los edificios del Centro Nacional de Investigaciones de Café. Denominación: B_0 o suelo de aluvión. $_1$ (uno) para el suelo de ceniza volcánica que se encuentra en las partes altas de la finca. Denominación: B_1 o suelo de ceniza volcánica.

"C" **prácticas de cultivo** a 2 niveles así: $_0$ (cero) para manejar los suelos sin escarificación o remoción, eliminando las malezas por tracción a razón de una vez por mes. Denominación: C_0 o suelos sin escarificación. $_1$ (uno) para manejar los suelos con desyerba y **escarificación**, removiéndolos a razón de una vez por mes. Denominación: C_1 o suelos escarificados mensualmente.

Combinaciones factoriales o tratamientos: De acuerdo con la teoría combinatoria para los tres factores que tenemos: A, B y C, el primero a 3 niveles y los otros a 2, formamos 12 combinaciones distintas que constituyen los 12 tratamientos experimentales. Estos quedan representados por las tres letras mayúsculas A, B y C, seguidas de los sub-índices correspondientes con A en el primer lugar, B, en el segundo y C, en el tercero.

Suelos: Los dos suelos contemplados en el experimento dieron análisis muy distintos. El suelo B_0 es un aluvión formado por el río chinchiná en la terraza donde existen las edificaciones y cafetales de la parte baja del Centro Nacional de Investigaciones de Café. El suelo B_1 es una capa de "ceniza volcánica" o relleno de este material, que existe en la parte alta de la finca (Lote N^o 3). Este suelo parece tener su origen en las cenizas arrojadas por el Ruiz en épocas pasadas y es el suelo dominante en toda la extensa zona cafetera del Quindío en el Departamento de Caldas.

El suelo de aluvión dio 0.00250% de fósforo soluble y el suelo de "ceniza volcánica" sólo alcanzó a dar 0.00005%.

Planos, cálculos proporcionales para el factor sombrío, tamaño y forma de las parcelas experimentales, número de árboles, orientación, etc.

Los planos se hicieron con base en tres rectángulos, uno para cada nivel del factor "A". Cada rectángulo lleva 12 parcelas dispuestas en dos hileras de 6 plots cada una.

Las parcelas se hicieron de 1.70×1.40 metros para que con las siembras de los cafetos a 0.30 mts. de distancia en cuadro puedan caber 30 arbolitos en cada uno de ellos y quede una faja libre de 0.10 mts. en todo el perímetro. De los 30 árboles por parcela quedan 18 en los bordes de descarte y 12 en el centro distribuidos en 4 columnas de 3 "rows" cada una para los cálculos estadísticos y control experimental. Las parcelas llevan calles libres de separación y de 0.40 mts. de ancho. Con estas dimensiones, cada rectángulo de 12 parcelas dispuestas en dos series de 2×6 tiene 11,20 metros de largo por 4.60 de ancho. Lateralmente a cada rectángulo se dejó, a lado y lado, una zona perfectamente despejada y libre para evitar que sombras distintas o cultivos de otra índole, adulteren los resultados de los tratamientos experimentales.

Sitio, orientación y replanteo de los rectángulos: A fin de llevar el registro diario de horas de sol, precipitación pluvial y demás datos relacionados con las condiciones climatológicas, se buscó un sitio adyacente a la planta de meteorología. La localidad está a unos 1.300 metros de altura sobre el nivel del mar, topografía plana y su latitud no se conoce con precisión, pero varía alrededor de 5° norte.

Por medio de la brújula de un taquímetro se determinó la dirección de la meridiana magnética a falta de la astronómica pues tampoco se conoce la declinación del lugar. Con la dirección Norte-Sur magnético se orientaron los tres rectángulos destinados a medir las variaciones de sombrío sobre el desarrollo de los cafetos y se buscó, hasta donde fue posible, que las variaciones anuales del sol no influyeran demasiado sobre los blocks extremos colocados en las puntas norte y sur de aquéllos. Puestos los rectángulos en el sentido de su mayor longitud y siguiendo la meridiana magnética, se levantaron perpendiculares a lado y lado para trazar la línea este-oeste e iniciar el replanteo.

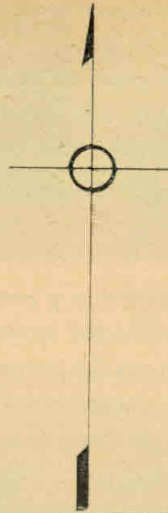
El replanteo consistió en marcar los distintos puntos para hacer sobre el terreno las 36 parcelas con sus calles de separación, de acuerdo con las dimensiones ya dadas y la orientación buscada por medio de la brújula del taquímetro. Como no fue posible poner los tres rectángulos en serie o línea recta debido a dificultades del terreno, entonces se replantaron en la siguiente forma: los de sombra intensa y penumbra distanciados entre sí por un espacio de 3 metros siguiendo la línea norte-sur magnético y paralelo a éstos, distante 10 metros, el de plena exposición solar (obsérvese croquis del experimento).

Graduación y cálculo de los tres niveles de sombra: 1º A₀ (75% de sombra). Sobre el replanteo se inició la construcción de una rama de 2 metros de altura clavando guaduas en los distintos puntos señalados y teniendo vigas para sostener el techo. La sombra se prodigó cubriendo aquél con hojas de bihao y plátano hasta impedir la penetración del sol en las horas del medio día. No obstante como los costados laterales quedaron descubiertos, se hizo preciso determinar experimentalmente hasta qué altura (de arriba hacia abajo) deben cubrirse para que los rayos del sol actúen sobre un punto de la superficie experimental por espacio tan sólo de 2 horas con 30 minutos. Como los registros heliográficos indican que la intensidad de los rayos solares es más fuerte entre las 7 a. m. y las 5 p. m. que en momentos antes y después de estas horas, partimos de la base de que en días de sol brillante sólo se registrará un máximo de 10 horas de sol y por lo tanto los cafetos sometidos al tratamiento de "sombra intensa" deben permanecer sin recibir sol por espacio de 7 horas con 30 minutos por día.

2º A₁ (40% de sombra). Sobre el replanteo del rectángulo para este nivel se construyó una segunda ramada de 2 metros de altura y se cubrió el techo con varillas de guadua colocadas en dirección norte-sur. Como el ancho del cobertizo es de 3.60 mts., las varillas deben distanciarse 7 centímetros una de otra y buscar para ellas un ancho de 5 centímetros a fin de formar la penumbra del 40% de sombra. Como fue imposible obtenerlas en esta forma por razones bien conocidas, entonces se determinó el ancho en las puntas, sobre un total de 39, y usando un nonius. Con pequeñas diferencias alrededor de 5, por exceso o por defecto, se preparó el material de cobertura con un resultado total para las 39 varillas de 1,8476 metros y se les dio la distanciación antes mencionada. El

CROQUIS DEL EXPERIMENTO Y DISTRIBUCION DE CAMPO

a	A1B1 C1(1)	A1B0 C1(1)	a
b	A1B1 C0(1)	A1B0 C0(1)	b
a	A1B1 C1(2)	A1B0 C1(2)	a
b	A1B0 C0(2)	A1B1 C0(2)	b
a	A1B0 C1(3)	A1B1 C1(3)	a
b	A1B0 C0(3)	A1B1 C0(3)	b



a	A2B1 C1(1)	A2B0 C1(1)	a
b	A2B1 C0(1)	A2B0 C0(1)	b
a	A2B1 C1(2)	A2B0 C1(2)	a
b	A2B0 C0(2)	A2B1 C0(2)	b
a	A2B0 C1(3)	A2B1 C1(3)	a
b	A2B0 C0(3)	A2B1 C0(3)	b

a	A0B1 C1(1)	A0B0 C1(1)	a
b	A0B1 C0(1)	A0B0 C0(1)	b
a	A0B1 C1(2)	A0B0 C1(2)	a
b	A0B0 C0(2)	A0B1 C0(2)	b
a	A0B0 C1(3)	A0B1 C1(3)	a
b	A0B0 C0(3)	A0B1 C0(3)	b

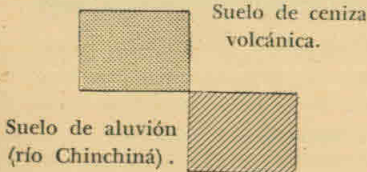
TRATAMIENTOS:

- A₂B₁C₁ ó 211: Plena exposición solar, suelo de ceniza volcánica y escarificado.
- A₂B₀C₁ ó 201: Plena exposición solar, suelo de aluvión y escarificado.
- A₂B₁C₀ ó 210: Plena exposición solar, suelo de ceniza volcánica, sin escarificar.
- A₂B₀C₀ ó 200: Plena exposición solar, suelo de aluvión sin escarificación.
- (1), (2) y (3) son las replicasiones.
- A₁B₁C₁ ó 111: Penumbra del 40%, suelo de ceniza volcánica y escarificado.
- A₁B₀C₁ ó 101: Penumbra del 40%, suelo de aluvión y escarificado.
- A₁B₁C₀ ó 110: Penumbra del 40%, suelo de ceniza volcánica y sin escarificación.
- A₁B₀C₀ ó 100: Penumbra del 40%, suelo de aluvión y sin escarificación.
- (1), (2) y (3) son las replicasiones.
- A₀B₁C₁ ó 011: Sombra intensa (75%), suelo de ceniza volcánica y escarificado.
- A₀B₀C₁ ó 001: Sombra intensa (75%), suelo de aluvión y escarificado.
- A₀B₁C₀ ó 010: Sombra intensa (75%), suelo de ceniza volcánica, sin escarificación.
- A₀B₀C₀ ó 000: Sombra intensa (75%), suelo de aluvión y sin escarificación.
- (1), (2) y (3) son las replicasiones.

aa con C₁, plots que se escarifican una vez por mes.

bb con C₀, plots que no se escarifican, pero sí se elimina la maleza por tracción.

Convencionales:



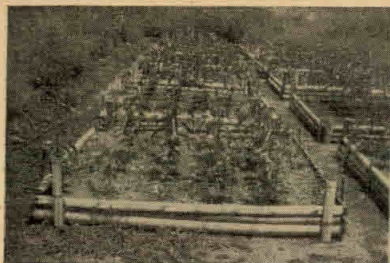
cálculo para sol con estos datos resultó de 59.83% que para fines prácticos puede considerarse igual a 60%. Los costados laterales de este rectángulo se cubrieron en toda su altura de 2 metros y siguiendo las mismas normas de distanciaci3n y calibre de varillas para mantener la penumbra constante durante todo el día.

3º A₂ (0% de sombra artificial). El nivel 2 del factor "A" o plena exposici3n solar, como su nombre lo indica, no llevó nada de sombrío.

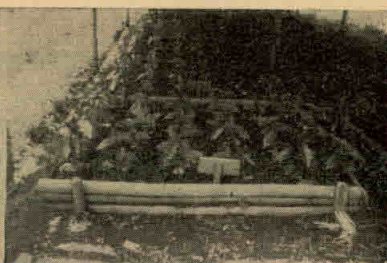
Construcci3n de las parcelas y preparaci3n de los suelos: De acuerdo con los puntos señalados sobre el terreno y las dimensiones dadas, se construyeron las 36 parcelas a raz3n de 12 por cada rectángulo para hacer las combinaciones de B × C a cada nivel del factor "A". Con el fin de tener una base uniforme se les dio a las parcelas una profundidad constante y se enmarcaron por medio de latas de guadua. Como es preciso ocupar la mitad de las 36 parcelas con uno de los tipos de suelos, entonces se optó por desocuparlas todas con el fin de graduar convenientemente su profundidad. El suelo B₁ se trajo del cafetal y una vez que es mezclado entre sí hasta el punto de asegurar una gran probabilidad de uniformidad fue colocado por volúmenes iguales en las parcelas correspondientes a raz3n de 6 parcelas por cada rectángulo y dispuestas en la siguiente forma: 3 al oriente en línea continua y 3 al occidente (véase croquis del experimento y disposici3n de campo). El suelo B₀ o de aluvi3n fue también mezclado entre sí y colocado en las parcelas restantes en volúmenes iguales a los empleados para el suelo de ceniza volcánica o B₁. Con este trabajo quedó terminada la labor de campo y se procedió al trazado para las siembras de los cafetos a 0.30 mts. de distancia en cuadro. Además se tomaron las muestras de los suelos para el análisis y se ahoyó a fin de proceder al transplante de los arbolitos.

Randomizaci3n de los tratamientos: Como los 12 tratamientos est3n dispuestos en 3 series de 2 × 2, entonces, para cada nivel del factor "A" se tuvo la siguiente randomizaci3n:

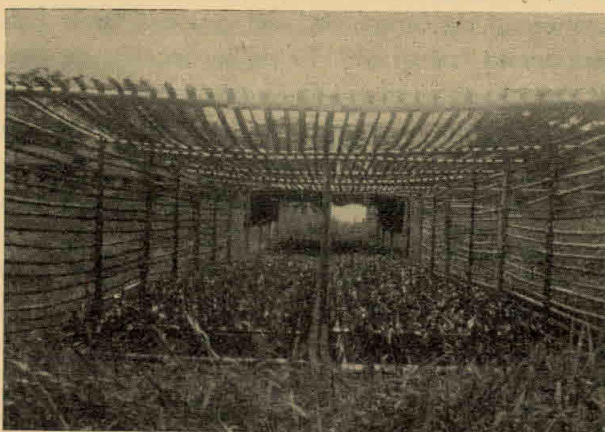
B ₁ C ₁	B ₀ C ₁	= primer block para cada nivel de "A"
B ₁ C ₀	B ₀ C ₀	



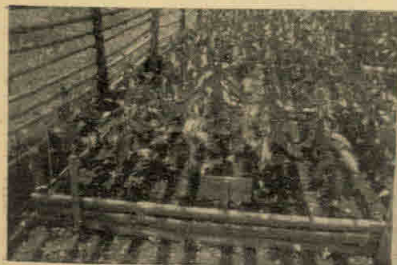
Plena exposición solar.



Sombra intensa cuando los cafetos reciben los últimos rayos del sol de la mañana.



Penumbra del 40% de sombra + 60% de sol. Al fondo resaltan los tratamientos bajo sombra intensa y los dos costados laterales cubiertos hasta cierta altura para admitir un 25% de rayos solares por un día y por cafeto.



Sector parcial de la proyección de un 40% de sombra actuando sobre los árboles sembrados en suelo de aluvión escarificado o removido.



Sector parcial de la plena exposición solar.

B_1C_1	B_0C_1	= segundo block para cada nivel de "A"
B_0C_0	B_1C_0	
B_0C_1	B_1C_1	= tercer block para cada nivel de "A"
B_0C_0	B_1C_0	

La semilla para el experimento: A falta de una línea pura se optó por tomar toda la semilla de un solo cafeto que al menos y fenotípicamente mostró características muy definidas de la variedad "comercial de Colombia" del grupo *Coffea Arabica* L. El árbol seleccionado fue el Mr. 79 de la Sección de Genética del Centro. El trabajo de recolección y descerezada de la semilla se practicó el 12 de julio de 1944; una vez fermentada por espacio de 30 horas se lavó convenientemente y el 18 del mes y año citados, se soterró en arena lavada de río, empleando la posición "ventral" y una distancia de 2 centímetros entre las semillas. El total puesto a germinar fue de seiscientas para tener un coeficiente de seguridad. Como el experimento lleva bordes de descarte, se confeccionó otro germinador, en localidad distinta, para atender a este requisito.

Siembra de las parcelas de experimentación: En tanto que la semilla permaneció en germinación, se adelantaron los trabajos ya esbozados atrás y el trasplante del germinador a las parcelas de experimentación se practicó el 18 de septiembre de 1944, aprovechando para ello los hoyos ya abiertos. Los arbolitos se transplantaron antes de emitir sus hojas cotiledóneas y se enumeraron de 1 a 12 en cada parcela empezando siempre por el vértice S-W y en dirección S. a N. para las columnas 1ª y 3ª, quedando la dirección N. a S. para las columnas 2ª y 4ª.

Resiembras y prácticas de cultivo: En un principio se atendió a la resiembra de los cafetos muertos pero cuando se notó el apareamiento de las primeras hojas de vida propia en algunos de los árboles, entonces se suspendió esta práctica pues ya cada parcela poseía el total de los 12 cafetos y sólo unas muy pocas mostraron la falta de uno o dos de sus elementos. En el cuadro adjunto damos el registro total de resiembbras por tratamientos:

	A2		A1		A0	
	B1	B0	B1	B0	B1	B0
<i>Ci</i> <i>Total</i>	1	1	3	1	2	7
<i>Co</i> <i>Total</i>	0	0	0	1	2	0
<i>Total</i>	1	1	3	2	4	7
<i>Total</i>	2		5		11	

Con estos datos, desgraciadamente no puede hacerse un análisis "of variance" por razones bien conocidas y sólo es fácil notar que a medida que aumenta la intensidad de sombrero, aumentó también el número de cafetos resebrados y que la diferencia entre sombra intensa y penumbra es mayor que la diferencia entre penumbra y plena exposición solar.

La escarificación o remoción del suelo se practicó en aquellos tratamientos indicados por el plan de experimentación y las parcelas restantes se desyerbaron eliminando la maleza por tracción sin remover el suelo.

El primer trabajo de escarificación y eliminación de malezas se practicó el 10 de octubre de 1944 y se repitió a razón de una vez por mes hasta el 6 de marzo de 1945 para completar 6 escarificaciones en los tratamientos indicados en el diseño experimental.

REGISTRO DE LAS OBSERVACIONES

De acuerdo con el fin del experimento se practicó el registro necesario para determinar la magnitud de las siguientes cantidades:

- 1ª Area o tamaño de las hojas del cafeto;
- 2ª Altura vertical de los tallos;
- 3ª Aparecimiento de ramas primarias;
- 4ª Número de hojas;
- 5ª Peso de raíces totales;
- 6ª Peso de raíces de absorción;
- 7ª Peso de raíces de fijación;
- 8ª Relación de raíces A/F. (raíces de absorción sobre raíces de fijación).

1ª Tamaño de las hojas: El área de las hojas se determinó antes de que los cafetos emitieran sus primeras primarias y a la edad de 4 meses. Los resultados que se registran en el cuadro N° I indican el área de las hojas en centímetros cuadrados de muestras representativas de 9 hojas.

Cuadro N° I

	A2		A1		A0	
	BI	Bo	BI	Bo	BI	Bo
<i>Ci Total</i>	173,54	176,99	191,33	217,60	38,15	42,11
<i>Co Total</i>	135,02	156,40	233,18	158,87	45,20	47,02
<i>Total</i>	308,56	333,39	424,81	376,47	83,35	89,13
<i>Total</i>	641,95		801,28		172,48	

2ª Altura vertical de los tallos: Este trabajo se verificó determinando la altura de cada uno de los cafetos por medio de una regla graduada. Los valores perdidos en algunas parcelas se calcularon por sistemas estadísticos. El cuadro N° II da el resultado de altura vertical en centímetros para el total de 36 cafetos;

Cuadro N° II

	A2		A1		A0	
	BI	Bo	BI	Bo	BI	Bo
<i>Ci Total</i>	742	743	814	901	418	409
<i>Co Total</i>	707	708	904	840	444	434
<i>Total</i>	1449	1451	1718	1741	862	843
<i>Total</i>	2900		3459		1705	

La altura vertical anotada se tomó cuando se presentaron los primeros síntomas del apareamiento de ramas primarias, esto es, a la edad de 5 meses y 4 días contados a partir de la fecha del transplante.

3ª Apareamiento de ramas primarias: Con el fin de ver en cuáles tratamientos se iniciaba primero el apareamiento de ramas primarias, se practicó un balance tanto a los 5½ meses de edad como a los 6½. Los Cuadros números III y III-bis dan los resultados respectivos:

Cuadro N° III

Total pares de ramas primarias en los distintos tratamientos.
5½ meses.

	A2		A1		A0	
	B1	B0	B1	B0	B1	B0
C/ Total	16	22	6	22	0	0
Co Total	16	17	19	13	0	0
Total	32	39	25	35	0	0
Total	71		60		0	

Cuadro N° III-bis

Total pares de ramas primarias en los distintos tratamientos.
6½ meses.

	A2		A1		A0	
	B1	B0	B1	B0	B1	B0
C/ Total	79	81	69	91	0	0
Co Total	66	75	81	79	0	0
Total	145	156	150	170	0	0
Total	301		320		0	

4ª Número de hojas: Para ver si los distintos tratamientos influyen sobre el número de hojas de los cafetos, se practicó el registro correspondiente. Como las hojas de los árboles que faltan en algunas parcelas deben incluirse, se calculó su probable cantidad por métodos estadísticos. El Cuadro N° IV da el número total de hojas para el total de 36 cafetos:

Cuadro N° IV

	A2		A1		A0	
	B1	B0	B1	B0	B1	B0
C/ Total	977	1024	918	1120	364	362
Co Total	866	946	1068	987	379	348
Total	1843	1970	1986	2107	743	710
Total	3813		4093		1453	

El registro se practicó cuando los cafetos cumplieron 6½ meses de edad.

5ª Análisis de raíces: Es éste uno de los tópicos de mayor interés que tiene el experimento pues muy poco se conoce del comportamiento de las raíces del cafeto cuando éste se somete a crecer bajo distintas condiciones de sombrero, suelos y prácticas de cultivo en combinación. La recolección de raíces se practicó cuando los cafetos cumplieron 198 días de vida permanente bajo las condiciones experimentales o tratamientos. Para valorar las raíces se siguió el sistema de muestra representativa de cada una de las parcelas. Con un chorro de agua y unas pinzas se hizo la separación de todas las raíces hasta tener la seguridad de una total eliminación del suelo donde crecieron. Una vez limpias y en tanto que se pudo hacer el secamiento y peso de ellas se conservaron en una solución de formol al 5%.

Las raíces se secaron hasta obtener peso constante y luego se practicó la separación de las raíces de absorción de las de fijación, para conocer el peso en cada clase. La tara se llevó a cabo en una balanza de precisión y los cuadros siguientes dan los resultados totales del peso en "gramos" correspondiente a muestras representativas de 6 cafetos.

Cuadro Nº V

Raíces totales (gramos)
Total de 6 árboles de café

	A2		A1		A0	
	Bl	Bo	Bl	Bo	Bl	Bo
<i>Ci</i> Total	7,6456	8,8134	9,4944	13,1569	0,8984	1,9398
<i>Co</i> Total	5,1864	7,4974	11,2026	10,8702	2,8490	1,9050
Total	12,8320	16,3108	20,6970	24,0271	3,7474	3,8448
Total	29,1428		44,7241		7,5922	

Cuadro Nº VI

Raíces de absorción (gramos)
Total de 6 árboles de café

	A2		A1		A0	
	Bl	Bo	Bl	Bo	Bl	Bo
<i>Ci</i> Total	5,4754	6,0798	7,0786	9,2058	0,4368	0,8974
<i>Co</i> Total	4,1858	6,2744	7,5096	7,8710	1,5570	0,9062
Total	9,6612	12,3542	14,5882	17,0768	1,9938	1,8036
Total	22,0154		31,6650		3,7974	

Cuadro N° VII

Raíces de fijación (gms.)
Total 6 cafetos (gms.)

	A2		A1		A0	
	Bl	Bo	Bl	Bo	Bl	Bo
Ci Total	2,1702	2,7336	2,4158	3,9511	0,4616	1,0424
Co Total	1,0006	1,2230	3,6930	2,9992	1,2920	0,9988
Total	3,1708	3,9566	6,1088	6,9503	1,7536	2,0412
Total	7,1274		13,0591		3,7948	

El cuadro N° VIII resume los cocientes de dividir el peso de las raíces **absorbentes** por el peso de las raíces de **fijación**. Este cociente se denominará relación A/F, donde el numerador "A" representa las raíces de "absorción" y el denominador "F", las de "fijación".

Cuadro N° VIII
Relación A/F.
Total 6 cafetos

	A2		A1		A0	
	Bl	Bo	Bl	Bo	Bl	Bo
Ci Total	7,9009	7,2566	9,1086	7,2700	2,7938	2,4497
Co Total	13,7925	15,7361	7,2817	7,9222	3,1038	2,8503
Total	21,6934	22,9927	16,3903	15,1922	5,8976	5,3000
Total	44,6861		31,5825		11,1976	

6ª Temperatura del suelo: El cuadro N° IX resume las distintas temperaturas del suelo en grados centígrados. Los datos son el fruto de un estudio cuidadoso practicado el 29 de noviembre de 1944 entre las 2 y las 3 p. m.

Cuadro N° IX
Temperaturas del suelo en grados centígrados

	A2		A1		A0	
	Bl	Bo	Bl	Bo	Bl	Bo
Ci Total	105	105,8	92,5	91,0	64,0	64,4
Co Total	102,8	105,2	83,0	90,7	65,0	64,4
Total	207,8	211,0	175,5	181,7	129,0	128,8
Total	418,8		357,2		257,8	

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS

Los valores conseguidos sobre el total de árboles o de muestras representativas de los distintos plots experimentales se sometieron a un "análisis of variance" para "confounding" con sub-blocks de 4 parcelas y descomposición de los tratamientos. Los resultados fueron:

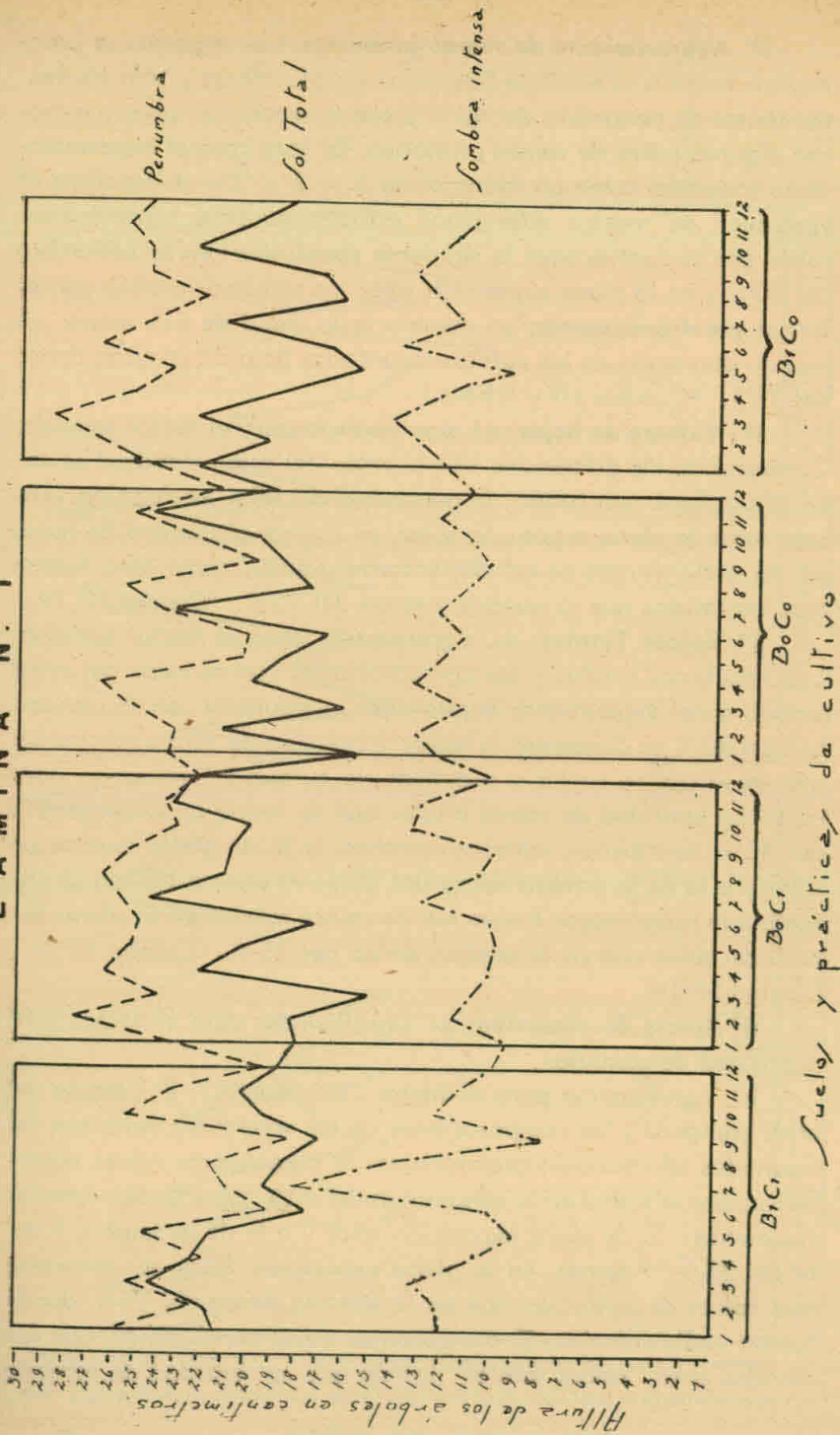
1º Tamaño de las hojas: a) significancia para el factor "A" (cantidad de sombrío);

b) significancia para el tercer orden de interacción o combinación de los tres factores experimentales.

El cálculo del error standard del experimento permite ver lo siguiente: la penumbra del 40% hizo reaccionar los árboles de café hacia un mayor aumento en el tamaño de las hojas cuando los resultados se comparan con los obtenidos en la plena exposición solar y la sombra intensa del 75%; al mismo tiempo el área o tamaño de las hojas fue mayor a plena exposición solar que en la sombra densa del 75%. Por razón de la interacción significativa sólo las combinaciones 1 1 0, 1 0 1 y 1 1 1 de la penumbra del 40% con la 2 0 1 de la plena exposición solar tuvieron hojas de tamaño superior a las 8 restantes del experimento. Las combinaciones 2 1 1, 2 0 0 y 2 1 0 de la plena exposición solar con la 1 0 0 de la penumbra son iguales estadísticamente y con hojas de un tamaño menor a las 4 primeras que mencionamos; las combinaciones restantes que son todas las correspondientes a la sombra densa del 75% son iguales estadísticamente y poseen las hojas de menor tamaño o desarrollo. (Cuadro Nº 1.)

2º Altura vertical de los tallos: a) significancia para el factor "A" (cantidad de sombrío). El cálculo del error standard deja hacer el siguiente comentario: en la penumbra del 40% el desarrollo vertical de los tallos fue igual, estadísticamente, al de la plena exposición solar y tanto en aquella como en ésta se obtuvieron tallos más largos, estadísticamente, que los medidos en los tratamientos cobijados por una sombra densa del 75%. (Cuadro Nº 11.)

L A M I N A N.º I



3º Aparecimiento de ramas primarias: Los registros se practicaron tanto a la edad de $5\frac{1}{2}$ como de $6\frac{1}{2}$ meses y sólo los tratamientos de penumbra del 40% y plena exposición solar mostraron algunos pares de ramas primarias. En este caso el experimento se consideró como un factorial de $2 \times 2 \times 2$ y el "analysis of variance" no mostró diferencias estadísticamente significativas razón por la cual se sacó la siguiente conclusión: en la penumbra del 40% y en la plena exposición solar las ramas primarias aparecieron **simultáneamente**; en cambio, a la edad de $6\frac{1}{2}$ meses no habían aparecido en los cafetos levantados bajo un sombrío denso del 75%. (Cuadros III y III-bis.)

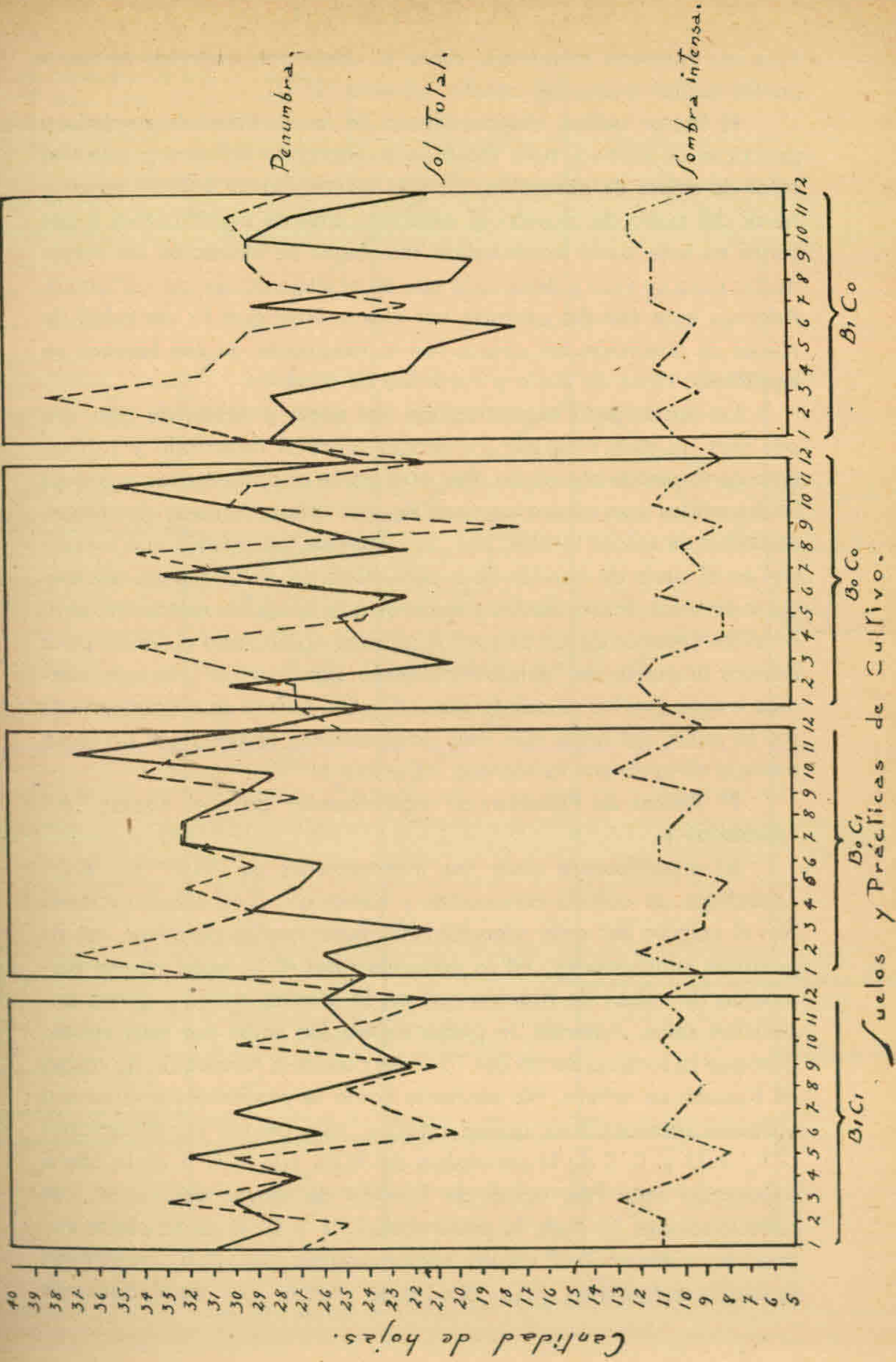
4º Número de hojas: a) significancia para el factor sombrío. Comparando las diferencias con el valor del error standard se sacó la siguiente conclusión: la penumbra del 40% no fue una ventaja sobre la plena exposición solar, en cuanto al número de hojas de los tratamientos se refiere, y tanto aquélla como ésta fueron más ventajosas que la sombra intensa del 75%. (Cuadro N° IV.)

5º Raíces Totales: a) significancia para el factor sombrío. Los resultados totales y las comparaciones con el valor del error standard del experimento dejaron ver lo siguiente: en la penumbra del 40% se concentró la mejor formación de raíces totales sin que los distintos suelos y prácticas de cultivo intervinieran para nada. La cantidad de raíces totales que se formó en la penumbra del 40% es superior, estadísticamente, a la de plena exposición solar y a la de la sombra densa del 75%. Al mismo tiempo se observó que hubo mayor formación de raíces totales en la plena exposición solar que en la sombra densa del 75%. (Cuadro N° V.) Lámina N° III.

6º Raíces de absorción: a) significancia para el factor "A" (cantidad de sombrío).

b) significancia para el factor "B" (suelos). El cálculo del error standard y las comparaciones de los resultados permiten las siguientes conclusiones preliminares: la cantidad de raíces absorbentes que se formó en la penumbra del 40% fue superior estadísticamente a la de plena exposición solar y a la de la sombra fuerte del 75%. Además, en la plena exposición solar se formaron más raíces de absorción que en la sombra densa del 75% donde fueron rudimentarias. Si comparamos estas conclusiones con las sacadas para "raíces totales" vemos que la cantidad de sombrío

LAMINA N.º II



Penumbra,

Sol Total,

Sombra intensa.

BrCi

B₀C₀

B₀C₁

BrC₀

Suelos y Prácticas de Cultivo.

tuvo su marcada influencia sobre el desarrollo de estas raíces o partes subterráneas del cafeto. Lámina N^o III.

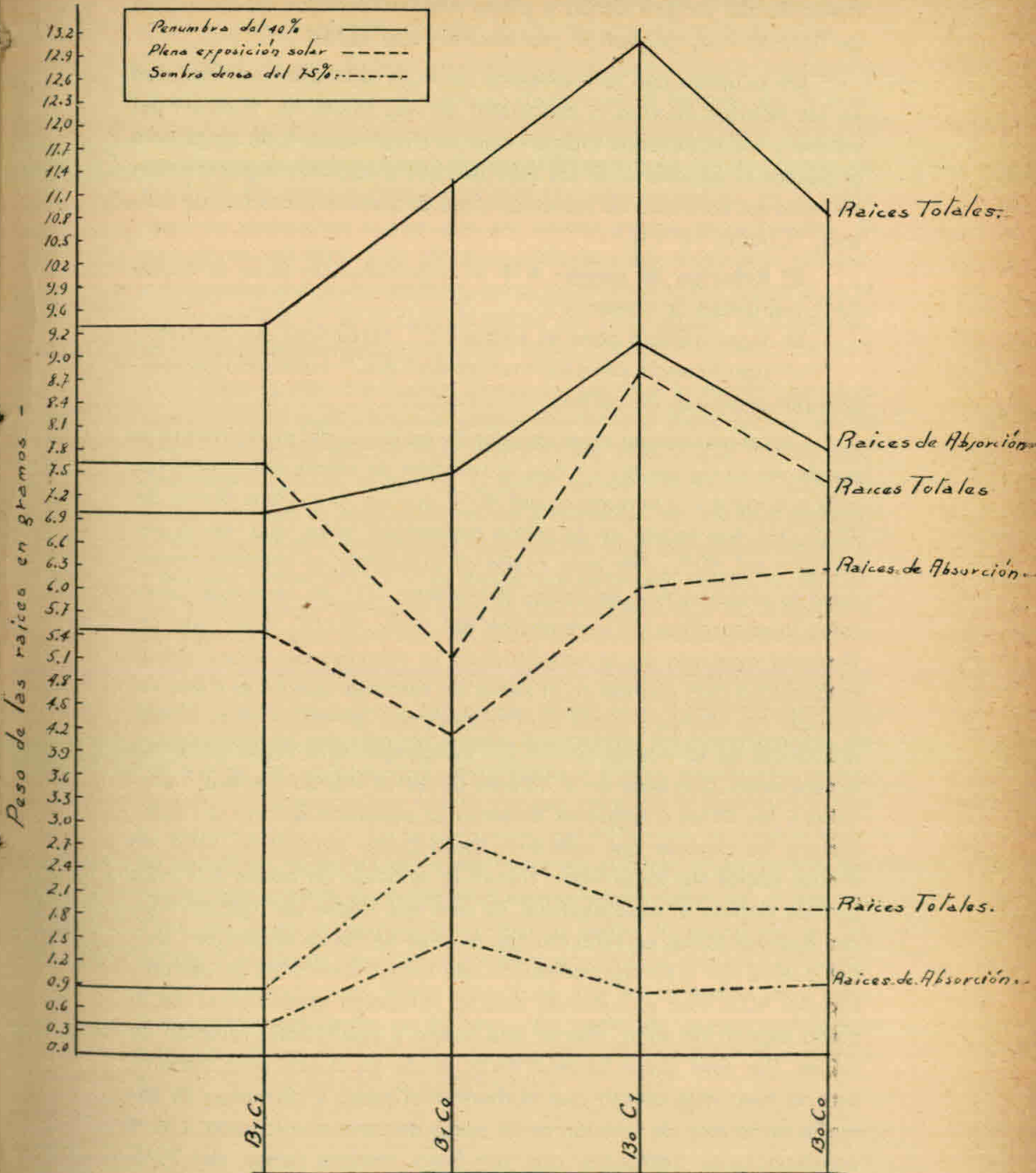
El factor suelos, independiente de la cantidad de sombrío y prácticas de cultivo, tuvo también su marcada influencia sobre el total de **raíces de absorción**, pues la diferencia de 4.9914 grms. a favor del suelo de aluvión es estadísticamente significativa y por tanto en este suelo encontraron las raíces de absorción un mejor medio para su vida y desarrollo que en el suelo de ceniza volcánica. Además este estudio permite ver claramente que la cantidad de raíces de absorción del cafeto fue la resultante de **dos fuerzas en equilibrio**: clase de suelo y cantidad de sombrío.

La remoción o escarificación del suelo a razón de una vez por mes no tuvo ninguna influencia sobre el desarrollo y formación de raíces de absorción. Por otra parte al observar los registros relacionados con altura vertical de los tallos, número de hojas, cantidad de raíces totales, etc., se nota que los cafetos que crecieron en el suelo de aluvión bajo penumbra del 40% tienen tendencia a ser más desarrollados y mejores que todos los restantes, pero en estos órganos de las pequeñas plantas no alcanza el límite para marcar el punto de "estadísticamente significativo", lo que además indica que las raíces de absorción del cafeto se mostraron como la parte del árbol que más ampliamente respondió a un buen manejo dirigido por la técnica. (Cuadro N^o VI.)

7^o Raíces de Fijación: a) significancia para el factor "A" (sombrío) y

b) significancia para las interacciones de "A C" y "B C" (prácticas de cultivo con suelos y sombrío). Las comparaciones con el cálculo del error standard del experimento permiten las siguientes conclusiones: en la penumbra del 40% hubo mayor formación de raíces de fijación que en la sombra densa y plena exposición solar. Además, la plena exposición solar fue más ventajosa que la sombra densa del 75% en cuanto a formación de raíces de fijación se refiere. No obstante como se presentó significancia para las interacciones arriba citadas, sólo en las combinaciones 0 1, 1 0 y 0 0 de la penumbra del 40% con la 0 1 de la plena exposición solar hay raíces de fijación de mayor desarrollo. Las combinaciones 1 1 de la penumbra 1: 1 y 0. 0 de la plena exposición solar y 1. 0 de la sombra densa del 75% mostraron igualdad estadística y un desarrollo medio. Las combinaciones

LAMINA N° III



Suelos y Prácticas de Cultivo.

restantes de sombra densa y plena exposición solar dieron raíces de fijación muy pequeñas, por decirlo, casi nulas.

De acuerdo con lo expresado se nota una gran variabilidad en los hábitos de vida y desarrollo de las raíces de fijación del cafeto y los resultados indican que su mejor desarrollo se obtuvo al buscar el equilibrio de las tres fuerzas o factores experimentales, esto es, cantidad de sombrío, clase de suelo y prácticas de cultivo. (Cuadro N° VII.)

8° Relación de raíces: A/F a) significancia para el factor "A" (cantidad de sombrío);
 b) significancia para el factor "C" (prácticas de cultivo);
 c) significancia para la interacción "A C" (cantidad de sombrío por prácticas de cultivo).

Con el cálculo del error standard y los datos del experimento se puede ver lo siguiente: I) que la relación de raíces del cafeto fue más grande en la penumbra del 40% que en la sombra densa del 75%; II) fue mayor en la plena exposición solar que en la penumbra del 40%. Por esta razón al aumentar el sombrío disminuyó la relación A/F de raíces del cafeto; III) en términos generales la escarificación o remoción del suelo mostró tener una influencia marcada en la amplitud de la relación de raíces siendo ésta mucho más grande en el suelo sin remover que en el suelo removido. No obstante estas conclusiones son generales pues la significancia de la interacción "A C" indica que esta regla tiene sus excepciones. Con base en el cálculo del error standard sobre 3 parcelas y los datos o registros tenemos la siguiente aclaración estadística los cafetos que crecieron bajo plena exposición solar en ambos suelos sin escarificar, tienen la relación de raíces A/F más grande debido al caso especial de que sus raíces de fijación fueron rudimentarias en relación con el peso de las de absorción; ambos suelos con o sin escarificación, de los tratamientos de penumbra del 40% con el suelo de ceniza volcánica escarificada de la plena exposición solar, dieron una buena y equilibrada relación de raíces. Por esta razón la escarificación de los suelos bajo penumbra no tuvo más objeto que aumentar el costo y disminuir el tamaño de la raíz de fijación en el suelo de ceniza volcánica. Las 4 combinaciones restantes que van bajo sombra densa del 75% mostraron una relación mucho más pequeña debido principalmen-

te a que los cafetos no dieron sino rudimentos de raíces de absorción con un desarrollo también escaso de sus raíces de fijación.

Para la conclusión general que se sacó atrás o sea que a medida que aumenta el sombrío disminuye el tamaño de la relación A/F tenemos que esta verdad sí se cumplió siempre pero sólo en el caso de ambos suelos **sin escarificar** y bajo las tres clases de sombrío. En cambio cuando se escarificaron los suelos, ya la regla tuvo su excepción o sea que en ambos suelos escarificados, la penumbra del 40% y la plena exposición solar mostraron relaciones iguales estadísticamente, pero tanto ésta como aquélla si se comparan con la de la sombra densa del 75% siguen confirmando la conclusión primera.

Para la otra conclusión general o sea que la escarificación o remoción del suelo impone una considerable disminución en la amplitud de la relación A/F, vemos que esto sí fue cierto pero únicamente en los suelos de la plena exposición solar se cumplió el caso de que la no escarificación o remoción de aquéllos provocó la formación de una relación muy ancha. Bajo penumbra del 40% y sombra densa del 75% la diferencia entre los cocientes de raíces formadas en ambos suelos es tan pequeña que no alcanzó a ser significativa.

La no escarificación del suelo en ambas clases cuando el cafeto creció bajo plena exposición solar, hizo aumentar considerablemente la relación de raíces. En cambio la escarificación de los suelos, en cafetos que levantaron a plena exposición solar, marcó una disminución fuerte de esa relación y equilibró mejor el sistema radicular. En la penumbra del 40% y en la sombra densa del 75%, tanto en un suelo como en el otro, la escarificación no produjo alteración estadísticamente significativa en comparación con la no escarificación y por lo tanto la remoción de los suelos a razón de una vez por mes fue inútil, si con ella se pensó buscar un mejor equilibrio de raíces. Por el contrario más bien fue contraproducente en el caso del suelo de ceniza volcánica bajo penumbra del 40% puesto que hizo disminuir el tamaño de la raíz de fijación. (Cuadro N° VIII.)

CLASIFICACION DE LOS RESULTADOS DEL EXPERIMENTO
EN TRES GRUPOS PRINCIPALES DE 1ª A 3ª MAGNITUD

Cuadro Nº 10

Características de los árboles de café	A2 100% sol + 0% sombra				A1 40% sombra + 60% sol				A0 75% sombra + 25% sol			
	B1 Suelo de ceniza volcánica		B0 Suelo de Aluvión		B1 Suelo de ceniza volcánica		B0 Suelo de Aluvión		B1 Suelo de ceniza volcánica		B0 Suelo de Aluvión	
	Cl Esca- rif.	Co No Esca- rif.	Cl Esca- rif.	Co No Esca- rif.	Cl Esca- rif.	Co No Esca- rif.	Cl Esca- rif.	Co No Esca- rif.	Cl Esca- rif.	Co No Esca- rif.	Cl Esca- rif.	Co No Esca- rif.
	Magnitud				Magnitud				Magnitud			
Tamaño de las hojas	2ª	2ª	1ª	2ª	1ª	1ª	1ª	2ª	3ª	3ª	3ª	3ª
Altura vertical de los tallos	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	3ª	3ª	3ª	3ª
Aparecimiento de ramas primarias	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	3ª	3ª	3ª	3ª
Cantidad de hojas	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	1ª	3ª	3ª	3ª	3ª
Raíces totales	2ª	2ª	2ª	2ª	1ª	1ª	1ª	1ª	3ª	3ª	3ª	3ª
Raíces de absorción	2ª	2ª	2ª	2ª	1ª	1ª	1ª	1ª	3ª	3ª	3ª	3ª
Raíces de fijación	2ª	3ª	1ª	2ª	2ª	1ª	1ª	1ª	3ª	2ª	3ª	3ª
Relación de Raíces A/F	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	1ª	1ª	1ª	3ª	3ª	3ª	3ª

La clasificación propuesta está basada en el cálculo del "error standard" del experimento.

PRINCIPALES CUADROS DE RESUMEN

DENSIDAD DEL SOMBRIO	PESO DE LAS RAICES	
	Promedio de "raíces totales" por café, gramos	Promedio de "raíces de absorción" por café, gramos
Penumbra del 40%	1,8635	1,3193
Plena exposición solar	1,2142	0,9173
Sombra densa del 75%	0,3163	0,1582

CLASE DE SUELOS	PESO DE LAS RAICES DE ABSORCION			TOTAL SUELOS
	Plena exp. solar. gramos	Penumbra del 40% gramos	Sombra Densa del 75% gramos	
Aluvión del río Chinchina	12,3542	17,0768	1,8036	31,2346
Ceniza volcánica	9,6612	14,5882	1,9938	26,2432
Total sombrías	22,0154	31,6650	3,7974	57,4778

Diferencia = 4,9914 grms. est. signif.

PRACTICAS DE CULTIVO	PESO DE RAICES TOTALES			TOTAL PRACTICAS DE CULTIVO
	Plena exp. solar. gramos	Penumbra del 40% gramos	Sombra Densa del 75% gramos	
Suelo Escarificado	16,4590	22,6513	2,8382	41,9485
Suelo sin escarificar	12,6838	22,0728	4,7540	39,5106
Total sombrías	29,1428	44,7241	7,5922	81,4591

Diferencia = 2,4379 grms. - NO signif.

PRACTICAS DE CULTIVO	PESO DE LAS RAICES DE ABSORCION			TOTAL PRACTICAS DE CULTIVO.
	Plena Exps. Solar. gramos	Penumbra del 40% gramos	Sombra Densa del 75% gramos	
Suelo Escarificado	11,5552	16,2844	1,3342	29,1738
Suelo sin Escarificar	10,4602	15,3806	2,4632	28,3040
Total Sombrías	22,0154	31,6650	3,7974	57,4778

Diferencia = 0,8698 grms. - NO signif.

AGRADECIMIENTOS

El autor de este trabajo presenta sus agradecimientos al doctor Ramón Mejía F., Jefe del Departamento Técnico y al doctor Emilio Latorre H., Director del Centro Nacional de Investigaciones de Café por el permiso especial para desarrollar el proyecto presentado, y por las valiosas sugerencias hechas para determinar el área de las hojas: al Ing. Agr. Jesús M^a Villa V. Auxiliar de la Sección de Genética por los cuidados de asistencia y colaboración en las observaciones y registros de campo; al doctor Carlos Madrid S., por sus valiosas observaciones en materia de suelos; a los Ingenieros Agrónomos Pedro J. Alarcón Ch. y Luis Molina B., tanto por los análisis de fósforo de los suelos como por los dibujos de las láminas publicadas; al Ph. D. Bernardo G. Capó, Jefe del Departamento de Agronomía de la Estación Experimental de Río Piedras

(P. R.) por la confirmación del desarrollo de la fórmula para calcular el "error standard"; al Químico Alfonso Uribe y Enrique Londoño J., por los análisis físico-mecánicos de los suelos y la valiosa y oportuna ayuda en la extracción y peso de las raíces. El autor hace también extensivos sus agradecimientos a todas las personas que en una u otra forma le prestaron su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

CONCLUSIONES

1ª De los tres factores experimentales el que más influyó sobre la vida y desarrollo del cafeto en todos sus órganos fue el relacionado con la "densidad del sombrío".

2ª De las tres densidades de sombrío la que mejor se comportó fue la de "penumbra" del 40% de sombra con 60% de sol.

3ª En términos generales la "plena exposición solar" fue mejor que la sombra densa del 75%.

4ª Donde se notó mayor influencia de la densidad del sombrío sobre el desarrollo del cafeto fue en el tamaño de las hojas y muy especialmente en la cantidad de raíces "totales y de absorción".

5ª El factor "suelos" mostró su diferenciación principal en la influencia que tuvo sobre la formación de "raíces de absorción" y ocupó el segundo orden de importancia en la escala de factores experimentales.

6ª En el "suelo de aluvión" del río Chinchiná se formaron en total más raíces de absorción que en el "suelo de ceniza volcánica".

7ª El factor "escarificación del suelo" influyó más que todo sobre el desarrollo de la raíz de fijación del cafeto, debilitándola o estimulándola según los casos, notándose inactivo en otros y mostrando que para los fines prácticos en la crianza de cafetos normalmente equilibrados no se justificó.

8ª En ninguno de los tres niveles de sombrío se notó influencia de la clase de suelo o de la remoción de éste en cuanto a una mejor o peor formación de raíces totales.

9ª Donde más irregularidad se notó en los hábitos de vida del cafeto fue en el comportamiento de sus raíces de fijación, no

obstante la relativa influencia de la penumbra del 40% sobre el desarrollo de ellas.

10. Donde mayor desequilibrio se notó en la formación de raíces fue en la plena exposición solar, en ambos suelos sin escarificar. En este hábito especial de las raíces del árbol del café, se observó que bajo las condiciones experimentales anotadas atrás, se formaron raíces rudimentarias de fijación y aún más rudimentarias en la combinación de 2 1 0 que en la 2 0 0. Por esta razón, a plena exposición solar, sin distinción de suelos, la escarificación o remoción de éstos a razón de una vez por mes vino a afectar únicamente la raíz de fijación estimulando su desarrollo hasta el punto de llegar al doble en relación con las de los mismos tratamientos sin escarificación y no influyó para nada sobre el desarrollo de la raíces absorbentes.

11. En ambos suelos y bajo las tres densidades de sombrío la no remoción del suelo condujo a la siguiente ley: a mayor cantidad de sombrío, menor relación A/F de raíces.

12. Tanto la altura vertical de los tallos, como el apareamiento de ramas primarias y cantidad de hojas, fue igual bajo plena exposición solar y penumbra del 40%. Para el desarrollo de estos órganos del cafeto no hubo pues ninguna ventaja de la penumbra del 40% sobre la plena exposición solar pues tanto en la una como en la otra se lograron cafetos con igual desarrollo vertical, número de hojas y apareamiento simultáneo de ramas primarias en una forma totalmente independiente de los distintos suelos y prácticas de cultivo. En cambio la sombra densa del 75% fue fatal pues retardó el crecimiento de los cafetos impidiéndoles la producción de hojas y el desarrollo de las ramas primarias.

13. Permaneciendo constantes los factores "suelos y prácticas de cultivo" los cafetos mostraron hojas más desarrolladas en la plena exposición solar que en la sombra densa del 75%.

14. La cantidad de raíces de absorción del cafeto fue la resultante de dos fuerzas en equilibrio: **clase de suelo y cantidad de sombrío.**

BIBLIOGRAFIA

- COPPETTI, W. EDUARDO.—Teoría Combinatoria y Binomio de Newton. 15-20, 1943.
- DUQUE, JUAN PABLO.—Resumen de las labores de la Federación Nacional de Cafeteros en el departamento de Caldas, con especial referencia al Quindío. Informe Rev. Cafetera (Colombia). 8: 2051, 1936.
- DUQUE, JUAN PABLO.—Excursión de las Escuelas Cafeteras y reunión técnica en El Quindío. Informe Rev. Cafetera (Colombia). 7: 2260, 1938.
- ESCUELAS INTERNACIONALES DE LA AMERICA LATINA.—Levantamiento de planos con la brújula. Parte 2ª 20-34.
- ESCUELAS INTERNACIONALES DE LA AMERICA LATINA.—Astronomía Práctica. Parte 2ª 1-2. Fisher, R. A. The design of experiments. 88-116, 1946.
- F. J. ELEMENTS DE COSMOGRAPHIE. 63-103, 1920.
- FRANCO, M. COARACY.—Fotoperiodismo del Cafeto (*Coffea arabica* L). Sección de Botánica del Instituto Agron. de Sao Paulo (Brasil). Publicado en Rev. de Asociación Cafetera de El Salvador. 11: 296-302, 1941.
- GUISCAFRE, ARRELLAGA JAIME AND GOMEZ, A. LUIS.—Effect of solar radiation intensity on the vegetative growth and yield of coffee. Journ of agric. (University of Puerto Rico.) 26: 73-90, 1942.
- KLEIBER Y KARSTEN.—Tratado Popular de Física. 70-84, 1926.
- MACHADO, S. ALBERTO.—Curso de café dictado en el Centro Nal. de Inv. de Café, (Chinchiná, Col.). 1, 1941.
- MACHADO, S. ALBERTO.—Visita a algunas fincas del municipio de Sonsón (Antioquia, Col.). Informe. 1937.
- MACHADO, S. ALBERTO Y VALENCIA, M. MIGUEL.—La industria cafetera en el municipio de Yolombó, Antioquia, Col.). Informe. 1936.
- MEDINA, VICENTE.—Semilleros y viveros de café. Bol. de Ext. Agr. Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas. (Puerto Rico.) 5: 4-11, 1935.
- MILLER, C. EDWIN.—Plant physiology. 121-149, 1938.
- PATERSON, D. D.—Statistical technique in agricultural research. 237, 1939.
- SCHAUFELBERGER, PABLO.—Los suelos de ceniza volcánica del Quindío. Informe.
- THOMAS, A. S.—Observations on the root systems of robusta coffee and other tropical crops in Uganda. 48: 191-205, 1944.
- YATES, F.—The design and analysis of factorial experiments. Imp. Bur of soil Sc. Tech. Comm. N° 35, 1937.