

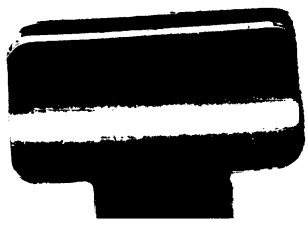
Publicación Miscelánea No. 202

ISSN 0534-5391

INNOVACIONES AGROTECNICAS EN CAFICULTURA

02.

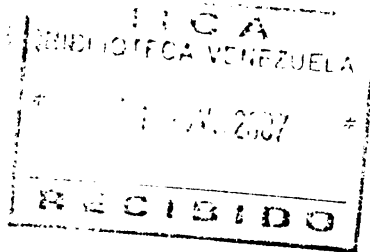
Pierre C. Sylvain



Publicación Miscelánea No. 202

ISSN 0534-5391

INNOVACIONES AGROTECNICAS EN CAFICULTURA



Pierre G. Sylvain

00000330

~~001137~~

Publicación Miscelánea No. 202

ISSN 0534 – 5391

INNOVACIONES AGROTECNICAS EN CAFICULTURA

Pierre G. Sylvain

Horticultor Emérito
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Turrialba, Costa Rica



**Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas – OEA
Zona Norte**

Presentación

Es un privilegio para el Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (PROMECAFE), el poder publicar la traducción de este trabajo que presentó en francés, el Dr. Pierre G. Sylvain, durante el VIII Coloquio Científico Internacional sobre Café, realizado en Abidjan, Costa de Marfil en noviembre de 1977.

Es una revisión sobria de los últimos adelantos más notorios en el cultivo del café. Más bien podría decirse que es una panorámica de las tendencias que se notan en la nueva tecnología. Nadie mejor que el Dr. Sylvain para hacer la difícil tarea de escoger lo prominente e importante que se conjuga en este documento.

Recomendamos muy especialmente la lista bibliográfica que se presenta al final y sobre la cual se basó la revisión.

PROMECAFE

Enero 1979

San José, Costa Rica

INNOVACIONES AGROTECNICAS EN CAFICULTURA

**Adaptado de la exposición presentada en el
VIII Coloquio Científico Internacional sobre Café
Nov. 28 – Dic. 4, 1977
Abidjan, Costa de Marfil**

Puede parecer temerario hablar de innovaciones agrotécnicas en caficultura. Siempre se ha dicho que no hay nada nuevo bajo el sol, sin embargo, hay a veces presuntos descubrimientos que demuestran solamente nuestra ignorancia sobre los trabajos de nuestros predecesores.

En esta exposición se verá como muchas de las técnicas se practicaron desde tiempos inmemoriales, y nos daremos cuenta que, las innovaciones no consisten generalmente en la novedad de las prácticas, sino más bien en la forma de efectuarlas, pues, un sencillo cultivo primitivo se cambia en un cultivo científico.

No cabe duda que existen progresos en los métodos de cultivo del café si se consideran las diferencias de rendimientos obtenidos entre los diversos países productores y aún entre las plantaciones de un mismo país, bajo condiciones ecológicas similares y con el empleo de cultivares de productividad similar. Los rendimientos por hectárea, bajo ciertas condiciones, aumentaron de manera espectacular, gracias al uso de ciertas técnicas, tanto en el cultivo de Robusta, como en el de Arábica.

Se debe destacar desde ahora, el papel de las ciencias en que se fundamenta la caficultura, particularmente los descubrimientos de orden biológico y físico-químico, que fueron base para la investigación aplicada que a su vez condiciona el éxito de ciertos cambios de método de trabajo en el campo. Por otra parte, el desarrollo de la biometría y el uso en gran escala de las computadoras aumentan nuestra confianza en el resultado de los experimentos.

No será posible mencionar en el curso de esta exposición todos los progresos en caficultura; se mencionarán solo los que llaman más la atención. La exposición sigue las fases del desarrollo del cultivo: propagación, sistema intensivo de plantación, fertilización científica y cosecha.

1. PROPAGACION VEGETATIVA

Aunque el cafeto se propaga generalmente por semillas, no hay nada nuevo en agregar que a los métodos empleados desde hace mucho tiempo para la producción de buenos materiales de siembra, se ha añadido una tendencia cada vez mayor, la práctica de la propagación vegetativa o asexual en una mayor escala que en el pasado.

i. Uso de estacas

La propagación por estacas se usa particularmente en el cultivo del *Canephora*, especie alógama, cuya propagación por estacas es ahora muy común en los países productores. Se debe citar especialmente el impulso dado por Snoeck (68) a este método de propagación en Madagascar. Boudrand (7) recientemente publicó una revisión de literatura sobre la técnica de la multiplicación del *Canephora* por estacas. Considera que los factores que influyen sobre el porcentaje de éxito pueden ser externos (coincidencias climáticas, medio de propagación, productos antiparasitarios) o internos (condiciones genéticas y fisiológicas, forma de la estaca, etc.). Sobre estas bases, se adoptó una técnica que permite obtener porcentajes elevados de éxito.

En varias regiones, parcelas de multiplicación de una hectárea de terreno pueden producir hasta 2 millones de estacas por año (68).

La propagación del *Arábica* por estaca no se ha usado todavía en gran escala, aunque desde hace mucho tiempo se han practicado técnicas avanzadas (22, 23, 24) sobre este sistema. Con la gran importancia que tienen ahora los híbridos de *Arábica*, el uso

de estacas resulta de gran importancia para activar los trabajos de mejoramiento genético (22). Los diversos aspectos de la propagación del *Arábica* por estacas fueron estudiados recientemente por Vossen y Laak (80). Se llegaron a obtener más de 90% de estacas enraizadas, en un intervalo de 12 semanas, sin tener que recurrir a propagadores costosos ni instalaciones sofisticadas para la nebulación o el calentamiento del suelo. Los métodos adoptados permiten la multiplicación de clones de *Arábica* en gran escala.

ii. Cultivo de tejido

Los cultivos de tejido, que se pueden considerar como una forma de estacas, parecen estar a punto de pasar del estado de método de investigación al de un medio rápido y rentable de propagación vegetativa. Herman y Hass (31) partiendo de segmentos de hojas de *Arábica* de 25 mm² pudieron obtener plántulas después de 7 meses de incubación total sobre agar. Estas plántulas fueron trasplantadas en condiciones estériles a un medio con suelo y vermiculita cuando llegaban a una altura de 4 a 5 cm. En una comunicación personal, Herman anuncia que obtuvo una planta de crecimiento normal en producción este año. Para una propagación de tipo comercial deberán emprenderse estudios más profundos sobre equipo y costos. De todas maneras, se puede suponer que la rapidez de multiplicación de los árboles escogidos sería muy elevada si se considera que se puede obtener varias plántulas partiendo de 25 mm² de hojas y que un cafeto puede fácilmente tener una superficie foliar de 500 a 1.500 dm². Además, las hojas pueden cogerse de ramas plagiotrópicas y ortotrópicas. En el caso del crisantemo se estima que por medio del cultivo de tejidos se pueden obtener 90.000 millones de plantas de 15 cm durante el curso de un año con una sola estaca (19). Recientemente, Monaco et al. (51) ha señalado la posibilidad del uso comercial de la técnica de cultivo de tejidos en la propagación vegetativa del cafeto.

iii. Injerto

El injerto no es de uso corriente en el cultivo del cafeto aunque su utilidad y rentabilidad, en algunas ocasiones, está indicado en trabajos recientes. El injerto hipocotiledonar se practica

ahora en Guatemala en una escala comercial como método para el control de nemátodos. Reyna (64) describe en detalle el procedimiento que consiste en un injerto de cuña de una plántula de la cual se corta el cotiledón antes de su apertura. El injerto se extrae de una plántula cortada a alrededor de 2 cm debajo del cotiledón. La operación es fácil y un obrero puede hacer 125 injertos en el día. Las plántulas jóvenes se colocan en un propagador bajo sombra durante 50 a 60 días. Se logró 95% de prendimiento por medio de este método. Se debe admitir que no se trata exactamente de propagación asexual porque son dos elementos originados de semilla que se injertan. El método, sin embargo, es muy útil para el control de ciertas enfermedades y plagas de la raíz, a las cuales el patrón es resistente. Además, el patrón puede, a veces adaptarse mejor a ciertas condiciones ecológicas que el injerto. Por ejemplo, en una región de Madagascar, plantas de Robusta injertadas sobre Congensis en 1969, produjeron desde 1971, mientras que las plantas de semillas sembradas el mismo año, no empezaron a producir, sino hasta 1973 (37).

En Santa Tecla, El Salvador, se llevó a cabo un ensayo comparando Bourbon sin injertar con Bourbon injertado sobre varios patrones de tipo Canephora y Congensis. El método de injerto era también hipocotiledonar. Después de 5 cosechas, el promedio de rendimiento de las plantas sin injertar fue alrededor de 2.000 K/Ha, mientras que las injertadas sobre Quillou alcanzaron más de 3.000 K/Ha. Todos los otros tratamientos injertados tuvieron un rendimiento promedio más alto que el testigo. Los patrones usados fueron Quillou, Congensis U. Híbrido, Laurentii y Robusta (1).

Hay que mencionar un nuevo método de injerto que permite propagar los clones sobre patrones, presentando cualidades especiales; es la técnica del injerto que se hace enchapando una yema y conservando la hoja. Las dos operaciones, injerto y preparación de la estaca, se hacen simultáneamente. Un injertador puede hacer 80 injertos-estacas al día. El porcentaje de éxito y de enraizamiento varía de 80 a 90%. Esta técnica ha sido usada injertando un Robusta sobre el Híbrido Congusta. Las plantas

obtenidas se siembran en lugares donde el Congusta tiene un mejor desarrollo que el Robusta por razón de suelo.

En cualquier forma de injerto, hay que considerar la compatibilidad entre el injerto y el patrón, sobre todo cuando se trata de especies diferentes. Se reporta de Brasil, un excelente prendimiento del Arábica, tanto sobre *Canephora* como sobre *Dewevrei* y *Libérica*, siempre con el injerto hipocotiledonar (30). Sin embargo, se trata solo de un buen prendimiento ya que el desarrollo posterior no se conoce.

Un método de injerto sobre chupones ha sido probado en Kenya, haciendo posible la transformación rápida de una plantación de cafetos adultos de semilla en un huerto clonal (81).

Al emplear dos especies diferentes para el injerto, una puede ser un buen patrón para la otra, pero la reciprocidad no es necesariamente segura. Así, en Turrialba, Costa Rica, se obtuvo con el injerto hipocotiledonar un buen prendimiento y una buena producción de Arábica injertado sobre *C. bengalensis* mientras que los *bengalensis* sobre el Arábica presentaban un crecimiento débil y se murieron después de poco tiempo. Esto no es una recomendación del *bengalensis* como patrón, porque se ignora su efecto sobre la calidad de la bebida de las plantas obtenidas. Se debe siempre estar seguro que el patrón no tiene una mala influencia sobre las cualidades organolépticas y no tiene el peligro de introducir factores tóxicos en los granos de las plantas injertadas. Esto tiene una importancia especial en el caso de los patrones que provienen de especies silvestres.

Parece que el injerto, particularmente empleando métodos rápidos, tiene un futuro en la caficultura, y sus ventajas no han sido todavía suficientemente explotadas.

2. SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCION

El concepto actual en el cultivo del café obliga a distinguir entre el sistema intensivo y el sistema extensivo de producción. El sistema intensivo se caracteriza por la ausencia de, o la presencia

de muy poca sombra, una densidad alta de plantas por hectárea y una fertilización adecuada. Ofrece rendimientos de los más elevados. El sistema extensivo exige menos gastos, utiliza bastante sombra para disminuir las actividades fisiológicas de la planta y por esta razón, necesita menos fertilizantes; los rendimientos son, a menudo, muy bajos.

Se considerarán pues, los componentes principales del sistema intensivo de producción: el problema de la sombra, el índice de superficie foliar y las densidades altas de plantación. La fertilización científica se considerará posteriormente como un tema separado.

i. Problema de la sombra

El rendimiento depende de la producción de la materia seca resultante de la fotosíntesis, que a su vez, es función de una luz apropiada. Uno de los primeros estudios fundamentales sobre la fotosíntesis, aparentemente fue realizado por Nutman (57). Este investigador demostró que una fuerte intensidad luminosa reduce la asimilación de clorofila de las hojas individuales de café arábica. Hace poco, Nunes et al. (55), sirviéndose de plantas jóvenes provenientes de estacas de 9 meses de edad y con una altura de 40 cm. y cerca de 45 hojas, concluyeron que por cada grado centígrado encima de 24°C se podía esperar una disminución de cerca del 10% en la producción de la materia seca; en consecuencia, a 34°C esta producción se acerca a cero.

La composición genética parece jugar un papel importante en esta reacción al calor: Nunes et al. (56) comparó tres tipos S 288-23 (un cultivar de la India derivado de un cruce de *C. arabica* con *C. liberica*), un arábica de la región de Jimma, Etiopía y dos robustas Sa 34 y B.P. 42 y 809. Encontraron que el S 288-23 tenía la fotosíntesis neta más elevada y la menor disminución de la temperatura de 20°C a 29°C era cerca de 75% en el Jimma, 67% en los robustas y solamente 60% en el S 288-23.

Los partidarios de la sombra citaron a menudo a Nutman sin indicar que el resultado obtenido con las hojas individuales no

puede aplicarse a todo el sistema foliar de la planta, considerando que existe bastante autosombreamiento en un cafeto bien desarrollado. Franco, citado por Huxley (34) encontró que las hojas internas del cafeto arábica adulto reciben en ciertos casos solo 10% de la luz del día. Huxley (34) notó cifras similares en el robusta en Kabanyelo, Uganda. En el caso de algunas especies, las hojas exteriores alcanzan el máximo de fotosíntesis al tercio de la intensidad luminosa que requiere la planta entera para llegar a su máximo (72).

El experimento de Nunes et al (55) se hizo sobre una planta entera, sin embargo, a los nueve meses había todavía poco autosombreamiento y nada del sombreado mutuo encontrado en el campo. Uno de los fines de la fuerte densidad de plantación es justamente utilizar el sombreado mutuo para que reemplace el que proveen los árboles de sombra.

A propósito del efecto de la temperatura sobre la fotosíntesis, Gómez et al. (26) utilizando plantas de caturra sembradas en pleno sol a 2 m x 2 m compararon la temperatura de las hojas autosombreadas con la de las hojas al sol. La diferencia entre una hoja expuesta y una hoja a la sombra era de 10°C.

Fue establecido que de manera general, la sombra excesiva disminuye la producción de la materia seca de la cual depende en gran parte el rendimiento (2, 14, 52).

Sin embargo, como lo indica Coste (17) el estudio de la sombra debe hacerse asociándolo con otros factores como los edáficos, cuidados culturales, poda, fertilización, etc.

Después de lo que se dijo anteriormente, uno puede preguntarse por qué en América, a excepción del Brasil, la mayoría de las plantaciones están todavía cultivadas bajo sombra. Esto se justifica ya que la presencia de sombra es una especie de seguro. En ciertas condiciones, se hace imposible proveer los cuidados que requieren las plantaciones en pleno sol. Una baja del precio del café unida a un aumento del costo de los abonos podría ser

nefasta para una plantación completamente sin sombra (58). Sin embargo, es una gran ventaja tener la seguridad de que si la sombra está bien controlada y nunca es demasiado densa, se pueden obtener rendimientos muy elevados.

Se ha postulado que con la intensificación de ciertas prácticas culturales, el café puede sembrarse a pleno sol en cualquier zona de producción. Pero desde el punto de vista económico, no es posible garantizar que el aumento de cosecha obtenido será lo bastante importante en todos los lugares como para cubrir los gastos adicionales (2).

En Costa Rica, se practican dos podas fuertes por año de los árboles de sombra, descopándoles alrededor de los 50 cm o 1 m arriba de los cafetos, quedando a veces los troncos completamente desnudos; otras veces, se dejan una o dos ramas llamadas "chimenea". Esta operación se practica en intervalos de 5 a 7 meses, en enero-febrero y mayo-junio en la zona del Atlántico; marzo-abril y agosto en la Meseta Central (46). De tal manera que después de la poda hay de un 10 a 15% de sombra y más tarde de un 25 a 30%. Este método, unido a los otros recomendados para un sistema intensivo de producción, da al país un rendimiento promedio de más de 1.000 kilos café oro por Ha.; este rendimiento puede alcanzar 3.000 kilos y más en las mejores fincas. En el caso del alza de precio de los abonos y de baja de los precios de café, es fácil dejar crecer un poco los árboles de sombra para aumentar el nivel de sombreado. Sería recomendable dirigir las investigaciones hacia las mejores épocas de poda de los árboles de sombra, de acuerdo con los factores ecológicos y las fases de desarrollo del cafeto.

ii. Índice de área foliar

De acuerdo con Cannell (10), los sistemas intensivos de producción presentan problemas de manejo pero, al final, son la única manera de explotar plenamente la energía que proviene de la radiación y de los otros recursos del medio ambiente. Hemos visto que para lograr este resultado, hay que tener una buena iluminación. Otro factor muy importante en la explotación de la

energía es una gran superficie foliar calculada por medio del índice de área foliar, IAF. Este índice, según Boyer (8) indica el área total del follaje desarrollado por unidad de superficie del terreno, por ejemplo, un índice de 3 significa que sobre una hectárea de terreno hay un área foliar de 3 hectáreas. Huerta y Alvim (33) consideran que la capacidad de fotosíntesis de un cultivo depende principalmente de su índice de área foliar. Valencia (76) estudió en Colombia la relación entre el índice de área foliar y la productividad del cafeto. El ensayo se llevó a cabo en una parcela experimental de caturra con 3 densidades de plantación: 10.000, 5.000 y 2.500 plantas por hectárea, recibiendo 3 toneladas de abono por año, con una fórmula 12-12-17-2 en 4 aplicaciones. Los valores del IAF mostraron, en el curso de 4 años, una tendencia a aumentar con las más altas densidades de siembra. Durante los tres primeros años, la producción de café aumentó en función del aumento de la densidad de siembra. Las cosechas más elevadas fueron obtenidas con un índice de 7.97 en el mes de junio. Cifras cercanas a este índice óptimo fueron notadas con una densidad de 10.000 plantas por hectárea los primeros años, y de 5.000 por hectárea en el cuarto año.

Como lo indica Cannell (10) la tasa de desarrollo del cultivo sigue aumentándose hasta sumas elevadas del IAF porque el punto de compensación de las hojas con sombra es generalmente menos del 1% de la radiación solar recibida durante un día tropical con sol cuando la luz puede penetrar a través de varias capas de hojas.

iii. Densidad de siembra

Estos últimos años se han realizado un gran número de ensayos sobre la densidad de siembra y la tendencia moderna, se puede decir la innovación, es poner los cafetos en el campo con distancias muy inferiores a las del pasado. Puede recordarse que los textos antiguos recomendaban generalmente para el arábica un distanciamiento de 3m x 3m, alrededor de 1.100 plantas por hectárea. Ahora, 5.000 plantas por hectárea se considera como una norma aceptable por muchos servicios de extensión.

Esto es el resultado de muchos ensayos de los cuales se citarán algunos. Cowgill (18) con base en los resultados obtenidos desde 1945, recomendaba en 1954 el sistema de cafetos plantados en setos a pleno sol. En Puerto Rico, Vicente-Chandler et al. (77) practicaron con 30% de sombra un ensayo de densidades de siembra oscilando de 755 a 6.047 plantas/Ha. En un período de 7 años, el promedio máximo de rendimiento se obtuvo con la densidad de 6.047 plantas/Ha, alcanzando 1.578 libras por cuerda o alrededor de 1.800 K/Ha, mientras que en la más baja densidad de 755 plantas/Ha. el rendimiento era solo de 386 K/Ha.

En Rosario, México, en un ensayo con la variedad Bourbon, comparando las densidades de plantación de 833 a 2.222 plantas/Ha, los promedios de 8 cosechas fueron, respectivamente, 600 y 2.230 K/Ha.

En Costa Rica, empleando densidades de 5.000, 3.300 y 2.500 plantas/Ha, se obtuvo un efecto lineal positivo con 16% de aumento de rendimiento para cada reducción en la distancia de siembra (61). Se están realizando ensayos en la Estación de Foubot, Camerún con Caturras plantados con densidades de 1.250, 2.500, 5.000, 7.500 y 10.000 plantas/Ha (37). Tenemos informes solo de la primera cosecha, que dio 1.280 K/Ha con la distancia menor y 42 K/Ha con la mayor (40).

Se debe señalar que en algunos países a veces se ponen varias plantas (40) en un mismo hueco y la densidad es mayor de lo que se cree.

En Tanzania (49), con huecos de plantación a una distancia de 2,75m x 2,75m e introduciendo una, dos, tres o cuatro plantas por hueco, la producción se incrementó de 27% a 65% respectivamente, empleando 2 y 4 plantas en lugar de una sola.

En Venezuela, el Ministerio de Agricultura recomienda sembrar 2 plantas por hueco. Se pueden obtener almácigos de buena calidad para fines de trasplante, introduciendo dos plántulas en la misma bolsa de polietileno, economizándose cerca del 50% del costo (5).

En 1968 en Nairobi, tuvo lugar un seminario muy importante para hacer el estudio de los sistemas de intensificación del cultivo del café en Kenya y para dar ideas sobre las investigaciones que deben realizarse (35). Con la participación de 83 miembros, se mencionaron los aspectos más diversos de la intensificación, tales como el efecto que puede tener esta sobre las necesidades de agua, la fertilización, los insectos y las enfermedades y sobre la economía de las plantaciones. Después de esta reunión, se iniciaron una serie de ensayos en varias regiones del país. Estos ensayos toman en cuenta no solo la densidad, sino también el arreglo de las siembras, por ejemplo, el empleo de setos, de bloques y de plantaciones intercaladas en las parcelas viejas. Los problemas principales son la poda y las aspersiones. En lo que se refiere a la poda en densidades de 2.200, 5.000 y 7.500 plantas/Ha, los árboles son recepados de acuerdo a ciclos de 3, 4, 5 o 6 años. Para facilitar las aspersiones se pueden dejar calles de tres metros de ancho cada 10-15 metros (49). En uno de los ensayos se obtuvo, con 8.970 plantas/Ha, un promedio de 5.390 K/Ha de café oro para las dos primeras cosechas (50).

Browning y Fisher, con el uso de un diseño experimental en abanico, obtuvieron los más altos rendimientos en la primera cosecha del cultivar S.L. 28 a una densidad de 20.000 plantas/Ha. Para la cosecha siguiente, la densidad óptima promedio para todos los ensayos, con el mismo cultivar, fue de 5.600 plantas/Ha (9).

3. FERTILIZACION CIENTIFICA

El empleo de fertilizantes, tanto orgánicos como químicos, no es una práctica reciente en caficultura. Sin embargo, ciertos textos pretendían que el cafeto no responde a los abonos artificiales. Esto puede ser posible porque a menudo los ensayos se hacían a tuestas, la cantidad de fertilizante a veces era insuficiente o, por otra parte, la sombra excesiva actuaba como factor limitante, o también la deficiencia de un oligo-elemento hacía inoperantes los otros elementos del suelo. Heron y Valdés (32) escriben que al hacer un análisis estadístico de ensayos de fertilización sobre cafetos viejos bajo sombra, no hay ninguna respuesta a menos que las

aplicaciones de abonos alcancen 1.200 K/Ha por año de una fórmula 12-6-24.

Los trabajos de estos últimos 25 años fueron los que nos trajeron la luz, a tal punto, que podemos hablar ahora de una fertilización científica del cafeto (12). Loué (43) desde 1950 trató de aplicar el método clásico de diagnóstico foliar de Lagatu y Maume en los estudios sobre la nutrición del cafeto.

Trató de establecer correlaciones entre el contenido de elementos en las hojas del café robusta y el rendimiento de la siguiente cosecha. Pudo demostrar que la mayor correlación existe cuando se toman los datos del contenido de nitrógeno el 7 de junio y de fósforo el 17 de agosto. Por su lado, Raju y Subramanian (63) encontraron que el contenido de nitrógeno y de fósforo de las muestras de las hojas de arábica recolectadas durante el mes de agosto, durante dos años, muestran indicaciones sobre los rendimientos de manera satisfactoria. Benac (6) señala acerca del arábica en el Camerún, una correlación entre el rendimiento y el contenido de nitrógeno de las hojas durante el mes de abril.

Carvajal (12) presenta algunos de los objetivos más importantes del diagnóstico foliar:

- 1) Diagnóstico de deficiencias de diversos elementos de nutrición mineral.
- 2) Guía para una fertilización económica asociada al análisis químico del suelo.
- 3) Definición de antagonismos nutritivos o desequilibrios provocados por una fertilización intensiva.
- 4) Comprobación de alteraciones en el metabolismo del nitrógeno.
- 5) Estudio de la respuesta a los abonos en función de la calidad y de la cantidad.

- 6) Comprobación de la eficacia del método de aplicación de los abonos.
- 7) Establecimiento de correlaciones entre la producción efectiva y el estado de nutrición de la planta.

En años recientes, las técnicas de análisis foliares se perfeccionaron. Se determinó la posición de las hojas que mejor convienen al estudio, las épocas mejores para la toma de muestras, y la forma del elemento a analizar. Los nuevos aparatos que permiten obtener rápidamente un gran número de determinaciones químicas facilitan el trabajo en gran escala.

Los investigadores de varios países pudieron establecer los niveles de diferencia por medio de esta técnica y publicaron cuadros que resumen el resultado de estos trabajos (12, 45, 53).

El diagnóstico foliar permite no solo estudiar la nutrición mineral de un árbol o de una plantación, sino de toda una región, si se hace un muestreo adecuado. Esta técnica fue empleada por Lott et.al. (42) para determinar la nutrición mineral de los cafetos de los estados de Sao Paulo y Paraná en Brasil, escogiendo 100 muestras, 3 veces al año, de 126 plantaciones en Sao Paulo y de 46 en Paraná.

El análisis foliar ha permitido determinar los elementos que responden mejor a las aplicaciones realizadas en forma de aspersiones a las hojas en vez de ponerlos en el suelo como se procede convencionalmente. Según Muller (53) sería el caso del fósforo, del magnesio, del manganeso y del zinc.

El uso de los radioisótopos se divulgó para estudiar la absorción y la migración de los elementos de nutrición. Notablemente en el caso del fósforo marcado, la aplicación a las hojas se encontró más eficaz para la absorción, la migración y la acumulación en diversas partes de la planta, que la aplicación realizada al suelo (28, 44, 67).

Otro método para estudiar la nutrición mineral de la planta en el curso del tiempo, es el que consiste en cultivar los cafetos jóvenes en una solución nutritiva y determinar la absorción de los elementos. Carvajal et.al. (13) calcularon la tasa de absorción mensual de los iones NO_3 , NH_4 , K, Ca, Mg y Fosfato por medio de análisis químicos semanales del sustrato, durante un ciclo vegetativo y reproductivo completo. El nitrógeno fue, de los elementos mayores el más importante, seguido por el potasio. La tasa de absorción de los elementos nutritivos parece diferente para cada elemento, durante una época dada.

El azufre es un elemento al cual no se le dio importancia durante mucho tiempo en caficultura, aunque su absorción por las plantas sanas puede ser más elevada que la del fósforo. El empleo de abono pobre en azufre o sin este elemento, puede provocar una deficiencia como lo demostraron Freitas et al. (25). En un ensayo de campo en Brasil, aplicaron en la forma de yeso de 0 a 120 lbs. por acre (alrededor de 132 K/Ha). Durante los diez años de este experimento, las aplicaciones del azufre aumentaron los rendimientos de 1.320 K/Ha hasta 2.400 K/Ha, para el mejor tratamiento de 66 kilos de azufre por hectárea. Un caso severo de deficiencia de azufre en El Salvador, fue señalado en cafetos jóvenes de arábica creciendo en pleno sol, sin abono, en un suelo blancuzco derivado de andesita; la aplicación de una fuerte dosis de nitrato de amoníaco intensificó la deficiencia al punto que se murieron muchas plantas; las aplicaciones al suelo de sulfato de amonio o sulfato de potasio corrigieron fácilmente la deficiencia (53).

La deficiencia de cobre fue recientemente estudiada en varios estados del Brasil. Contenidos inferiores a 4 ppm en las hojas, se considera insuficiente. Las hojas nuevas muestran unas ondas bien visibles en la superficie inferior, y se atrasa el crecimiento. Sesenta días después de un tratamiento de cobre, similar al empleado para combatir la roya, causó un aumento del 80% en el peso seco de almácigos deficientes, en comparación con los testigos (3).

Las deficiencias de ciertos oligo-elementos son causa de grandes reducciones en el rendimiento, mientras que en otros casos, los efectos nocivos no son tan fáciles de detectar. Se señalan por ejemplo, aumentos de rendimiento del orden de 285% en Costa Rica (75) y de 300 a 500% en Guatemala (53) después del tratamiento contra la deficiencia de boro. La deficiencia de zinc puede volver una plantación casi improductiva; su control no es difícil y resulta de gran importancia económica. Además, las aplicaciones de zinc aumentan el tamaño de los frutos (53).

El problema de la fertilización científica se complica todavía por muchos factores tales como las interacciones entre varios elementos, por ejemplo, el efecto de fuertes aplicaciones de potasio sobre el contenido en magnesio. Este efecto, muy conocido, puede variar según los clones de robusta. En Costa de Marfil se obtuvieron respuestas diferenciales a los abonos, usando los clones 146 y 461 (38).

Otro punto importante es el de la toxicidad. En ciertos casos, existe una mínima diferencia entre el contenido deficiente de un elemento y la toxicidad. En este caso, se debe actuar con muchas precauciones para la aplicación de los tratamientos.

La toxicidad del manganeso fue una de las más estudiadas. Un contenido elevado de manganeso soluble puede presentarse en suelos muy ácidos, lo que puede disminuir seriamente la concentración de hierro y de zinc en las hojas (53). La aplicación de quelatos dio un buen control de la toxicidad del manganeso en Brasil, con un aumento de rendimiento de 240% en los cafetos arábicos jóvenes acompañado de una reducción de este elemento en las hojas de 1.113 ppm a 552 ppm (48). El uso de encaladura y de cobertura vegetal tuvo éxito en el control de esta toxicidad (53).

4. COSECHA

La cosecha siempre ha sido considerada como un problema importante en la producción de café. Aquí, no se trata del aumento de los rendimientos, sino de la disminución del costo de pro-

ducción. Aunque varía mucho según el valor del jornal, se estima que esta operación representa, en general, 40 a 60% del costo de producción (11, 41). En Brasil, donde el sistema de cosecha no toma tanto en cuenta la cogida de los frutos maduros aparte, la operación no es tan costosa.

Si no se ponen en marcha los nuevos métodos que hacen más efectivos los sistemas actualmente en uso, el precio relativo de la producción será todavía más elevado, ya que en casi todo el mundo, los peones están siendo justamente mejor pagados. Por otra parte, en algunas regiones, no se trata solamente de un asunto de costo, sino de la escasez de la mano de obra, que obliga a veces a estratagemas para encontrar los trabajadores necesarios en el momento deseado; por ejemplo, hacer coincidir las vacaciones escolares con la cosecha para que los estudiantes puedan ayudar. Los órganos de información también ayudan, señalando que es un deber patriótico participar en la recolección de la cosecha de café.

Existen ciertos medios para facilitar la cosecha: por ejemplo, el uso de variedades de alta productividad (11). En ciertos países, se utilizan ganchos y cuerdas que liberan una de las manos del que recoge, lo que facilita su trabajo. Sin embargo, esto no parece ser suficiente.

La duración de la cosecha varía, de algunas semanas a varios meses, según las regiones. Esto depende de la latitud, con su efecto sobre la duración de los días, de los factores genéticos y del clima, especialmente de la distribución de las lluvias. El papel de las precipitaciones sobre la floración y eventualmente la cosecha, es muy conocido, desde que apareció la obra clásica de Porteres (62). Determinaron en Turrialba, Costa Rica, a 9° de latitud norte, que los días son bastante cortos durante todo el año para provocar la iniciación floral (54) y como no existe una verdadera estación seca en este lugar, el clima es favorable a la floración durante una gran parte del año, y hay ciertas variedades cuyas ramas al mismo tiempo tienen frutos maduros, frutos verdes y flores. Como para obtener café de buena calidad hay que practicar la colecta selectiva, es decir, cosechar solo los frutos maduros,

a menudo ocurre que es necesario efectuar 10 o 12 recolecciones en el curso de una estación, lo que aumenta mucho los gastos.

i. Acción del Etephon sobre la concentración de la época de maduración.

Concentrar la época de maduración, para disminuir el número de recolecciones, ha sido considerado siempre como un factor importante, y desde los primeros descubrimientos sobre los efectos fisiológicos de las sustancias de crecimiento, los investigadores de café trataron de utilizarlos para resolver el problema.

El efecto del ethrel o etephon, ácido 2-cloroetil-fosfórico, sobre la maduración de muchos frutos, condujo a numerosos estudios sobre el empleo de este producto para la concentración de maduración del café. En menos de diez años, se llevaron a cabo muchos ensayos en este sentido en varios países, y ahora existe una literatura muy amplia sobre este asunto, aunque haya todavía muchas dudas por aclarar. Recientemente, Claude (15) presentó una revisión de esta literatura y los interesados pueden encontrar informaciones detalladas que sería demasiado largo de presentar aquí.

El efecto del etileno sobre la maduración de las frutas es conocido desde varios años. Los ensayos sobre el café presentaron ciertas contradicciones. Esto se debe al hecho de que una serie de factores entran en acción, la época y el método de aplicación y la constitución genética del material tratado.

Se citarán solamente algunos datos, de varios resultados de primer orden, obtenidos con ethrel sobre la anticipación de la maduración. Con el robusta, Gopal (27) obtuvo en la India, tres veces más frutos maduros, 90% en vez de 31% para el testigo, 9 días después del tratamiento. En Abengourou, Costa de Marfil, se recogieron 98% de los frutos de robusta, 12 días después del tratamiento contra 34% del testigo (38).

También en Costa de Marfil, Snoeck (69) informa que con las mejores dosis de etephon, 3 cogidas son suficientes para la

cosecha, mientras que ocho fueron necesarias para los testigos. En Kenya, se encontró que en el curso del primer mes después del tratamiento del arábica a 1.400 ppm, 64% de cerezas fueron cosechadas contra solamente 20% para los testigos (11).

La concentración del producto empleado varía mucho según los ensayos, y afecta no solo su eficacia, sino también su fitotoxicidad.

En general, la dosis más comúnmente empleada parece estar alrededor de 1.500 ppm, aunque existen muchas excepciones. Marcondes et al. (47) encontraron que se necesitaba una concentración de 4.800 ppm para obtener un efecto sobre la maduración del arábica mientras que Dyebade (60) reporta un buen efecto sobre la maduración con 300 ppm.

El método de aplicación fue también estudiado y ahora se admite que es necesario aplicar el producto, no sobre las hojas sino directamente sobre los frutos (27, 69). Gopal (27) encontró también que si se practica el tratamiento sobre solamente la mitad del árbol, esto no tiene efecto sobre la otra mitad.

El etephon no se utiliza todavía en gran escala, a pesar de las ventajas que presenta su uso. Esto se debe a los imprevistos que surgen si el producto no se aplica bajo condiciones ideales. Al comienzo de los estudios, se notó su fitotoxicidad, caracterizada particularmente por una defoliación excesiva y una caída prematura de los frutos (66, 74). Esto, sin embargo, puede ser controlado empleando dosis no muy fuertes del producto. Los efectos sobre la calidad, tanto física como organoléptica del café son de gran importancia. Arcila Pulgarin (4) encontró 50 a 70% de cerezas de color castaño después de la aplicación del ethrel con una concentración de 1.000 ppm. En Costa de Marfil se notó que las dosis de 1.500 ppm son necesarias en los clones más alejados de la madurez para obtener de 50 a 97% de concentración; de esto resulta una depreciación del café oro porque los granos son más pequeños y rojizos (37).

El efecto negativo sobre las cualidades organolépticas parece provenir, principalmente, de la época de aplicación. Sondahl et.al. (71) emplearon concentraciones de 0 a 2.000 ppm del producto activo en dos épocas, el 5 de abril y el 6 de mayo, que fueron escogidas porque presentaron diferencias en el número de frutos verdes en el momento del ensayo. Los frutos tratados fueron cosechados 15 días después de la aplicación del producto y los testigos a maduración. La clasificación del café sobre la base de endospermos inmaduros o granos verdes, indica la presencia de más de 40% de este defecto en los frutos provenientes de la primera aplicación cuando no había más del 10% en los que provenían de la segunda, y 4.5% en los testigos. Por otra parte, los cafetos tratados en la primera época dieron una bebida "hard" y los de la segunda época una bebida "mild". Teixeira et.al. (73) encontraron que una cantidad del 5% de granos verdes podía ser detectada por los catadores, y cantidades superiores al 10% afectaban sensiblemente la calidad de la bebida.

Se puede concluir con Claude (15) que si el cultivador usa un tratamiento sobre los frutos cuyo endospermo no esté totalmente desarrollado, se expone a recoger frutos rojos, maduros de apariencia externa, pero cuyo endospermo inmaduro originará una bebida de calidad mediocre en la taza. Este es un serio problema porque como se hizo ver anteriormente, ciertos cafetos presentan frutos con endospermos inmaduros durante una gran parte del año.

Se debe mencionar otro problema muy importante, que puede impedir el uso comercial de este producto, este es, la muy baja concentración admitida en los granos de café oro por los Estados Unidos. El producto comercial no debe contener más de 0,1 ppm de etephon (2). Si no hay datos sobre el contenido de etephon en los granos después del tratamiento, se deberían empezar inmediatamente las investigaciones en este sentido.

ii. Cosecha mecánica

La cosecha mecánica de frutos y granos no es una novedad, y es un hecho desde hace varios años para diversas especies vegeta-

les. Se buscó en estos últimos años adaptar al café aparatos empleados para otros cultivos. Las investigaciones principales al respecto fueron conducidas en Hawaii, Puerto Rico y Brasil.

Se están ensayando dos tipos de máquinas: los vibradores o movedores portátiles y los aparatos montados sobre ruedas. El primer tipo es pequeño en tamaño y conviene mejor a los pequeños productores; no necesita cambios importantes en la disposición de la plantación. Los aparatos sobre ruedas son de gran tamaño, necesitan amplias distancias entre hileras y por consiguiente, nuevos sistemas de plantación que van en contra de lo que pide el cultivo intensivo (16). Además, no se puede usar en terrenos muy quebrados.

Las ventajas e inconvenientes de los pequeños aparatos fueron demostradas en diversos ensayos. En Kenya, por ejemplo, cuando la vibración se prolongó para cosechar casi el 100% de cerezas maduras, cerca del 44% de los frutos verdes se sacaron también y se defoliaron muchas ramas, solo se podían recoger 15% de cerezas maduras con una pérdida mínima de frutos verdes. Los mejores resultados fueron obtenidos cuando los árboles tenían pocas cerezas verdes, en este caso el 50% de las cerezas podía ser cosechado, sin exceso de defoliación (11).

En México probaron un vibrador portátil motorizado. La máquina necesitaba seis hombres para su operación. El rendimiento por hombre/hora era de 45 kilos a máquina y de 40 kilos a mano. Se cosechó un porcentaje elevado de frutos verdes, se produjo una cierta defoliación de los cafetos y se probó la falta de eficacia de la máquina para sacar todas las cerezas maduras de los árboles (41).

En Costa de Marfil una máquina tipo látigo fue puesta a prueba. El aparato selecciona correctamente las cerezas sin dañar los cafetos. Queda, sin embargo, por resolverse el difícil problema de la colecta de las cerezas sobre lonas. El latigazo de las ramas lanza las cerezas a varios metros del árbol que se cosecha (39).

Parece haber menos información acerca de las grandes máquinas sobre ruedas para cosechar en masa. Rigitano (65) da ideas sobre lo que debía ser una máquina de este tipo, basándose en los ensayos de un prototipo (máquina para recolectar arándanos) realizado en Brasil. Esta máquina, que pesa de 6 a 7 toneladas envuelve toda la planta que es sometida a vibración. Su tamaño permite trabajar con plantas de 2,70 m de altura y una corona de 1,40 m a 1,80 m. Funciona con un motor a gasolina o diesel. La máquina debe pasar sobre las hileras de plantas con una velocidad constante. Los árboles deben cortarse para no sobrepasar la altura que permite el aparato, o se deben utilizar variedades de menor desarrollo. Se deben eliminar las ramas inferiores hasta una altura de 40 cm del suelo. La máquina necesita solamente un operador y dos auxiliares. Se considera que puede hacer el trabajo de 100 a 300 hombres recolectando a mano. Bajo las condiciones del ensayo se deben hacer dos recolecciones al año. De acuerdo con el autor, los daños, que no son muy importantes, consisten en la quiebra de algunas ramas y la caídas de cierta cantidad de hojas. Estos años serían menos importantes al hacer la cosecha manual.

El punto clave es, tal vez, la rentabilidad. No cabe duda de que la colecta mecánica es generalmente más rápida y necesita menos mano de obra. Sin embargo, estos no son los únicos factores a considerar y, aun cuando los gastos son menores, hay que tener en cuenta la disminución del valor del producto, causada por una disminución en la calidad y el precio en el mercado.

Cuando el costo de la mano de obra no es elevado, la operación puede no ser rentable.

Snoeck et.al. (70) informan que en el curso de su ensayo, la colecta con la ayuda de un "latigador" costaba, en cifras redondas, 25 francos CFA el kilo, mientras que podía hacerse a mano por 21 francos.

La efectividad de la cosecha mecánica depende en gran parte de la concentración de la maduración. Si la mayoría de los frutos llegan todos a la vez a la madurez, se pueden hacer dos

colectas sin tener pérdidas económicas serias debidas a la caída de muchos frutos verdes. Si, por el contrario, la maduración se extiende sobre varios meses, se necesita un número excesivo de recolectas, con aumento del costo de la cosecha total, con pérdidas grandes de frutos verdes, defoliación y posiblemente, otros daños causados a las plantas.

La rentabilidad de la cosecha mecánica depende también de una serie de factores económicos, principalmente del precio de compra de los aparatos y su mantenimiento y del costo y de la disponibilidad de la mano de obra.

Antes de adoptar la práctica, se deben tomar en cuenta los factores sociales. Aun cuando este hecho ocasionaría una disminución del costo de producción, se deberá introducir la cosecha mecánica con mucha precaución, sobre todo el uso de los grandes aparatos, en una región en donde exista un exceso de mano de obra y en donde se debe resolver la falta potencial de trabajo. No se podrá recomendar la técnica sin el desarrollo, a la vez, de nuevas fuentes de trabajo durante la época de cosecha.

iii. Cosecha sobre mallas de plástico

Vicente-Chandler et.al. (79) desarrollaron en Puerto Rico un nuevo sistema, sencillo y barato, para cosechar el café en las plantaciones de alta producción. Según su descripción, se extienden redes de material plástico entre las hileras de cafetos, de tal manera que se cubra todo el terreno. Los frutos caen naturalmente en las redes y cuando llegan a la madurez se recogen a intervalos determinados. La cantidad de redes para cubrir una hectárea de terreno cuesta de 500 a 1.000 dólares y se estima que duran cinco años. Dos hombres pueden manipular una sección de las redes de 3,3 m de ancho sobre 7,50 m de largo. El material recogido comprende una gran cantidad de hojas secas, de granos y de algunos frutos en estado de fermentación. Si el recogido se efectúa a cortos intervalos, predominan los frutos, pero si se practica la colecta cada 4 a 6 semanas como se recomienda, la mayoría del producto recolectado será en forma de granos en perga-

mino, y la pulpa de los frutos se habrá descompuesto naturalmente. Después de la recolección, el café mezclado con las hojas secas pasa por una estructura simple, donde una corriente de aire proveniente de un ventilador, separa las hojas de los granos. El café se lava después y se seca.

Las pruebas de catación no mostraron deterioro de la calidad cuando la recolecta se efectúa a intervalos de 2, 4 y 6 semanas. Durante los períodos de lluvia, algunos granos pueden germinar si la cosecha se efectúa después de 8 semanas. Sin embargo, aun siguiendo los intervalos recomendados, Vicente-Chandler, Silva y Abruxa (78) señalan que el precio del café producido con este sistema es inferior, en cerca de 4 céntimos de dólar la libra, en relación al café lavado.

El método implica algunos cambios: se debe, por ejemplo, escoger variedades de porte elevado como el Mundo Novo y el Puerto Rico 401. Las plantas se cultivan a pleno sol a una distancia de 1,20 m en la hilera y a 3,30 m entre las hileras; después se dejan crecer libremente. Según los estudios efectuados, se indica que por cada recolecta, se necesitan alrededor de 10 días/hombre/hectárea, lo que representa 50 para la cosecha completa, si se practican cinco recolectas. La cogida tradicional necesitaría, a diferencia 175 días/hombre/hectárea (77). Aun cuando se practica la cogida tradicional, los autores recomiendan también el uso de redes en vez de canastas. La efectividad de la cosecha aumenta un 50% y se pierde mucho menos café. La rentabilidad del método fue estudiada y demostrada durante cuatro años en una plantación comercial de 15 cuerdas (alrededor de 6 hectáreas) de café Bourbon (79). Los autores citan algunas ventajas que trae consigo la cosecha de cultivo intensivo con las redes:

- a. el café no se pierde durante la cosecha mientras que, practicando la cogida tradicional, estas pérdidas alcanzan hasta un tercio de frutos que caen al suelo;
- b. el costo de la mano de obra se reduce a la mitad;
- c. no es necesario podar los cafetos;

- d. los árboles crecen de manera tan exhuberante que no necesitan deshierbas.

Este método no permite la aspersión normal de las plantas para la protección fitosanitaria cuando es necesaria. En Puerto Rico, el único problema sanitario foliar de importancia es el minador (*Leucoptera coffeella* Guer.Men.) que se controla con una aplicación anual de disyston al suelo. Este insecticida sistémico es un producto a base de fósforo, eminentemente tóxico para el hombre. Exige precauciones extremas en su manipulación y su empleo es peligroso en las regiones donde la cosecha se reparte sobre una gran parte del año, porque en este caso, la concentración de los residuos tóxicos en los granos de café sería probablemente inevitable. Esto es todavía más cierto en las regiones en donde se practican dos cosechas por año.

Con varios ejemplos se ha demostrado en esta visión alrededor del mundo, que las innovaciones en caficultura presentan resultados diferentes según las condiciones ecológicas y socio-económicas. Ensayos locales son pues, necesarios para asegurar su éxito y su rentabilidad en una región dada.

Literatura Citada

1. AGUILERA, V. H. Injertación en café. In Manual Técnico del café en El Salvador. Santa Tecla, El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, 1976. pp. 95-107.
2. ALVIM, P. DE T. Recent advances in our knowledge of coffee trees. I. Physiology. Coffee and Tea Industries and the Flavor Field 81:17-25. 1958.
3. ANDRADE, I. P. R., GONCALVES, J. C., MATIELLO, J. B., PAULINI, A. E., HASHIZUME, H. Ocorencia de deficiencia de cobre em cafezais, no Espirito Santo, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Ceara e Pernambuco. Resumos 2° Congreso Brasileiro sobre pesquisas cafeeiras, Pocos de Caldas, 10-14 de setembro de 1974. Río de Janeiro, Brasil, 1974. pp. 266-267.
4. ARCILA-PULGARIN, J. Efecto del ethephon en la calidad de la bebida del café. Cenicafé 26:49-52. 1975.
5. BELLAVITA, O., MORALES, A. Comparación entre la siembra y poda en vivero de una y dos plantas de café por bolsa. Agronomía Tropical 18:293-299. 1968.
6. BENAC, R. Etude des besoins en éléments majeurs du caféier Arabica en pays Bamoun (Cameroun) 2° partie: Rendements et analysis foliaires. Café, Cacao, Thé 11:203-219; 1967.

7. BOUDRAND, J. N. Le bouturage du caféier *Canephora* a Madagascar. *Café, Cacao, Thé* 18:31-48. 1974.
8. BOYER, J. Influence de l'ombrage artificiel sur la croissance végétative, la floraison et la fructification des caféiers *Robusta*. *Café, Cacao, Thé* 12:302-320. 1968.
9. BROWNING, G., FISHER, N. M. High density coffee: yield results for the first cycle from systematic plant designs. *Kenya Coffee* 41:209-217. 1976.
10. CANNELL, M.G.R. Crop physiological aspects of coffee bean yield. A review. *Journal of Coffee Research* 5:7-20. 1975.
11. _____, BROWNING, G., TURK, A. Towards more efficient and cheaper coffee harvesting. *Kenya Coffee* 35:25-27. 1970.
12. CARVAJAL, J. F. *Cafeto: cultivo y fertilización*. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potassa, 1972. 141 p.
13. _____, ACEVEDO, A., LOPEZ, C. A. Nutrient uptake by the coffee tree during a yearly cycle. *Turrialba* 19:13-20. 1969.
14. CASTILLO Z., J., LOPEZ, A. R. Nota sobre el efecto de la intensidad de la luz en la floración del cafeto. *Cenicafé* 17:51-60. 1966.
15. CLAUDE, B. L'éthéphon en caféiculture. Son utilisation pour le groupement de la maturité. *Café, Cacao, Thé* 20:232-237. 1976.
16. CLAUDE, B. Récolte mécanique des fruits. Possibilités d'application au caféier. *Café, Cacao, Thé* 20:310-319. 1976.

17. COSTE, R. Les caféiers et les cafés dans le monde. I. Les Caféiers. Paris, Editions Larose, 1955. 381 p.
18. COWGILL, W. H. Recent advances in coffee production technology. The sun-headge system of coffee and Tea Industries and the Flavor Field 81:87-88, 90. 1958.
19. EARLE, E. D., LANGHAM, R. W. Propagation of *Chrysanthemum* in vitro. II. Production, growth and flowering of plantlets from tissue cultures. Journal of the American Society for Horticultural Science. 99:352-358. 1974.
20. ETHEPHON (Plant regulator). Pesticide and Toxic Chemical News 5(23):56. 1977.
21. FERNIE, L. M. The supply of better planting material. 3. Asexual propagation of coffee. Coffee and Tea Industries and the Flavor Field 81:64-65, 67. 1958.
22. _____. The vegetative propagation of the new Arabica hybrid coffees on a commercial scale. Tanganyika Coffee News 2:225-228. 1962.
23. FIESTER, D. R. Some aspects of the asexual propagation of coffee by cuttings. Mag. Agr. Thesis. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1952. 91 p.
24. _____. Revisión de literatura sobre propagación asexual de café por estacas. Turrialba 7:57-64. 1957.
25. FREITAS, L. M. M., GOMES, F. P., & LOTT, W. L. Effects of sulfur fertilizer on coffee. IRI Research Institute Bulletin no. 41. 1972. 17 p.
26. GOMEZ, G., L., JARAMILLO R., ALVARO. Temperaturas en árboles de café al sol. Cenicafé 25:61-62. 1974.

27. GOPAL, N. H. Hastening of fruit ripening in coffee with ethrel. *Planters' Chronicle* 71:167-169. 1976.
28. _____ SOUZA, G. I. Radioisotopes. A new tool for coffee research in India. *Indian Coffee* 39:139. 1975.
29. GUERRA DIAZ, A. Manejo del cafetal. In *Manual Técnico del café en El Salvador*. Santa Tecla, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, 1976. pp. 79-86.
30. HASHIZUME, H. ET AL. Estudos sobre aplicação pratica da enertia em cafe. 2. Congreso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, 10-14 de set., 1974. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1974. pp. 314-316.
31. HERMAN, E. B., HASS, G. J. Clonal propagation of *Coffea arabica* L. from callus culture. *Hortscience* 10:588-589. 1975.
32. HERON O., A., VALDES S., H. Respuesta a la aplicación de fertilizantes en dos proyectos de cafetos bajo sombra. *Cenicafé* 17:142-146. 1966.
33. HUERTAS S., A., ALVIM, P. de T. Índice de área foliar y su influencia en la capacidad fotosintética del cafeto. *Cenicafé* 13:75-84. 1962.
34. HUXLEY, P. A. The effects of artificial shading on some growth characteristics of Arabica and Robusta coffee seedlings. I. The effect of shading on dry weight, leaf area and derived growth data. *Journal of Applied Ecology* 4:291-308. 1967.
35. _____, ed. Intensification of coffee growing in Kenya. Proceedings of a seminar held in Nairobi on December 16, 17, and 18, 1968. Tuiru Kenya, 1969. 231 p.

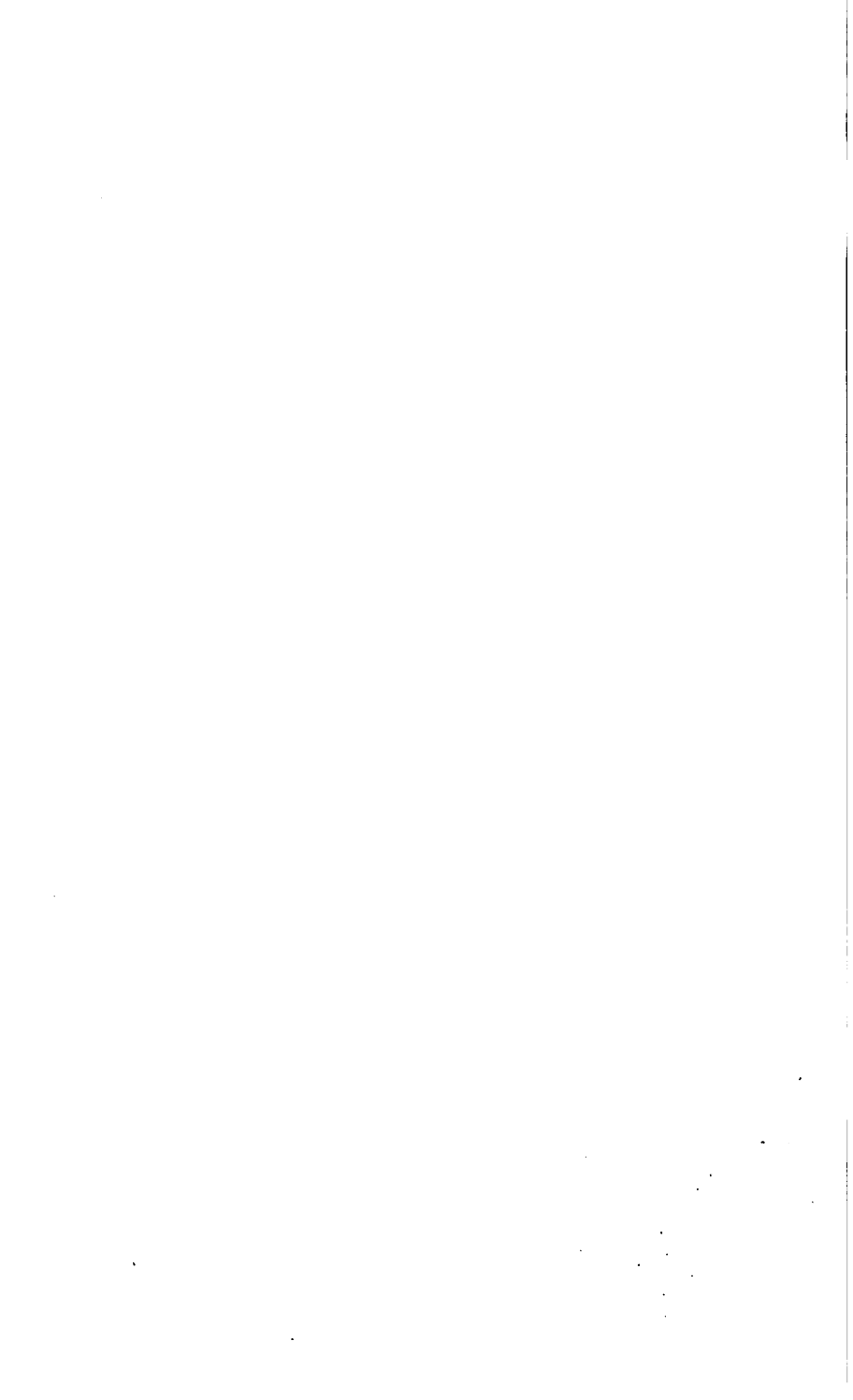
36. HUXLEY, P. A., CANNEL, M. G. R. Some physiological factors to be considered in intensification. *Kenya Coffee* 35:176-179. 1970.
37. INSTITUT FRANCAIS DU CAFE ET DU CACAO. Rapport d'activité, 1973. Paris, 1974. 98 p.
38. _____. Rapport d'activité, 1974. Paris, 1975. 94 p.
39. _____. Rapport d'activité, 1975. Paris, 1976. 114 p.
40. _____. Rapport d'activité, 1976. Paris, 1977. 94 p.
41. INSTITUTO MEXICANO DEL CAFE. Tecnología cafetalera mexicana: 25 años de investigación y experimentación. México, D. F., 1974. 194 p.
42. LOTT, W. L. ET AL. Estudio de cafetales de San Pablo y Paraná mediante el análisis foliar. IBEC Research Institute. Boletín no. 26. 1961. 67 p.
43. LOUE, A. Etude de la nutrition du caféier par la méthode du diagnostic foliaire. In Bingerville, Côte d'Ivoire. Centre de Recherches Agronomiques. Contributions à l'étude du caféier en Côte d'Ivoire. Paris, Ministère de la France d'Outre-Mer, 1954. pp. 241-254. (Bulletin Scientifique no. 5).
44. MALAVOLTA, E., MENARD, N., LOTT, W. L. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. II. Absorção do superfosfato radioactivo pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. var *Bourbon Amarelo*) em condições de campo Anais da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" 16:101-111. 1959.
45. _____ ET AL. On the mineral nutrition of some tropical crops. Berne, International Potash Institute, 1962. 155 p.

46. **MANUAL DE recomendaciones para cultivar café.** 2 ed. San José, Costa Rica, Oficina del Café, 1976. 67 p.
47. **MARCONDES, D. A. S. ET AL.** Efeito do Acido 2-cloroetil-fosfonico (Ethrel) na maturação de frutas do cafeeiro na regio de Botucatu. Resumos 2. Congreso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, 10-14 de set. 1974. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1974. p. 305.
48. **MEDCALF, J. C., LOTT, W. L.** Metal chelates in coffee. IBEC Research Institute Bulletin no. 11. 1956. 19 p.
49. **MITCHELL, H. W.** Research on close spacing systems for intensive coffee production in Kenya, I. Kenya Coffee 41:124-136. 1976.
50. _____. Research on close spacing systems for intensive coffee production in Kenya, II. Kenya Coffee 41:168-174. 1976.
51. **MONACO, L. C. ET AL.** Applications of tissue culture in the improvement of coffee. In Reinert, J., Bajaj, Y. P. S., eds. Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ culture. New York, Springer-Verlag, 1977. pp. 109-129.
52. **MONTOYA, L. A., SYLVAIN, P. G., UMAÑA, R.** Influencia de la luz y de la fertilización nitrogenada sobre el equilibrio entre el crecimiento y la diferenciación en *Coffea arabica* L. Café (Costa Rica) 3:121-129. 1961.
53. **MULLER, L. W.** Coffee nutrition. In Childers, N. F., ed. Temperate and tropical fruit nutrition. Somerville, Sommerset Press, 1966. pp. 685-776,
54. **NEWTON, D. A.** A preliminary study of the growth and flower habits of *Coffea arabica*. Unpublished report. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1952. 17 p.

55. NUNES, M. A., BIERHUIZEN, J. F., PLOEGMAN, C. Studies on productivity of coffee, I. Effect of light, temperature and CO² concentration on photosynthesis of *Coffea arabica*. Acta Botánica Neerlándica 17:93-102. 1968.
56. _____, BIERHUIZEN, J. F., PLOEGMAN, C. Studies on productivity of coffee, III. Differences in photosynthesis between four varieties of coffee. Acta Botánica Neerlándica 18:420-424. 1969.
57. NUTMAN, F. J. Studies on the physiology of *Coffea arabica*, I. Photosynthesis of coffee leaves under natural conditions. Annals of Botany (n.s.) 11:353-367. 1947.
58. OSTENDORF, F. W. Coffee shade problem. Review article. Tropical Abstract 17:577-581. 1962.
59. OYEBADE, I. T. Effect of pre-harvest sprays of ethrel (2 chloroethane phosphonic acid) on Robusta coffee (*Coffea canehora*) berries. Turrialba 21:442-444. 1971.
60. _____. Influence of pre-harvest sprays of ethrel on ripening and abscission of coffee berries. Turrialba 26:86-89. 1976.
61. PEREZ, J., GUTIERREZ, G. Respuesta de algunos cultivares y variedades de *C. arabica* a diferentes densidades de siembra. In Congreso Agronómico Nacional, 2^o San José, Costa Rica, 1976. v. 1. Resúmenes. pp. 22-27.
62. PORTERES, R. Action de l'eau après une période sèche sur le déclenchement de la floraison chez *Coffea arabica* L. Agronomie Tropicale 1:148-158. 1946.

63. RAJU, L., SUBRAMANIAN, T. R. Studies on leaf analysis in the NPK nutrition of Arabica coffee. Turrialba 19:49-56. 1969.
64. REYNA, E. H. La técnica del injerto hipocotiledonar del cafeto para el control de nemátodos. Café (Perú) 7(1):5-11.1968.
65. RIGITANO, A. Colheita mecânica, um metodo eficiente de aproveitamiento. A Granja 324-37-44. 1975.
66. RODRIGUEZ, S. T. & MOLERO, J. J. Ethrel, a potential coffee ripener. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 54:689-690. 1970.
67. SARRUGE, J. R., AMORIM, H. R. de MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XVIII. Nota sobre a absorção foliar e radicular do fósforo por plantas jovens de *Coffea arabica* L. var. *Mundo Novo*. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" Piracicaba 23:81-84. 1966.
68. SNOECK, J. La rénovation de la caféiculture malgache à partir de clones sélectionnés, Café, Cacao, Thé 12:223-235. 1968.
69. _____. Adaptation d'une méthode de groupement de la maturation des fruits de caféier Robusta. Essai Préliminaire avec l'éthéphon. Café, Cacao, Thé 17:129-136. 1973.
70. _____, BERNARD-COFFRE, P., PECHEREAU, M. La récolte mécanique du café a l'aide d'un fouetteur. Café, Cacao, Thé 20:297-300. 1976.
71. SONDHAL, M. R. ET AL. Efeito do etileno sobre o tipo e qualidade de bebida de café. Turrialba 24:17-19. 1974.

72. SYLVAIN, P. G. The photosynthesis of *Coffea arabica* L. A. review of pertinent literature. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1958. 14 p. (IAIAS Coffee and Cacao Reviews)
73. TEIXEIRA, A. A. ET AL. Observações preliminares sobre o efeito do ethrel na qualidades do café. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras 3., Curitiba/Parana 18/21 Novembro 1975. Resumos. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1976. pp. 213-216.
74. UPEGUI, L. G., VALENCIA A., G. Anticipación de la maduración de la cosecha de café con aplicaciones de ethrel. Cenicafé 23-19-26. 1972.
75. VALENCIA A., G. La deficiencia de boro en el cafeto y su control. Cenicafé 15:115-125. 1964.
76. _____. Relación entre el índice de área foliar y la productividad del cafeto. Cenicafé 24:79-89. 1973.
- I
77. VICENTE-CHANDLER, J. ET AL. El cultivo intensivo del café en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, 1975. 16 p. (Estación Experimental Agrícola. Recinto de Mayaguez, Boletín 218).
78. _____, SILVA, S., ABRUÑA, F. Plastic netting saves coffee time and money. World farming 11(11):6-8. 1969.
79. VICENTE-CHANDLER, J., ABRUÑA, F., SILVA, S. Aspectos económicos del cultivo intensivo de café recolectando con mallas durante cuatro años en una plantación comercial. Río Piedras, Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, 1975. 16 p. (Estación Experimental Agrícola, Recinto de Mayaguez. Publicación 95).



80. VOSSEN, H. A. M. VAN DER LAAK, J. OP. DE. Large scale rooting of softwood cuttings of *Coffea arabica* in Kenya. I. Type of propagator, choice of rooting medium and type of cuttings. Kenya Coffee 41:385-389. 1976.

81. _____, LAK, J. OP. DE, WAWERU, J. M. Defining optimum conditions and techniques for successful topworking by cleft grafting of *Coffea arabica* L. in Kenya. Kenya Coffee 42:207-218. 1977.

IICA
PM-202

INNOVACIONES AGROTECNICAS
EN CAFICULTURA

Autor

Título

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante

24 ABR 1989

Cristina Rodríguez

15 OCT 1990

R. Boggs de
Palencia Amal
Soliman

15/2/92



PROMECAFE