

MATERIALES DE ENSEÑANZA DE CAFE Y CACAO



ALGUNOS TRASTORNOS FISIOLÓGICOS DEL CAFETO

Por

PIERRE G. SYLVAIN

Horticultor

Servicios Técnicos de Café y Cacao

Departamento de Fitotecnia



- 1959 -

3 I5974a 1959

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

Turrialba

COSTA RICA

Digitized by Google

Copias adicionales de ésta y otras publicaciones de los Servicios Técnicos de Café y Cacao, pueden solicitarse a la oficina del Punto Cuarto (USOM) o escribiendo a:

Coordinador de Servicios Regionales

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Turrialba, Costa Rica

Esta publicación ha sido preparada de acuerdo con el contrato firmado entre el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Organización de los Estados Americanos (OEA) y el Instituto de Asuntos Interamericanos de la Administración de Cooperación Internacional (ICA) de los Estados Unidos.

Turrialba, Costa Rica

(210) 644.337 3
I. S. J. A. 1959

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
Turrialba, Costa Rica

ALGUNOS TRASTORNOS FISIOLÓGICOS DEL CAFETO

por

PIERRE G. SYLVAIN

- DIE BACK - MUERTE DESCENDENTE, NECROSIS RECESIVA, PALOTEO -

El término inglés "die-back" que ha sido adoptado en varios idiomas, se refiere a una muerte de las ramas empezando de la parte terminal hacia abajo. Se ha traducido literalmente al castellano por "muerte descendente", "necrosis recesiva" pero varios autores de habla española usan la palabra inglesa. Tenemos que aclarar que este término no se debería usar con referencia a una enfermedad precisa, sino solamente a un síntoma. Hay distintos tipos de die-back como por ejemplo, una clorosis puede provenir de distintas causas. Primero se puede tratar de establecer diferencias entre un die-back de origen principalmente fisiológico y uno de origen principalmente patológico. Sin embargo, en ciertos casos, los factores fisiológicos y patológicos encuentran una interacción tal que es prácticamente imposible determinar los que tienen la mayor importancia. El tipo de die-back que se va a discutir aquí en más detalles, se puede considerar como un complejo fisiopatológico. Este trastorno ocurre especialmente en árboles en producción y parece relacionado con un desequilibrio entre la cosecha y los alimentos disponibles. Uno de sus síntomas más salientes es el die-back o necrosis recesiva de las ramas, por esto el nombre corrientemente usado para la enfermedad. Nos gusta usar el término "paloteo" (8,35) que permite distinguir entre la enfermedad y el síntoma y también se aplica a un tipo bien definido de die-back. Según Roba (35) "El paloteo" no es una enfermedad específica causada por un organismo determinado, sino la expresión pseudo técnica del malestar vegetativo y del aspecto deficiente del café que crece en malas condiciones.

Sin olvidar el papel que puede desempeñar un patógeno en el paloteo, no hay duda de que las condiciones fisiológicas de la planta parecen controlar el desarrollo de la enfermedad. Este trastorno está vinculado a tantos aspectos de la fisiología del café que parece valioso tratar el asunto de manera detallada. También desde el punto de vista práctico, es una enfermedad muy común al café y que podrá tener más importancia si se acentúa la tendencia de practicar el cultivo a pleno sol.

I - CONDICIONES QUE FAVORECEN EL DIE-BACK

Después de la ocurrencia del paloteo se puede generalmente aislar de las ramas secas el hongo Colletotrichum coffeanum (Glomerella cingulata)

This One



GRG6-F3A-1Q80

pero este patógeno se considera como un parásito débil capaz de ocasionar daños únicamente en plantas o en partes de plantas debilitadas por otras causas (8). Castaños (4) observó que el Colletotrichum constituye una infección latente con caracteres de hectoparásito, cuando ocurren condiciones desfavorables para su fructificación. El menciona que en el caso de algunas regiones cafeteras del Cauca (Colombia) el hongo tiene mayores efectos parasitarios por el hecho de subsistir allí ciertas condiciones que le son muy favorables, tales como humedad, temperatura y una mayor altitud sobre el nivel del mar.

Además del Colletotrichum, Small (36) halló varios otros organismos en ramas muertas por causa de la enfermedad (Periconia byssoides, Phoma sp., Fusarium sp., Tubercularia sp.). Se mostró también que las conidias de Colletotrichum coffeanum están frecuentemente presentes en la atmósfera y pueden invadir los cafetos pero el Colletotrichum no es un parásito agresivo y no causa necesariamente el die-back, si las condiciones no son favorables para su desarrollo (36). El hecho de que se hayan podido reproducir los síntomas de la enfermedad por tratamiento especial de las ramas y sin inoculación del hongo (40) parece también indicar que los factores fisiológicos son de primera importancia en el tipo de die-back llamado paloteo. En seguida se discutirán algunas de las condiciones que parecen inducir la enfermedad.

1 - Exceso de producción

Se menciona muy a menudo que el exceso de producción favorece el die-back. Pero debemos ponernos de acuerdo sobre lo que significa el término "exceso de producción". Como lo explica Duque (8) "un árbol sano, normal con suficiente follaje (buena capacidad de elaboración de alimentos) puede producir una cosecha abundante sin que se aniquile su organismo. La cosecha del árbol normal debe estar equilibrada con el follaje. El término "cosecha excesiva" debe considerarse en sentido relativo; para un árbol vigoroso, una cosecha de varias libras puede ser normal y en cambio para un árbol debilitado, una pequeña cosecha (por ejemplo de media libra), puede ser excesiva".

Entonces el exceso de producción se puede considerar como una cosecha, superior a la capacidad de la planta para sostener el crecimiento y la fructificación. Esto depende generalmente de la relación entre el número de hojas (o preferiblemente el área foliar) y el número de frutos. Dicha relación ha sido estudiada de manera casi matemática en varios árboles. Gardner y sus colaboradores mencionan por ejemplo, que estudios en Washington (E. U. A.) han indicado que en las más comunes variedades de manzanos, 10 buenas hojas no eran suficientes para el desarrollo de una fruta de tamaño satisfactorio para el comercio; 20 a 30 hojas eran adecuadas, aumentando el tamaño pero no proporcionalmente al número de hojas. Citan también resultados obtenidos en las Filipinas, según los cuales, por lo menos 10 hojas eran necesarias para producir, hasta la maduración, una fruta de mango de tamaño medio (11). No se han hecho todavía estudios de esta índole en relación al cafeto. Sin embargo, en una investigación llevada a cabo en Turrialba, sobre

los efectos de una defoliación completa y repetida de ramas, se encontró que el tratamiento no parecía resultar en una mayor caída o en una disminución apreciable del peso seco de los frutos. Pero los nueve dé cimos de las ramas así defoliadas y solamente un décimo de los testi- gos, mostraron luego síntomas de die-back (39). Se puede sugerir que los frutos de café en desarrollo tienen la habilidad de sacar alimen- tos del tallo principal y de otras ramas, pero a la terminación de es- te período, las ramas defoliadas que llevaban frutas se agotan. El a- gotamiento de carbohidratos se ha mencionado (26,43) como causa de die back. Está relacionado, por supuesto, con la discusión anterior sobre el exceso de producción.

2 - Deficiencia de Nitrógeno u otros Nutrientes

La deficiencia de Nitrógeno puede actuar directamente causando un tipo distinto de die-back que ha sido bien estudiado en el Africa Orien- tal (43), o indirectamente reduciendo el crecimiento y la producción de hojas resultando luego en una deficiencia de carbohidratos.

Síntomas de muerte de la yema terminal como resultado de deficien cia de boro (5, 25, 30) o de calcio (5, 10) han sido relatados en la literatura. Sin embargo, nos parece que en el caso de Boro, no se tra- ta siempre de un verdadero die-back, sino muy a menudo de una cesación de crecimiento de la yema terminal de las ramas, resultando en la bro- tación de yemas laterales dando un efecto de "palmilla". En el caso de deficiencia de calcio, según Cibes y Samuels (5) la yema terminal del tallo y de las ramas mueren pero no parece que la necrosis se extienda mucho, ya que dichos investigadores mencionan que nuevos brotes se de- sarrollan de yemas axilares debajo de la yema terminal.

3 - Otros Factores

En general todos los factores que afectan de una manera perjudicial al crecimiento pueden conducir al die-back. Ripperton y sus colabora- dores mencionan que en Hawaii el die-back, es siempre más severo duran- te un verano seco y más aún si el invierno y la primavera anteriores fue ron húmedos, originando un crecimiento vigoroso y succulento. Desde el punto de vista edáfico, ellos indican que ciertos suelos que tengan po- ca retención de humedad y que limiten la profundidad del desarrollo de las raíces pueden inducir más al cafeto al die-back que los tipos de suelos de cenizas profundas o cenizas con gravas (34).

Otras condiciones que inducen el die-back han sido mencionadas en la literatura como un drenaje inadecuado, (20), la erosión del suelo (1, 8), el desarrollo de malezas (1, 29) y la acción del viento (1).

II - ESTUDIOS LLEVADOS A CABO EN EL AFRICA ORIENTAL

Varios investigadores han estudiado el fenómeno de die-back, en el Africa Oriental (26,38,43). Especialmente interesantes fueron los tra- bajos de Beckley (43). Este investigador menciona que según Saunders y Wake- field, el die-back que ocurre en la Provincia del Norte, Tanganyika,

es debido a un suministro inadecuado de nitratos al tiempo de mayor necesidad mientras Nutman atribuye el trastorno a una deficiencia de carbohidratos a un tiempo crítico. Después de tres años de investigaciones Beckley concluyó que en el Africa Oriental existen por lo menos dos tipos principales de clorosis y die-back debidos a trastornos fisiológicos. Uno es directamente causado por una deficiencia de nitrógeno y puede ser mitigado por una aplicación de abonos nitrogenados rápidamente aprovechables. El otro tipo viene de una deficiencia en el suministro de carbohidratos cuando la cosecha esta desarrollándose muy activamente. Este die-back puede ser mitigado quitando los frutos en caso de exceso de producción. Los dos tipos tienen síntomas distintos que permiten determinar la causa del trastorno y son descritos en detalles en el artículo. Se menciona que ambos tipos pueden ocurrir al mismo tiempo.

En el primer caso de die-back causado por deficiencias de nitrógeno, las hojas muestran un color amarillo como de limón, las hojas apicales y el punto terminal mueren y dichas hojas usualmente caen. La muerte de la yema es seguida por una necrosis recesiva que puede incluir toda la rama. Los frutos son anormales y el rendimiento al beneficio puede ser muy bajo. En un cierto caso un porcentaje de solamente 2% de café oro fue obtenido de las cerezas en lugar del porcentaje usual del 22.5%. La mayoría de las cerezas estaban vacías o contenían granos en fragmentos. El sistema radicular de las plantas que sufría este tipo de die-back era normal. La aplicación de 500 gramos de nitrato de amonio en solución curó una planta mientras la misma aplicación de agua a un testigo no redujo el daño.

En el die-back causado por un agotamiento de carbohidratos, las hojas tienen un color amarillo más ligero, la muerte de la rama no empieza en la parte terminal sino en el punto donde comienza la zona verde inmadura. Las hojas apicales muertas pueden ser retenidas algunas semanas antes de caer. Una muerte descendente ocurre como en el caso anterior. Los frutos son en general normales y no hay una disminución en el rendimiento de las cerezas al beneficio. Concurrentemente al die-back de las ramas ocurre un die-back de las raíces laterales que pueden morir hasta la raíz principal. Hay una ausencia de almidón en los tejidos de las raíces y de la leña. La aplicación de abonos nitrogenados a los árboles ya enfermos no ayuda el control pero la misma fertilización al tiempo de formación de los frutos puede impedir o atenuar la enfermedad por su efecto sobre el aumento del área foliar. Este último tipo de die-back parece ser semejante a lo que los autores latino-americanos llaman "paloteo" y que va a ser discutido aquí de manera extensiva.

Sturdy (38) investigó en Tanganyika el efecto de la sombra sobre la intensidad de amarillamiento de las hojas y del die-back. El considera el die-back como una forma más seria del mismo trastorno fisiológico que el amarillamiento de las hojas. Treinta y dos árboles de dos años de edad ubicados en dos hileras fueron sombreados con latas de bambú y dos hileras del mismo número de árboles dejadas a pleno sol fueron tomadas como testigo. El cuadro No. 1, muestra la diferencia entre la incidencia de amarillamiento y die-back según el tratamiento (los síntomas fueron notados sea que aparecieron solos o conjuntamente).

CUADRO No. 1 *

Número de Árboles Mostrando Amarillamiento Severo o Die-back Durante

Cuatro Años

	1931	1932	1933	1934
32 árboles:				
Sin sombrío	6	6	21	13
Sombreados	1	2	3	2

* Tomado de Sturdy (38)

Sturdy concluyó que el sombrío artificial controla casi completamente el amarillamiento y el die-back. Estos resultados no parecen estar relacionados a un exceso de producción como en este caso, las plantas al sol no dieron una cosecha mayor que las sombreadas.

III - ESTUDIOS LLEVADOS A CABO EN LA INDIA

Mayne llevó a cabo una serie de investigaciones sobre el die-back en la Estación Experimental de Café del Estado de Mysore (16, 17, 18, 19). El encontró que el die-back está relacionado con la caída de hojas resultando de una enfermedad o de la sequía (18, 19). Sin embargo, una defoliación completa no era siempre necesaria para inducir la enfermedad. En el año 1933 se hallaron muchas ramas con un inicio de podredumbre que tenían todavía un número de pares de hojas sanas (17). Por otro lado, tampoco la defoliación resultó siempre en die-back. Se hicieron observaciones de 100 ramas defoliadas por el herrumbre (Hemileia vastatrix), 48 murieron luego y 52 se restablecieron e iniciaron hojas nuevas (16). No obstante, hay buenas indicaciones de que en general existe una relación entre la Hemileia y el die-back. Se puede concluir que muy a menudo se presenta un ciclo con los siguientes puntos:

- 1 - Condiciones conducivas al desarrollo de la Hemileia
- 2 - Caída de hojas como resultado de esta enfermedad
- 3 - Condiciones fisiológicas resultando de la caída de hojas y conducivas al die-back
- 4 - Die-back

Por supuesto, la caída de hojas puede ser causada por otros factores que la Hemileia sin que se cambie el ciclo. En el Hemisferio Occidental donde no existe el herrumbre, otras enfermedades como el ojo de gallo o gotera (causado por Mycena citricolor) o la mancha de hierro (causada por Cercospora coffeicola) pueden desempeñar el mismo papel en este ciclo. Mayne considera que cualquier factor que ayude a la retención de las hojas puede reducir la severidad del die-back (18). Dos años de experimentos suministraron datos sobre la reducción en la incidencia de die-back causada por atomizaciones usadas para controlar la Hemileia.

CUADRO No. 2 *

Efecto de Atomizaciones sobre el Porcentaje de Die-back en Setiembre

1932 y 1933

<u>Tratamiento</u>	1932	1933
Atomización antes y después del Monsón	3.1	8.7
Testigos (sin atomización)	8.8	23.5

* Tomado de Mayne, W. (17).

Los datos muestran que en ambos años las atomizaciones para combatir la Hemileia redujeron la incidencia de die-back en casi 300%.

Mayne hizo también observaciones meticulosas sobre el desarrollo de la enfermedad desde los primeros síntomas (18,19). Según él, los primeros indicios del ennegrecimiento empiezan a un nudo, casi siempre el segundo o tercer nudo, desde el ápice. En algunos casos, la podredumbre se extiende acompañada de un amarillamiento de los entrenudos verdes que luego progresivamente ennegrecen hasta la muerte de la rama. Las investigaciones incluyeron aislamientos del hongo (*Colletotrichum*) en varias partes de la planta. El hongo fue siempre encontrado en tejidos enfermos y estaba frecuentemente presente en los nudos pero no en los entrenudos de ramas sin síntomas de enfermedad (18).

IV - ESTUDIOS LLEVADOS A CABO EN EL INSTITUTO DE TURRIALBA, COSTA RICA.

1 - Estudios de los síntomas: Para determinar la sucesión de síntomas correlacionados con el die-back de tipo "paloteo" se pensó en inducir artificialmente la enfermedad. Considerando el hecho de que, según la literatura, el agotamiento de carbohidratos resulta en die-back, se trató de provocar este trastorno por anillamiento y defoliación de ramas con frutos en desarrollo (40). Siendo impedido el suministro de carbohidratos y no cambiando el consumo, debía resultar una deficiencia de carbohidratos en las ramas tratadas. Un análisis de las ramas recogidas 35 días después del tratamiento y de ramas testigos tomadas de los mismos árboles, reveló que los testigos tenían un porcentaje de azúcares reductores casi doble, un porcentaje de azúcares no reductores cinco veces mayor y un porcentaje de almidones y dextrinas casi doble que en el caso de las ramas tratadas.

Observaciones hechas regularmente enseñaron el orden siguiente en la sucesión de síntomas que ocurrieron:

10. - El primer cambio observado fue un ennegrecimiento de las estípulas. Sin embargo, aunque en este experimento este síntoma siempre precedió a los otros, pueden ocurrir casos en que las estípulas ennegrecen sin ser seguidas luego de die-back,

entonces no es una indicación segura del inicio del trastorno.

- 2o. -Luego ocurrió un ennegrecimiento de los nudos empezando usualmente 2 ó 3 nudos desde la extremidad.
- 3o. -De los nudos el ennegrecimiento alcanzó los entrenudos.
- 4o. -La necrosis de la yema terminal puede ocurrir en este momento. En varios casos la yema terminal permanece verde o amarillenta cuando algunos de los entrenudos están completamente negros.

CUADRO No. 3 *

Efecto del Anillamiento acompañado de Defoliación sobre la ocurrencia de Síntomas de Die-back en 23 Ramas de Coffea Arabica

Días después del tratamiento	Ramas sin síntomas visibles	Ramas con estípulas negras	Ramas con ennegrecimiento de los entrenudos	Ramas con necrosis apical
12	3	20	6	3
14	2	21	7	4
22	1	22	17	14
32	0	23	22	19

* Tomado de Sylvain (40)

El cuadro No. 3, enseña el número de días después del tratamiento necesitado para la aparición de los distintos síntomas.

Los síntomas notados ocurren bien con las observaciones de Mayne sobre el desarrollo de la enfermedad bajo condiciones naturales. Se puede inferir que las causas son semejantes y que se trata del mismo tipo de die-back. Experimentos de inoculaciones de cultivos de Colletotrichum coffeanum fueron hechos por Hastings de Gutiérrez (12) usando ramas de cafetos tratadas de diversos modos, los síntomas de die-back fueron producidos solamente en el caso de ramas que habían sido anilladas y defoliadas al tiempo de la inoculación. El ochenta por ciento de estas ramas murieron al término de una semana (12) mientras casi el mismo número de las tratadas pero sin inoculación del hongo murieron solamente al término de 32 días (40). Estos resultados parecen indicar que aunque el patógeno pueda desempeñar un papel en la enfermedad, condiciones fisiológicas determinadas deben existir antes que aparezcan sus síntomas característicos.

En otros experimentos ramas con frutas completamente defoliadas repitiendo la operación después de la formación de nuevas hojas, 38 de 40 ramas

tratadas mostraron necrosis de la extremidad terminal después de 6 meses mientras esto ocurrió en solamente 3 de los testigos (40, 41).

2 - Efecto de la Fertilización del Suelo y de la Desfrutación sobre la Incidencia de Die-back

En una investigación llevada a cabo por Boss (3) y McFarlane (21) sobre el ciclo de crecimiento del cafeto, un número de ramas provenientes de árboles bajo distintos tratamientos fueron observadas y la incidencia de die-back notada. Se puede ver en el Cuadro No. 4, que la fertilización con Nitrato de Sodio no influyó sensiblemente sobre el trastorno mientras la desfrutación disminuyó el porcentaje de ocurrencia de unos 36%.

CUADRO No. 4 *

Sumario del Efecto de Diferentes Tratamientos sobre el Porcentaje de Die-back

Replicaciones	Fertilizados dos veces (1)	Fertilizados cuatro veces (2)	Desfrutados	Testigos
I	36.7	56.7	46.7	46.7
II	42.7	45.8	23.3	58.3
III	<u>63.3</u>	<u>50.0</u>	<u>33.3</u>	<u>51.7</u>
Promedio	47.6	50.0	33.3	51.7

(1) Con 479 gramos de Nitrato de Sodio el 20 de Mayo de 1949 y el 2 de Mayo 1950.

(2) Con 160 gramos de Nitrato de Sodio el 20 de Mayo, 20 de Julio, 1 de Octubre 1949 y el 20 de Mayo 1950.

* Tomado de Sylvain, P.G. (40).

La misma investigación permitió también determinar la incidencia de la enfermedad en diferentes épocas del año (del 14 de Junio 1949 al 20 de Mayo 1950). Se halló que 50.6% de los casos observados ocurrieron durante los meses de Noviembre y Diciembre de 1949. Aunque existían diferencias menores, según los tratamientos, la mayor incidencia de die-back ocurrió en todos los casos durante la época de crecimiento mínimo. Después de la nueva brotación en la segunda quincena de Enero, esta incidencia fue solamente de 1.9% de todos los casos observados durante el año. Se debe notar que a pesar de la ausencia de cosecha, los árboles desfrutados mostraron la mayor incidencia de die-back casi al mismo tiempo que los testigos; actualmente 70% de los casos ocurrieron en Noviembre y Diciembre. No se puede discernir todavía si esta variación estacional en

la intensidad de la enfermedad se debe principalmente a condiciones internas independientes del clima o a factores del tiempo durante la época de la investigación. En el año del estudio la caída de lluvia y la nebulosidad fueron particularmente fuertes en Noviembre y Diciembre. Estos factores pueden haber tenido algún efecto sobre la incidencia de die-back. Es interesante mencionar que parece existir una correlación negativa entre el crecimiento y el die-back, los meses de descanso relativo con una alta incidencia del trastorno y cuando el crecimiento empezó de nuevo en Enero, el die-back disminuyó y fué casi inexistente al momento de la cima de crecimiento de Marzo (41).

V - MEDIDAS DE CONTROL

De lo que precede, parece claro que el control del die-back de tipo paloteo debe consistir en mantener o establecer condiciones favorables a un buen equilibrio entre la producción y el consumo de los carbohidratos. Dicho equilibrio depende mucho de la relación entre el número de hojas y el número de frutas. Esta relación tiene mucha importancia ya que constituye también la base del mantenimiento de árboles en buena producción durante varios años.

El equilibrio mencionado puede lograrse con una producción alta de carbohidratos o con una reducción de la cosecha. Como el propósito del cultivo es de obtener el máximo de producción sin perjudicar el desarrollo general de las plantas, nos parece preferible tratar de mantener el equilibrio deseado sin reducir las cosechas. El temor exagerado del posible efecto perjudicial de cosechas altas puede resultar en la obtención de rendimientos tan bajos que no son económicos. En general se deben considerar primero los métodos que controlan el exceso de producción por un aumento en la vitalidad de la planta. Dentro estos métodos vamos a tratar los que impiden la caída prematura de las hojas y los que favorecen un buen desarrollo general.

1 - Métodos de Control que impiden la caída Prematura de las Hojas.

Ya se ha mostrado en el Cuadro No. 2, el efecto de atomizaciones contra la Hemileia sobre la incidencia del die-back. Aunque no tengamos datos precisos en relación al control de otras enfermedades de las hojas, se puede asumir que semejantes resultados serían obtenidos.

Hace tiempo Rayner (33) notó en Kenya que atomizaciones de cobre usadas para protección contra la Hemileia resultaron en plantas aparentemente más sanas y con una caída menor de hojas en comparación con árboles vecinos sin tratamiento, aunque dichos árboles no estuvieron atacados por el herrumbre. Como no había signos visibles de enfermedad, se supuso, al principio, que el efecto beneficioso del cobre podría ser de orden nutritivo en caso de que las plantas tuvieran dificultad en la absorción del elemento en el suelo. Sin embargo, inyecciones de cobre hechas en el tronco no disminuyeron la caída de las hojas. Luego se halló que otros fungicidas sin cobre pueden disminuir la caída de hojas y por eso se cree que deben existir infecciones hongosas que afectan las hojas y son controladas por los tratamientos. Una publicación reciente de la misma procedencia, revela que un control efectivo de la caída

prematura de hojas y un aumento en cosecha del orden de 40% a 67% pueden ser obtenidos con distintos tratamientos de fungicidas en atomización o polvo. Atomizaciones de Fernide (un compuesto orgánico de hierro) y Perenox (un óxido de cobre), dieron los mejores resultados. Se trató también durante esta investigación el uso de una sustancia de crecimiento (ácido alpha-naftalenoacético) para controlar la caída de hojas. Este tratamiento resultó en un pequeño aumento en la cosecha pero la caída de hojas fue casi igual que en los árboles testigos(15). Semejante investigación con cuatro sustancias de crecimiento llevada a cabo por Molina en Turrialba tampoco dió resultados positivos (24). Sin embargo, existe la posibilidad de que otras sustancias de crecimiento o distintas concentraciones de las mismas, podrían reducir la caída prematura de las hojas como se ha encontrado en los limoneros (37).

2 - Métodos de Control que Favorecen un Buen Desarrollo General

Ciertos métodos en esta categoría podrían incluirse en los que afectan la caída prematura de hojas pero son mencionados aquí porque además tienen efecto sobre otros aspectos del bienestar vegetal.

Por ejemplo, un mejoramiento de las relaciones de agua en tiempo de sequía prolongada, tendrá una acción beneficiosa sobre la retención de las hojas como también sobre el desarrollo general.

a - Abonamiento

Pereira y Jones (28) han publicado interesantes datos sobre el efecto de distintos abonos sobre la incidencia de die-back.

CUADRO No. 5 *

Efecto de Abonamiento sobre el número de Ramas con Die-Back por árbol

	Sulfato de Amonio 4 cwt.acre (1)		Superfosfato doble 2 cwt.acre (2)		Estiercol 14 ton.acre (3)		Mínima diferencia significativa	
	No.	N	No.	P	No.	E	P=0,05	P=0.01
1950	10.7	7.8	9.3	9.3	10.6	8.0	1.9	2.9
1951	48.5	33.4	42.1	39.8	42.4	39.5	10.4	15.3
1952	15.6	8.6	13.1	11.2	13.7	10.6	3.9	5.8
Total de 3 años	74.8	49.8	64.5	60.3	66.7	58.1	13.5	20.0

* Tomado de Pereira y Jones (28)

- (1) 502 kil/hectárea
- (2) 251 kil/hectárea
- (3) 34.6ton/hectárea

Se ve en el cuadro No. 5, que la aplicación de 502 kilogramos por hectárea de sulfato de amonio redujo cada año, de manera significativa, la ocurrencia de die-back, mientras el superfosfato doble (251 k/ha) casi no la afectó. El estiercol de 34.6 toneladas por hectárea tuvo un efecto significativo solamente el primer año. Se ha visto en el Cuadro No. 4, que en Turrialba la fertilización con nitrato de sodio no disminuyó el total de die-back de manera sensible, pero además de las diferencias de suelo y clima se debe mencionar que en este caso no más de 6 ramas por árbol fueron observadas.

En Hawaii, se considera que para disminuir el die-back, los fertilizantes deben de estar balanceados de tal manera que haya una amplia disponibilidad de potasio y ningún exceso de nitrógeno (34). Ripperton y sus colaboradores dan resultados de un experimento de abonamiento de varios años de duración incluyendo cinco tratamientos distintos:

Nitrógeno - Nitrógeno y Fósforo- Nitrógeno y Potasio
Nitrógeno, Fósforo y Potasio - No abono (testigo).

Las cantidades usadas fueron de 160 libras de Nitrógeno elemental, 160 libras de P_2O_5 y 160 libras de K_2O . Después de dos años se podía notar un gran efecto sobre la incidencia de la enfermedad según el tratamiento. Todas las parcelas sin potasio, (NP, N y testigo) sufrieron excesivamente de die-back mientras las otras (NPK y NK) no mostraron casi indicios del trastorno. (34)

b - Control de la Humedad del suelo

La sequía por su efecto sobre la caída de las hojas y el crecimiento puede favorecer el die-back. En este caso, todas las medidas que aumentan o conservan el contenido de agua aprovechable en el suelo ayudan a combatir la enfermedad. Se pueden considerar el uso del riego y el "mulch". Por supuesto, el mulch tiene otras ventajas además de su efecto beneficioso sobre las relaciones de agua.

c - Buenos métodos de Cultivo

En general, se deben adoptar todos los métodos de cultivo necesarios para asegurar un buen desarrollo de las plantas. Se ha mencionado, por ejemplo, el efecto de la presencia de un exceso de malezas (1) y de la ocurrencia de la erosión del suelo (8) sobre la incidencia de die-back.

Pereira y Jones (29), dan una información valiosa sobre el efecto de distintos tratamientos de las malezas durante la estación lluviosa en relación con la intensidad de die-back. En esta investigación, todas las parcelas recibieron el mismo tratamiento de control de malezas al principio de la estación seca. Como lo indica el Cuadro No.6, la presencia de malezas aún durante el período de lluvias aumentó mucho el die-back en relación a la cosecha.

CUADRO No. 6

Número de Ramas Muertas de Die-Back por Libra de Cereza Recogida *

<u>Tratamiento</u>	<u>Año</u>	
	<u>1950</u>	<u>1951</u>
Limpia de malezas	3.8	7.1
Malezas macheteadas durante las lluvias	7.9	9.3
Malezas sin ningún control durante las lluvias	12.4	14.2

* Tomado de Pereira y Jones (29)

3 - Métodos de Control que Reducen la Cosecha

Es claro que en el caso de una planta debilitada, una disminución en la cosecha puede mantener el equilibrio entre la producción y el consumo de carbohidratos y también en consecuencia, reducir la incidencia de die-back. Aunque este tratamiento se pueda practicar por entresacamiento de los frutos, este método no se usa bajo condiciones de campo con excepción, tal vez, del caso de la primera cosecha de plantas muy jóvenes. Sistemas de podas adecuados han sido preferiblemente recomendados para reducir lo que se considera un exceso de producción. Los técnicos de Hawaii piensan que en el sistema de poda no sostenido, el die-back puede ser disminuído usando un corte moderado cada año en lugar de un corte fuerte seguido por poda liviana durante uno o dos años. En teoría, los sistemas de poda en los cuales una parte considerable del árbol se queda permanentemente, deben resultar en menos die-back que aquellos en los cuales la mayor parte del árbol está constituída por madera joven. Algunos finqueros de este territorio reducen la superficie de producción del árbol eliminando un tallo entero o quitando parte de las ramas laterales a principios de la estación en que parece que el die-back será severo (34).

El uso de sombra que se ha recomendado para disminuir la intensidad de la enfermedad actúa también, generalmente por el hecho de que esta práctica tiene tendencia a reducir la cosecha. Sin embargo, otros factores pueden desempeñar un papel en este caso, como el efecto de la luz y de la temperatura sobre el desarrollo de los hongos.

4 - Uso de Tipos Resistentes

Parecen existir diferencias dentro de los distintos tipos de café en relación a la susceptibilidad de die-back. Trabajos llevados a cabo en Brasil (22) y Congo Belga (44) muestran que aun dentro de la misma variedad se pueden encontrar líneas con grados distintos de susceptibilidad a la enfermedad. La selección de tipos resistentes puede entonces ayudar al control del die-back.

ATROFIA FLORAL

Puede ocurrir bajo ciertas condiciones de ambiente y de cultivo que un porcentaje muy alto de las flores sean abortivas y estériles y que la producción de café no resulte económica. Aún en lugares donde la planta produzca altos rendimientos hay veces que se nota un cierto número de flores abortivas en épocas determinadas del año. Según Porteres (31) el promedio de pérdidas de cosecha causado por este fenómeno en árboles de *C. arábica* en Bingerville (Costa de Marfil) puede ser estimado en 95%. En los últimos 50 años este trastorno ha sido estudiado por varios investigadores especialmente europeos (6,9, 23, 24, 27, 31, 32, 45). Un sumario de los trabajos más importantes llevados a cabo a principios del siglo, se puede encontrar en un artículo de Porteres (32) y el libro póstumo de Cramer (7).

I - DEFINICION

La atrofia floral está caracterizada por una disminución de las dimensiones relativas de los órganos sexuales y de toda la unidad floral con tendencia a la desaparición o con una pérdida completa de la fertilidad (32). Según du Pasquier (27) esta atrofia resulta de la apertura de yemas no desarrolladas completamente.

El término "virescencia" usado por varios autores está criticado por Porteres como impropio al caso (32). El término más comúnmente usado de "flores estrellas" o "estrellitas" "star flowers" en inglés "fleurs étoilées" en francés y "sterretjes" en holandés puede servir solamente para referirse a un cierto grado de atrofia floral. Se ha notado que la atrofia floral se manifiesta de distintas maneras según la intensidad del trastorno, desde flores casi normales hasta flores completamente verdes de uno a dos milímetros de tamaño.

Faber (9) en una de las primeras publicaciones sobre este tema reprodujo ilustraciones detalladas sobre los cambios morfológicos y citológicos de las flores relacionados con el trastorno.

II - DISTINTOS GRADOS DE ATROFIA FLORAL

Porteres hizo un estudio sistemático de los distintos grados de atrofia floral (31,32). Clasificó varios aspectos del trastorno en tres grados principales, con las siguientes características, en su mayoría ilustradas en la referencia:

1) Primer grado (intensidad menor de la atrofia): Flores "minutes" (diminutas). Las flores son reducidas a la cuarta o a la quinta parte de las flores normales con excepción de las anteras que son reducidas solamente a la mitad. Estas flores tienen generalmente un gineceo fértil y las anteras emiten un polen que parece activo. Las yemas florales tienen un aspecto semejante a los de las flores normales aún cuando son más pequeñas, el estilo es relativamente mucho más exerto.

2) Segundo grado: Flores "tonnelet" (barrilito). En este caso la reducción de tamaño de las partes florales es mucho mayor, los pétalos se vuelven carnudos, se quedan más o menos de un color amarillo-verdoso y se abren poco o nunca; el estilo es muy exerto. La deshiscencia de las anteras no ocurre. Estas flores pueden permanecer sobre el árbol quince días después de la floración de las flores normales.

3) Tercer grado: Flores "étoiles" (estrellas). La flor es minúscula con lóbulos amarillos-verdes; carnudos y triangulares, alargados y agudos, las anteras son muy cortas indehiscentes, el estilo es de lgura variable a veces muy largo. El aspecto general de la flor es parecido a una estrella. Las "estrellas" pueden permanecer varias semanas sobre las ramas. Este último grado de atrofia floral es probablemente el más común, el más espectacular y el más estudiado en el C. arabica.

III - FACTORES QUE SEGUN LA LITERATURA, INFLUYEN SOBRE LA INCIDENCIA DE "ESTRELLAS"

Varios autores han mencionado una serie de factores que favorecen o que son responsables de la ocurrencia de flores estrellas. Citaremos los principales y luego se tratará con mayor detalle aquellos que han sido estudiados de una manera más sistemática. Se debe primero mencionar que desde el principio se ha reconocido el papel importante que desempeña la variedad y la especie sobre la presencia y la intensidad del trastorno, hasta considerar la ocurrencia de flores estrellas en forma severa como un indicio de que un cierto tipo de café no es adaptable a la localidad donde está cultivada.

Cramer en el primer trabajo citado (6) consideró que cualquier factor que interfiere con la nutrición de la planta puede resultar en atrofia de sus flores. El menciona además los siguientes factores: un exceso de lluvias al tiempo de la floración, un exceso de sequía (cuando las primeras lluvias no suministran bastante agua, la mayoría de las yemas florales se abren demasiado temprano y producen generalmente flores abortivas o achaparradas); una exposición repentina al sol de una plantación bien sombreada, condiciones del suelo como erosión en terrenos pendientes quedando expuesta afuera del suelo una parte del sistema radicular; parásitos de las ramas y de las raíces.

En su obra ulterior (7) Cramer da énfasis al efecto de condiciones climáticas desfavorables a la planta como un período de dos o tres semanas de sequía durante la estación lluviosa. El cita también a otros investigadores, por ejemplo, a Faber que considera responsables del trastorno, condiciones adversas del ambiente como un exceso de luz, un exceso de humedad en el terreno, posiblemente la pobreza del suelo y un agotamiento de la planta por enfermedades.

Porteres (32) cita a Burck como habiendo indicado que una fuerte cosecha previa resultaba en un cansancio del árbol favoreciendo la atrofia floral cuando había muchos días lluviosos en la época de floración. Cita además una referencia de Touchay que notó un aumento de intensidad

de atrofia floral con un sombreamiento tupido de Aleurites cordata en comparación con un sombreamiento más liviano de Albizzia lebbek. También, según Porteres, Schweizer propuso la hipótesis de que la producción de flores estrellas podría estar vinculada con la hidratación de la planta. Donde hay fuertes sequías la presión osmótica alcanza un punto elevado durante la estación seca y a contar de un cierto grado de concentración molecular las condiciones favorecen la formación de "estrellas".

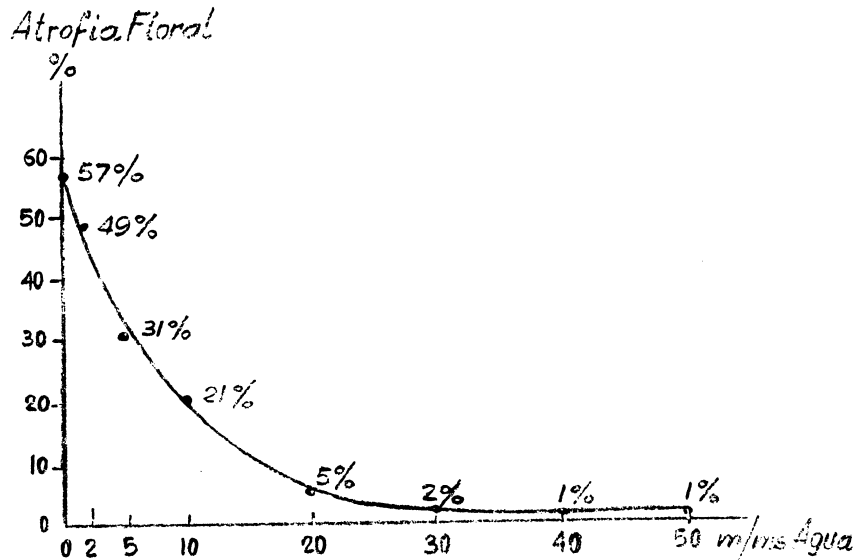
Du Pasquier (27) menciona que una sequía prolongada, un ataque de Hemileia u otras causas de parada del crecimiento pueden provocar la atrofia floral al momento de las floraciones principales.

1 - Efecto del Déficit Hídrico

Porteres (32) realizó un valioso estudio del efecto de aumentos en humedad del suelo sobre la intensidad de atrofia floral. Después de 30 días sin lluvia él regó con una regadera una serie de plantas de café arábica de variedad "Macenta" con distintas cantidades de agua o sea: 0, 40, 100, 200, 400, 600, 800 y 1000 litros por mata correspondientes a caídas de lluvia de 0, 2, 5, 10, 20, 30, 40 y 50 milímetros. Como se ve en el Gráfico No. 1, hubo una correlación positiva entre la disminución del porcentaje de estrellas y la cantidad de agua aplicada. Desde 57% en los testigos no regados la cantidad de atrofia bajó hasta 5% con un riego equivalente a 20 mm. y cerca de 0% con riegos más fuertes.

Gráfico No. 1

Relación entre la Cantidad de Agua Aplicada y el Porcentaje de
Atrofia Floral según Porteres (32)



De este experimento él sacó en conclusión que la sequía, aumentando la presión osmótica, dispone a las plantas a una atrofia floral seria. La rehidratación disminuye la presión osmótica y reduce la importancia de este fenómeno. Todos los factores que causan un aumento en la presión osmótica pueden inducir también la atrofia floral a varios grados. Dentro de estos factores están los que afectan el sistema radicular, por ejemplo, la desaparición por erosión del suelo, la presencia de nematodos y gusanos atacando las raíces, el efecto de las aradas. A esta categoría pertenecen también los factores que resultan en un aumento de la evaporación de la parte aérea como podas induciendo nuevas brotaciones, la apertura de las flores, el desarrollo de los frutos y los factores climáticos como una sequía prolongada, vientos secos, etc.

Sin embargo, Porteres menciona que pueden existir también otros tipos de factores que favorecen la atrofia floral; en total todo lo que contraría el desarrollo de las yemas florales ya diferenciadas, puede resultar en atrofia y según las condiciones del ambiente un factor u otro puede tener más importancia. Mes (23) hizo interesantes observaciones sobre las flores estrellas en relación con sus estudios generales

sobre la floración del cafeto. Ella encontró que cuando ramas cortadas fueron puestas en agua bajo temperaturas de 30°C de día y 24°C de noche, en algunos casos, las flores estrellas presentes en las ramas empezaron a crecer, se volvieron amarillas y luego blancas; las corolas se alargaron mucho pero sin alcanzar el mismo tamaño que las flores normales. En otro experimento, cuando la parte aérea de plantas jóvenes fue sumergida bajo agua a una temperatura de 26°C durante una hora o una hora y media, las flores estrellas pudieron también aumentar de tamaño. Después de esta investigación incluyendo otros experimentos, Mes concluyó que el descanso de las yemas florales maduras del cafeto y la formación de estrellas eran causados por un déficit hídrico de las yemas. Ella menciona que sería interesante saber cuánto tiempo las "estrellas" pueden conservar el poder de crecer de nuevo y en el caso de que crecieran después de un largo tiempo si producirían frutos normales.

En el curso de esta investigación, Mes encontró también que las flores estrellas crecieron ocasionalmente cuando las yemas eran rodeadas de lanolina conteniendo 0.5% de ácido naftaleneacético.

El efecto de la falta de lluvia sobre la atrofia floral parece ser indicado por los estudios de Molina (24) en Turrialba. Efectuó conteos regulares de flores estrellas y normales sobre ramas tratadas y testigos del 23 de Enero al 7 de Mayo 1956, en una investigación para determinar el efecto de cuatro sustancias sobre el crecimiento y la floración del cafeto. Se usaron plantas de la variedad "Mundo Novo". Las flores estrellas fueron visibles desde la primera observación mientras las primeras flores perfectas aparecieron solamente dos meses después del 23 de Enero. En el año del estudio de Molina hubo una estación relativamente seca para la zona de Turrialba. Durante los 15 días antes del conteo inicial no hubo más que 9 milímetros de lluvia. Los datos climáticos de la Estación Experimental y los datos de conteos publicados muestran que las épocas de mayor incidencia de flores estrellas siguen generalmente varios días de tiempo seco antes de la floración. Esto está de acuerdo con la aserción de Cramer sobre el efecto de dos o tres semanas de sequía durante la estación lluviosa (7).

Las sustancias de crecimiento usadas por Molina (ácido 2-4 Diclorofenoxyacetico, ácido 2-4-5 Triclorofenoxypropionico, ácido naftaleneacético y ácido Benzo-thiazol 2-oxyacetico) a distintas concentraciones no parecieron disminuir el porcentaje de flores estrellas en relación a las normales. Sin embargo, puede suceder que otras sustancias u otras concentraciones de las mismas pudieran afectar el fenómeno. *

* Después de la preparación de este trabajo el Dr. Paulo T. Alvin Fito fisiólogo, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina, Lima, Perú, nos ha informado que él ha tenido buen éxito en estimular el desarrollo de un cierto tipo de flores abortivas por medio de una atomización con ácido giberélico.

2 - Efecto de la Temperatura

En los primeros trabajos publicados sobre este tema no se encontró mucha referencia al posible efecto de la temperatura sobre la incidencia de las flores estrellas. Además, parece que en esta época había inquietud solamente en relación al efecto de bajas temperaturas y no a una posible acción perjudicial de temperaturas demasiado altas (32). Recientemente Went (45) y Mes (23) trabajando en el laboratorio Earhart de California, hicieron observaciones sobre la incidencia de flores estrellas en cafetos creciendo bajo distintas temperaturas de día y de noche. Went halló que plantas de C.arabica var. Bourbon vermelho bajo una temperatura de 23°C de día y 26°C de noche, produjeron muchas yemas florales pero en general estas yemas desarrollaron "estrellas" o se secaron cuando eran muy pequeñas. Plantas sometidas a la misma temperatura de día (23°C) pero a noches más frescas (20° ó 17°C) produjeron muchos botones florales que se desarrollaron completamente y luego produjeron frutos. A temperaturas de 30°C de día y 24°C de noche, Mes encontró que muchas de las yemas florales no se desarrollaron en flores normales, algunas se secaron pero la mayoría produjeron "estrellas". También, una planta en pobre condición, creciendo a temperaturas de 30°/24°C (la primera cifra se refiere a temperatura de día y la segunda a temperatura de noche) llevando un cierto número de yemas maduras fue transferida a temperaturas de 23°/17°C. Esta planta cuando fue sometida a temperaturas altas, tenía durante un período de seis semanas, una producción pequeña e irregular de flores, de las cuales muchas eran estrellas. Después del traslado a las temperaturas bajas, muchas de las yemas maduras empezaron a hincharse y las primeras flores se abrieron doce días después y fueron en su mayoría normales en lugar de "estrellas". Se menciona también que la formación de flores estrellas no es solamente el resultado de temperaturas altas sino que puede ser causada en gran parte por la condición general de la planta. "Estrellas" fueron producidas por plantas de 13 meses en pobre condición aunque estuvieron sometidas a temperaturas bajas (23).

3 - Efecto de Factores Genéticos

Desde las primeras investigaciones sobre la atrofia floral se notó que varias especies del género Coffea muestran distintos grados de susceptibilidad o resistencia a este trastorno.

Faber, según Cramer (7) mencionó, ya en 1912 haber observado flores pequeñas, amarillo-verdosas, frecuentemente sobre C.arabica, aunque no tan frecuente en C.liberica y solamente de una manera excepcional sobre C.laurentii, C.ugandae y C.quillou. Porteres (31) informó que en Bingerville, Costa de Marfil este fenómeno no se observó sino sobre plantas de C.arabica y un tipo de C.excelsa llamado Bangelan 121-02. Nunca se notó la atrofia floral sobre las demás 43 variedades y especies de la estación de Bingerville. Luego él indicó que el grado de susceptibilidad de varios tipos al trastorno, difiere según el clima (32). Citó tipos más susceptibles bajo distintos climas (sub-ecuatorial, sub-tropical y tropical).

Se ha notado también que dentro de la misma especie o variedad, plantas individuales pueden exhibir varios grados de resistencia. Zimmerman, citado por Cramer (7), mencionó que en el caso de C. Libérica árboles contiguos mostraron grandes diferencias individuales en la proporción de flores abortivas y normales. También, según Cramer, Schweiser informó que, dentro los grupos Robusta (Canephora) y Libérica, se podían encontrar plantas de semillas sobre las cuales todas las yemas florales desarrollaron "estrellas" y que esta anomalía podía ser transmitida por injertos.

Porteres (31) opina que en la estación de Bingerville no hay diferencias, dentro de los arábicas, en el grado de atrofia floral de plantas individuales, mientras en el excelsa Bangelan 121-02 cada planta tiene una reacción distinta. Existen árboles que nunca muestran atrofia floral y otros que exhiben varios grados de la intensidad del trastorno.

Una observación ligera que hemos hecho en la colección de variedades del Instituto de Turrialba parece indicar que hay variaciones en la incidencia de atrofia floral según los tipos. Algunas introducciones parecen tener mucho más resistencia que otras.

IV - MEDIDAS DE CONTROL

La discusión que precede da indicaciones sobre posibles medidas de control. Se deben primero considerar las relaciones de agua. En zonas donde hay varios meses de sequía todas las medidas que conservan o aumentan el agua disponible (riego, mulch, etc), pueden reducir la incidencia del trastorno.

El hecho de que en ciertos casos las plantas en malas condiciones fisiológicas parecen ser más susceptibles a la atrofia floral indica la necesidad de mantener las plantaciones bajo buenos cuidados de cultivo.

En algunas zonas el ambiente favorece tanto al trastorno, que solamente la selección de tipos resistentes parece lograr un control eficaz. Las variaciones encontradas en el grado de incidencia de la atrofia floral justifica el desempeñar labores de esta índole.

ESCARCHA DEL CAFE, PUNTAS NEGRAS, BRULURE,

BLACK TIP, HOT AND COLD

Los nombres que constituyen el título de esta sección parecen referirse a trastornos fisiológicos semejantes o de la misma naturaleza que se encuentran generalmente a alturas elevadas, cuando los cafetos crecen sin sombra.

La escarcha del café estudiada en Costa Rica, por Hogg (13) se presenta según este autor casi únicamente en los cafetos jóvenes de uno hasta tres años debido a que en las plantaciones nuevas, el sombrero es muy escaso o falta del todo. En las plantas viejas aunque la sombra pueda ser un poco deficiente, las matas se abrigan entre ellas y disminuyen por lo tanto las probabilidades del daño. En Costa Rica el trastorno comienza a notarse a alturas que varían de 1350 metros o menos a 1400 metros de acuerdo con la topografía y exposición del lugar. Los cafetos afectados muestran la extremidad de sus ramas de un color negro debido a la muerte de ellas. Las hojas tiernas son simultáneamente atacadas, se arrugan y toman la apariencia característica de las "puntas negras". Se nota también una gran producción de hijos en las ramas y tallos luego de la muerte de las puntas de crecimiento. Por último, aparece una marcada defoliación y la maduración de los granos es muy dispareja. Los factores principales que determinan la escarcha son: 1) la quema producida por los rayos del sol y 2) las grandes fluctuaciones de temperatura (13).

Según Thorold (42) "Hot and cold" es el nombre de ciertas características de los cafetos asociados con una forma piramidal de las matas y un hábito de crecimiento en forma de racimo, típico del café arábica sembrado a grandes elevaciones. Las hojas apicales de estos árboles son pequeñas, ondeadas y muy a menudo ennegrecidas.

Jurion, hizo un estudio sistemático del trastorno llamado "brulure" en el Congo Belga. Se considera como una enfermedad fisiológica característica de las grandes elevaciones (2000 - 2100 metros) y de los valles de alturas medianas (1650-1750mts.). Estos sitios favorecen los enfriamientos y la alta humedad. La mayoría de las hojas y también los brotes tiernos de las plantas atacadas son destruidas. Como consecuencia de la muerte de las yemas terminales los árboles presentan un aspecto achaparrado, los entrenudos son muy cortos y la formación de ramas secundarias es enorme. El único remedio es la sombra (14).

Jurion trató de comprobar de manera experimental si el frío sólo era la causa de la enfermedad. Por eso una serie de árboles fueron sombreados durante el día y dejados sin protección durante la noche exponiéndoles así a temperaturas mínimas. Estos árboles se restablecieron del mismo modo que los que estaban bajo sombra permanente, lo cual no podría haber ocurrido si la enfermedad fuera provocada por el frío o por la variación de temperaturas en la tarde.

Luego, en un segundo experimento, él hizo las cosas a la inversa, los árboles, fueron sombreados durante la noche y se descubrieron a la salida del sol. Estos árboles sometidos a la variación de la temperatura en la mañana pero protegidos de tales variaciones durante el atardecer tenían trazas de escarcha lo cual no ocurrió en el primer experimento. El investigador sugiere que el mecanismo de la enfermedad es el siguiente: A la salida del sol se produce sobre las hojas frías cubiertas de rocío, una evaporación brusca que baja todavía más la temperatura de la hoja. Este enfriamiento seguido de una elevación repentina de la temperatura provoca un calentamiento de los tejidos o algunos trastornos correspondientes a los de la helada de tejidos vivos seguidos de deshielo rápido. En un caso la temperatura ambiente subió de 26°C en dos horas. La deshidratación de las células provocada por el frío y aumentada por la brusca evaporación del agua de condensación, si la hay, seguida por la transpiración intensa bajo la influencia del sol provoca una falta de la turgencia necesaria a la vida de la célula. Los tejidos son quemados y mueren. El papel del sombreado como medida de control es el de disminuir la variación repentina de temperatura.

Durante la estación lluviosa, la sombra disminuye la condensación nocturna cuya evaporación brusca acentúa la variación de temperatura y provoca el calentamiento de los tejidos. En época seca la sombra atenúa también esta variación repentina y permite al agua que ha salido de las células bajo la acción del frío, ser reabsorbida por ellas. De este modo ella impide la deshidratación de las células (14).

Jurión notó también una gran diferencia entre los árboles a brotes verdes y los árboles bronceados en su resistencia a la escarcha. Los tipos oscuros o bronceados son inmunes o por lo menos muy resistentes. Por el contrario los tipos verdes son destruidos por la escarcha. El recomienda como medida de control sembrar semillas de plantas resistentes pero no inmunes porque la inmunidad corresponde a una falta de resistencia a la sequía (14).

LITERATURA CITADA

1. BARAT, H. Les maladies cryptogamiques du Caf  ier. In Coste, René. Les Caf  iers et les Cafés dans le Monde. Paris. Edition Larose, 1955. pp: 207-232.
2. BERNEGG, S. VON. Biología das especies de Cafe DNC, Departamento Nacional do Cafe, Brasil. Revista 14(79): 12-22. Jan. 1940. (Año 8).
3. BOSS, MANLEY L. Some external and internal factors related to the growth cycle of coffee. Unpublished thesis. Turrialba, C. R. Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1951. 64 p.
4. CASTAÑO, A.; J. J. Muerte descendente (Die back) en cafetos de toda edad en varias regiones del Departamento del Cauca. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchin  , Colombia. Boletín Informativo 7 (73): 12-20. En. 1956.
5. CIBES, H. & SAMUELS, G. Mineral deficiency symptoms displayed by Coffee trees grown under controlled conditions. Puerto Rico Agricultural Experiment Station Rio Piedras Technical Paper 14, August 1955. 21 p.
6. CRAMER, P.J.S. The Coffee plantations of Tonkin. Phillippines Agricultural Review 3(2):94-100. 1910
7. _____ A Literature Review of Coffee Research in Indonesia. Ed. by F. L. Wellman, Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1957. 262 pp. (Miscellaneous Publications No. 15)
8. DUQUE, J. P. Manual pr  ctico del cultivo del cafeto en México, México, D. F. Comisión Nacional del Café, 1952. 216 p.
9. FABER, F. C. VON. Morphologisch - Physiologische untersuchungen an Bl  ten von Coffea-Arten. Jardin Botanique de Buitenzorg Annales 25:59-160. 1912.
10. FRANCO, C. M. & MENDEZ, H. C. Sintomas de deficiencias minerais no cafeeiro. Bragantia 9(9-12): 165-173. 1949.
11. GARDNER, V.R., BRADFORD, F.C. & HOOKER JR. H. D. - The fundamentals of Fruit production 3rd ed. New York, McGraw Hill, 1952, 739p.
12. HASTINGS DE GUTIERREZ, LUCY. Muerte descendente causada por Colletotrichum en las plantas de café en el almácigo y su combate por medio de aspersiones en Turrialba Costa Rica. Turrialba 4(3-4):115-124. 1954.

13. HOGG T, LUIS E. La escarcha del Café o puntas negras. Instituto de Defensa del Café de Costa Rica. Revista 2(12):387-389. 1935.
14. JURION, F. La brulure des caféiers. INEAC, Serie Scientifique No. 6, 1936. 19 p. Publicado en español bajo el título de: Capacidad de resistencia contra el clima en los cafetos arábigos del tipo oscuro o bronceado. Instituto de Defensa del Café de Costa Rica. Revista 8(53): 7-16. Mar. 1939.
15. KENYA COFFEE SERVICES. Extract from the reports of the Plant Pathologist and Physiologist for the years 1954-1955. Coffee Board of Kenya. Monthly Bulletin 21(252)333-335. Dec. 1956.
16. MAYNE, W.W. Annual Report of the Coffee Scientific Officer, 1930 - 1931. Mysore Coffee Experiment Station Bulletin No. 5. 1931. 24 p.
17. _____ Annual Report of the Coffee Scientific Officer 1933 - 1934. Mysore Coffee Experiment Station Bulletin No. 12, 1934, 24 p.
18. _____ Annual Report of the Coffee Scientific Officer 1934-1935. Mysore Coffee Experiment Station Bulletin No. 13, 1935. 28 p.
19. _____ Annual Report of the Coffee Scientific Officer 1935-1936. Mysore Coffee Experiment Station Bulletin No. 14. 1936. 21 p.
20. McDONALD, J. Notes on diseases of coffee in Kenya. Kenya Colony and Protectorate Department of Agriculture Bulletin No. 7 H. 1929. 3 p.
21. McFARLANE, W. LEE. Some factors affecting growth and yield of coffee. Unpublished thesis. Turrialba, Costa Rica. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. 1949. 47 p.
22. MENDES, J.E. TEXEIRA, BRIEGER, F. G., KRUG, C. A. & CARVALHO A. Melhoramento de Coffea arabica L. var. Bourbon; estudo das producoes individuais de 1107 cafeeiros no periodo 1933 a 1939 a resultados parciais de algumas de suas progenies. Bragantia 1(1):1-176. 1941.
23. MES, M.G. Estudios sobre la florescencia del Coffea arabica L. New York, IBEC Research Institute Boletin No. 14, 1958, 42p.
24. MOLINA, J. R. El efecto de cuatro sustancias de crecimiento sobre la floración, fructificación y crecimiento de Coffea arabica L. Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1956, 71 p.

25. MULLER, L. Mineral deficiencies in Coffee in Costa Rica. In: Meeting of Working Party on Soil Fertility and Fertilizers for Latin America. Preliminary Report Interamerican Institute of Agricultural Sciences, Turrialba, Costa Rica, 1957. pp. 36-43.
26. NUTMAN, F. J. The root system of *Coffea arabica* II. The effect of some soil conditions in modifying the "normal" root system. Empire Journal of Experimental Agriculture 1(4): 285-296. Dec. 1933.
27. PASQUIER, M. du - Premières observations sur les floraisons et fructifications des caféiers de la Station Experimentale de Phu Ho. Bulletin Economique de l'Indochine 31(194): 369-385. 1928.
28. PEREIRA, H.C. & JONES, P. A. Field responses by Kenya coffee to fertilizers, manures and mulches. Empire Journal of Experimental Agriculture 22(85):23-36. 1954.
29. PEREIRA, H. C. & JONES, P. A. A tillage study in Kenya coffee. I. The effects of tillage practices on coffee yields. Empire Journal of Experimental Agriculture 22(87):231-240. 1954.
30. PEREZ S., V. M. Algunas deficiencias minerales del Cafeto en Costa Rica. Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, San José, Costa Rica. Información No. 2, Feb. 1957. 27 p.
31. PORTERES, ROLAND. Etudes sur le phénomène de virescence des Caféiers a la Station de Bingerville. Comité Etudes Historiques et Scientifiques de l'Afrique Occidentale Bulletin 18(3):417-427. 1934.
32. _____ L'atrophie florale non parasitaire chez les caféiers et les causes physiologiques. Revue de Botanique Appliquée 26:111-119. 1946.
33. RAYNER, R. W. Tonic copper spraying. Coffee Board of Kenya Monthly Bulletin 16(189): 212, 220. 1951.
34. RIPPERTON, J. C. GOTO, Y.B. & PAHAU, R. K. - Coffee cultural practices in the Kona District of Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin No. 75 1935. 64 p. También en español: Prácticas de cultivo del café en el Distrito de Kona, Hawaii, traducido del inglés por A. Guevara U. Asociación de Cafetaleros de Turrialba, Costa Rica, 1953, 47 p.
35. ROBA, RENE-PAUL. La "mancha de hierro" y el "paloteo", enfermedades del cafeto. Nicaragua, Ministerio de Agricultura, Sección Técnica, Boletín No. 10. 1940. 11 p.

- 36 . SMALL, W. Notes on species of Colletotrichum an Phoma in Uganda. Kew Royal. Botanical Garden of Miscellaneous Informations No. 2:57-67. 1921
37. STEWART, W. S. and HIELD, H. Z. Effects of 2,4 Dichlorophenoxyacetic acid and 2, 4, 5 Trichlorophenoxyacetic acid on fruit drop, fruit production and leaf drop of lemon trees. American Society for Horticultural Science. Proceedings 55:163-171. 1950
38. STURDY, D. Observation on coffee under artificial shade at Selian Coffee Estate Arusha, 1931-35. East African Agricultural Journal 1:135-139. 1935.
39. SYLVAIN, P. G. Effect of continuous defoliation of individual branches upon development of the coffee cherries. Unpublished report. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1952. 6 p. (mimeographed).
40. _____ Studies on die-back. Unpublished report. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1952. 15 p. (mimeographed.)
41. _____ Vastos objetivos en los estudios sobre la fisiología del café. Revista del Café (Puerto Rico) 10(1):15-16, 20; (2):34-35; (3): 32-34; (4):24, 26, 28. 1954.
42. THOROLD, C. A. Elgon dieback disease of coffee. East African Agricultural Journal 10(4):198-206. 1945.
43. TRENCH, A. D. & BECKLEY V. A. Observations on coffee in Kenya. I. Chlorosis and dieback in coffee. Empire Journal of Experimental Agriculture 3(11);203-209, 1935.
44. WELLMAN, F. L. Evidencia de resistencia a las enfermedades en los Cafetos. Turrialba, 4(2):52-27, Abril-Junio, 1954.
45. WENT, F. W. Report on coffee research in Earhart carried out for I.B. E. C. Research Institute, October 1954. I. New York, IBEC Research Institute, 1955. 6 p. (dittoed).

UNIVERSITY OF TORONTO
LIBRARY

IICA