

COSTA RICA 633.74 W7491e 1951

CA

41

Estudios de Café y Cacao

Nº 4

TRADUCCION

EL MEJORAMIENTO DEL CACAO

por

J. Wilson, B. Sc.

Profesor de Botánica

Colegio Imperial de Agricultura Tropical
Trinidad



(Traducción del Artículo Publicado en Journal of the Agricultural Society of Trinidad & Tobago Vol. LI, Part 3, pp. 303-314, 1951)

4 W7491e 1951

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS , Turrialba - Costa Rica

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

EL MEJORAMIENTO DEL CACAO

por

J. Wilson, D. Sc.

Antes de entrar a considerar los problemas y los métodos del mejoramiento de plantas, aplicados al cacao, es bueno considerar los varios factores que hasta muy recientemente han afectado el grado de progreso en el mejoramiento de cultivos tropicales en general.

La consideración de estos factores muestra que aun cuando en la actualidad el mejoramiento de cultivos tropicales está muy atrás de los cultivos de zonas templadas, esa situación no ha de perpetuarse necesariamente.

Hablando en términos generales, los cultivos tropicales no habían tenido el estudio empírico intensivo que se había dado a los cultivos de zonas templadas antes de las nuevas ideas que originaron con Mendel; por E.j. los fundamentos de la ciencia moderna genética se aplicaron a los problemas que tales cultivos presentaban, desde principios de este siglo.

Los cultivos tropicales considerados como un grupo, presentaban una semejanza mucho más cercana a los tipos silvestres; ellos eran en realidad menos domesticados, y cualquier cultivo en particular presentaba lo que virtualmente era una mezcla de tipos varietales.

Es cierto, por supuesto, que algunas veces presentaban la dominancia de un tipo particular, lo que en tales casos equivalía a una condición de pureza, pero toda la evidencia de que se dispone da a entender que el procedimiento para lograr esa pureza, resultó, no de la selección consciente del hombre, sino más bien de la eliminación de los otros tipos por los agentes naturales. El tipo mejor adaptado a las condiciones sobrevivió, pero, como sucedió con mayor frecuencia, hubo adaptación de más de un tipo y una mezcla de tipos formó el cultivo.

Dentro de esta condición relativamente primitiva, el trabajador en mejoramiento de plantas ha comenzado con todas las enseñanzas y técnicas que la ciencia pone a su disposición. Los trabajos empíricos iniciales prosiguen junto con los conocimientos de genética más avanzados en el mejoramiento de plantas, -- y no con poca frecuencia los métodos empíricos, aplicados a un cultivo primitivo son al principio más rápidos en producir resultados prácticos visibles.

Otra diferencia entre cultivos de zonas tropicales y templadas, es la combinación resultante de un país joven en su desarrollo y un clima tropical. Vastas áreas de los trópicos están apenas comenzado a cultivarse ahora. Los cultivos reemplazan la vegetación natural, pero las áreas cultivadas son aún como islas en un mar en que predomina la lev natural de la

This One



SDL3-37S-SRQ1

sobrevivencia del mejor adaptado. Hemos alterado el equilibrio de la Naturaleza y el nuevo equilibrio no se ha establecido todavía. Las prácticas agrícolas son en cualquier parte una lucha constante por dominar la Naturaleza, y la lucha es más severa y agotadora en los trópicos húmedos donde todos los procesos vitales están altamente estimulados por las temperaturas altas y la mucha humedad. Consecuentemente encontramos que las enfermedades asumen una importancia mucho mayor que en las regiones templadas, y son mucho menos contralables porque el mar de vegetación natural de los alrededores forma una barrera infranqueable para un ataque directo contra el organismo responsable de una enfermedad.

En ciertos casos algunas técnicas para contrarrestar el problema de las enfermedades han dado buenos resultados, por Ej. la eliminación de plantas huéspedes alternativas en la vegetación natural de los alrededores, y el control biológico del organismo, usando parásitos, pueden dar un control adecuado. Tales casos, sin embargo, son la excepción, y por regla general el método indirecto, es decir, la producción de tipos resistentes a la enfermedad, constituye la línea de defensa de mayor importancia. En realidad, la evolución de formas resistentes a las enfermedades, puede muy bien tener prioridad sobre las cuestiones de capacidad de alto rendimiento y calidad del producto en lo concerniente al mejoramiento de cultivos tropicales.

Una tercer diferencia puede ser adscrita a la poca edad de la agricultura tropical como una ciencia. La agricultura de la zona templada se ha especializado hasta el punto de que ciertas ramas, especialmente cultivos permanentes como los de árboles frutales, se consideran como tópicos separados, y no caen dentro de la designación de cultivos agrícolas. Esa demarcación tan bien delimitada no existe para la agricultura tropical. Un gran número de frutas, como el mango, el aguacate, la papaya, etc., se cultivan extensivamente, como cultivos hortícolas. Pero hay otros cultivos arbóreos permanentes tales como el hule, cacao, café, té, etc., los cuales ocupan un lugar muy importante en la agricultura tropical, y en forma definitiva, caen dentro de la categoría de cultivos generales agrícolas de los trópicos.

Ahora, si el objetivo principal del Fitomejorador es determinar, como se ha hecho con muchos cultivos de la zona templada, la constitución de la planta en términos de caracteres individuales, su esfera de acción se halla muy restringida desde el punto de vista práctico. Por Ej., es impráctico por razones de necesidad de espacio solamente, cultivar grandes cantidades de árboles provenientes de cruces controlados. Ni es muy práctico en muchos casos, extraer tipos puros, excepto en las especies de más temprana maduración, ya que el término de vida de una simple generación es muy prolongado.

En este respecto por lo tanto, la concepción del "clon" adquiere considerable importancia en la obtención de uniformidad en la agricultura tropical -- una concepción que no está asociada con cultivos agrícolas en climas templados, pero estrechamente vinculado a los cultivos hortícolas.

Los problemas contemplados están en realidad íntimamente unidos a aquellos que ya son familiares en el cultivo de frutas en zonas templadas, como diferencias de fertilidad de los tipos, relación entre el injerto y el patrón,

mutaciones de yemas, transmisión de resistencia a enfermedades, facilidad de propagación vegetativa, etc., más que los problemas de agricultura en el más estrecho o más generalmente aceptado sentido del término.

Además, no debe perderse de vista que el mejoramiento de plantas es invariablemente relativo al medio ambiente, es decir, fertilidad del suelo y clima en que la planta crece, y no constituye una condición absoluta. Por lo tanto, sin trabajo básico sobre el mejoramiento de métodos agrícolas y de tratamientos del suelo, no pueden evaluarse ni utilizarse con exactitud todas las potencialidades de las variedades mejoradas.

Podemos definir brevemente el mejoramiento de plantas como una micro-evolución controlada, es decir, evolución en pequeña escala dirigida hacia una finalidad deseada por el hombre.

Para un programa satisfactorio de mejoramiento de plantas, hay cuatro etapas principales que deben seguirse para conseguir resultados permanentes. Ellas son:

- 1) Una formulación clara de los objetivos que se persiguen, y un señalamiento de los métodos prácticos que se adoptarán para esa finalidad, es decir, debemos saber lo que deseamos y cómo podemos conseguirlo con el cultivo particular en que estamos interesados.
- 2) La colección de todas las variedades conocidas -- cultivadas y silvestres -- de las especies del cultivo, y el estudio completo de la variabilidad de caracteres de esas variedades.
- 3) Con base en el estudio de la variabilidad, la selección del material coleccionado que posee los caracteres que con mayor probabilidad pueden producir los resultados deseados, y finalmente,
- 4) El cruzamiento del material seleccionado.

Muchos cultivos de la zona templada han sido estudiados intensivamente y los programas de mejoramiento están muy avanzados dentro de la etapa 4, como por Ej. el maíz, y los cereales en general, las papas, etc. La mayoría de los cultivos tropicales no están tan avanzados aún cuando algunos recientemente han entrado en el etapa tercera o cuarta, como por Ej. algodón, bananos, caña de azúcar, arroz y más recientemente el cacao. En realidad muchos no han entrado aún en la etapa 1.

Hay que darse cuenta de que las cuatro etapas son esenciales, aún cuando el lego crea que el mejoramiento de plantas como tal, consiste solamente de la etapa 4. El dejar de dar la debida atención a las tres primeras etapas puede anular el logro del objetivo.

Aún cuando mucho trabajo práctico de mejoramiento puede hacerse sin un conocimiento citogenético del cultivo, en las últimas etapas el genetista bien entrenado conseguirá los mejores resultados, ya que es aquí donde los pequeños avances que conducen a la perfección completa, son de valor y sólo

pueden distinguirse por medio de experimentos estadísticos exacta y cuidadosamente planeados. El conocimiento del cultivo en el campo es sin embargo, esencial, y el Fitomejorador debe imitar al agricultor en lo de conocer su cultivo y vivir con él, ya que en las primeras etapas, cuando se está haciendo el entresaque de material, la selección puede hacerse fácilmente por la vista, lo que permite un rápido avance.

Veamos cómo los anteriores principios pueden aplicarse al cacao.

1. Formulación de fines y métodos

Las finalidades principales son virtualmente de aplicación general a todos los cultivos, a saber (1) alto rendimiento, (2) buena calidad, (3) caracteres agronómicos deseables de la planta y (4) resistencia a enfermedades. El cacao no es una excepción.

Alto rendimiento. - de importancia para el productor. Afortunadamente el rendimiento es un factor que en su mayor parte puede incorporarse, ya que la habilidad para el alto rendimiento puede fácilmente transmitirse a menudo de una variedad a otra sin que materialmente se afecten los otros caracteres. Así pues, para el Fitomejorador el aspecto del rendimiento no es motivo de preocupación.

Buena calidad - Esta es mucho más difícil de definir, y especialmente en cacao, ya que éste está sujeto a beneficio inmediatamente después de cosechado y nuevamente antes de su consumo. Casi no es necesario indicar que hasta que no llegue el momento en que los factores varios que deciden la calidad del cacao sean definidos con mucho más claridad y sean más controlables, el Fitomejorador estará enfrentado a serias dificultades. Este es un problema urgente tal y como se da cuenta la mayoría de los productores, y requiere la amplia cooperación de todas las ramas de la investigación y de los productores para su solución. Muy bien puede ser que el aroma deseable, el sabor, la tersura de los chocolates más finos se deba a una mezcla especial de las almendras y al método que se usó en su fermentación. Hasta que tal tipo de mezcla pueda reproducirse a voluntad, cultivando los constituyentes indispensables separadamente y luego mezclándolos en proporciones conocidas y las técnicas de fermentación sean uniformadas, me parece que el Fitomejorador estará muy lejos de sentirse satisfecho. Es de esperar que con el advenimiento del cacao clonal de que ahora disponemos, sea posible una definición más clara de la calidad, basada en muestras de un simple clon y con el uso de métodos uniformes de fermentación, y que esto junto con la experimentación con mezclas de proporciones conocidas de diferentes clones, darán la pauta que se necesita tan urgentemente.

El Fitomejorador mismo debe tener a su disposición medios para la prueba de pequeñas muestras de almendras provenientes de su material experimental, y el departamento de química de la C. R. S. está activamente ocupado en el perfeccionamiento de técnicas, para la fermentación en pequeña escala, de muestras para éste y otros propósitos.

Agronomía - Se refiere a todos aquellos caracteres que afectan la forma en que el agricultor puede manipular el cultivo, por Ej. tiempo transcurrido

desde la siembra hasta la primera cosecha, hasta la madurez completa y producción, longevidad del árbol. Su respuesta a la sombra y a la luz solar, distancias óptimas entre árboles, comportamiento de la floración o periodicidad de las hojas, floración, etc.

Muchos de los problemas del cacao incluyen otros aspectos distintos a los del mejoramiento, y así encontramos que las secciones de fisiología y química de la C. R. S. están activamente colaborando con el Fitomejorador en la adquisición de información en una serie de puntos diferentes, por Ej. es la sombra realmente necesaria, y si no, cuál es la mejor distancia para el cacao, y qué tratamientos debieran aplicarse para conseguir los mejores resultados? Mantillo (mulch) o no mantillo? Fertilizantes? -- Qué dosis? Estiercol? Qué clon responde mejor? Si la sombra es necesaria, cuál es el mejor árbol de sombra? -- Hay un sustituto satisfactorio para el *Erithryna*? Cuál es la densidad óptima de la sombra? -- Tienen los diferentes clones necesidades diferentes de sombra?, etc., etc.

Resistencia a enfermedades - La bien conocida escoba de bruja, la mazorca negra y los virus son las principales enfermedades que nos preocupan. Pestes tales como el abejón del cacao, trips y ardillas, son más que todo preocupación de los especialistas en zoología y entomología.

2. Colección y estudio de la variabilidad

Hay dos fuentes principales de material:

(a) Variedades locales ya establecidas. Estas por regla general están bien adaptadas a las condiciones locales de crecimiento y por esta razón forman material útil de mejoramiento. Los cacaos trinitarios (de Trinidad) son una mezcla híbrida extremadamente variable, resultante de cruces entre C. criollo americano y forasteros amazónicos que han penetrado de Venezuela a Trinidad.

(b) Introducciones.

(1) Tipos de forastero amazónico del Brasil -- tipos vigorosos semicultivados, con almendras pequeñas, muy cercanamente emparentado con el árbol de cacao silvestre.

(2) Tipos de C. criollo americano -- cultivados o semicultivados, dudosamente conocidos en estado silvestre -- más bien de crecimiento débil, con almendras grandes blancas.

(3) Especies silvestres y formas recolectadas cerca del lugar de origen del Th. cacao, es decir recolectadas en la parte Norte de América del Sur, donde existen numerosas especies de *Theobroma* y de géneros afines. Estos incluyen *Th. bicolor*, *angustifolia*, *speciosa*, *sabincana*, *randiflora*, *microcarpa*, *Herrania purpurea*, *H. balaensis*.

La variabilidad puede obtenerse, por lo tanto, de cuatro fuentes: especies silvestres y 3 grupos distintos cultivados.

3. Consideraciones para la selección del material de cruzamiento.

(1) Vigor y rendimiento. Esto ha sido ya la base para la selección de los clones I. C. S. Las selecciones originales han sido continuadas por comparaciones en el campo en experimentos trazados con un plan estadístico -- por Ej. los experimentos C. R. B. en River Estate.

(2) Facilidad de propagación vegetativa, aparejada con comparación de métodos de propagación como injertación y estacas. Probablemente es esto raramente un factor limitante en cacao, ya que experimentos fisiológicos están ahora demostrando que clones que se creía que eran difíciles de enraizar, enraizan fácilmente con un ajuste apropiado de condiciones y de técnicas.

(3) Tamaño y color de las almendras. La almendra del tipo criollo es generalmente considerada como preferible a la almendra púrpura pequeña, pero este punto es complicado por las consideraciones hechas sobre calidad.

(4) Resistencia a enfermedades. Algún grado de resistencia a escoba de bruja se reconoce ahora en forma notable en S. C. A. 6 x 12. El patólogo de cacao en colaboración con el Fitomejorador está ahora haciendo cruces controlados entre I. C. S. - 1 y S. C. A. - 6 y 12 en un intento por dilucidar el modo en que se hereda la resistencia. Aún no consideramos que hayamos obtenido una variedad inmune o una completamente resistente.

Técnicas de mejoramiento.

El programa de mejoramiento de C. R. S. ha sido planeado de acuerdo con las peculiaridades del cultivo mismo.

El cacao es por naturaleza altamente exógamo, siendo el cruzamiento estimulado no solamente por la estructura peculiar de la flor, sino también por el llamado sistema de incompatibilidad. Esto, incidentalmente, es un término científicamente incorrecto, ya que las investigaciones de Mr. Cope indican que la incompatibilidad no es causada por la falta de crecimiento en el estigma del polen propio, (definición normal de la incompatibilidad), sino por la falta de cigoto o embrión después de la fertilización normal de un óvulo normal. Aproximadamente la mitad de los clones I. C. S. son auto-estériles, y estos clones auto-estériles son inter-estériles cuando se cruzan entre ellos.

Por lo tanto sólo pueden hacerse cruces satisfactorios entre (a) dos árboles auto-fértiles, o (b) cuando uno de los padres es un árbol auto-fértil y el otro auto-estéril. Los cruces entre árboles auto-estériles no dan buenos resultados.

Técnica para el cruzamiento.

El equipo para hacer autofecundaciones y cruces en cacao es simple, y se pueden obtener buenos resultados siempre que se observe el cuidado adecuado. Necesitamos (a) un par de pinzas finas, (b) un frasco pequeño de alcohol para la esterilización de las pinzas, (c) un poco de plasticina, (d) una cantidad de tubos cortos de vidrio de 1" de diámetro abierto en los extremos y con uno de ellos cubierto por una gasa fina, y (e) etiquetas para marcar las flores.

Se seleccionan botones florales debidamente desarrollados pero sin abrir, en cojines florales con una posición conveniente en el árbol. Todas las flores ya abiertas del cojín, así como los botones de desarrollo incompleto se eliminan. Usando unas pinzas esterilizadas se eliminan las anteras (o sacos de polen) inmaduras de la flor seleccionada, la cual es entonces cubierta con un tubo de vidrio, el cual se fija al árbol por medio de la plasticina en la base de dicho tubo, en forma que el tubo se dirige hacia abajo. La gasa evita el acceso de insectos y de polen extraño; con el tubo dirigido hacia abajo se evita la entrada de agua y de humedad. La flor se poliniza con polen maduro del árbol que se desea usar como progenitor masculino. En el caso de la autofecundación, para asegurar polinización eficiente las anteras de la flor se dejan madurar *in situ* mientras la flor está encerrada en el tubo de vidrio, luego se poliniza artificialmente y se vuelve a cubrir con el tubo.

Como resultado del trabajo del Dr. Evans en la sección de fisiología, hay evidencia de que diferentes clones se comportan muy diferentemente bajo las mismas condiciones de ambiente. Por lo tanto, aunque la política de recomendar la siembra de una mezcla de clones es probablemente correcta, pueden presentarse ciertas desventajas.

Estudios citológicos han demostrado que todo el material de cacao de que se dispone en la actualidad tiene un número de cromosomas igual a $2n = 20$. Hasta ahora no se ha descubierto la existencia de poliploides. En otros cultivos los poliploides han demostrado ser una buena fuente de variación, y en la actualidad hay experimentos que se llevan a cabo en un intento de inducir la poliploidia en cacao por medio del uso de la colchicina aplicada a la semilla.

Con base en la información de que se dispone, el programa de la C. R. S. puede resumirse en la forma siguiente:

- (1) Cruzamiento de los mejores clones I. C. S. y selección de nuevas pruebas de campo estadísticamente diseñadas.
- (2) Investigar y solucionar la genética de la auto-esterilidad, la cual puede ser de mucho uso en la producción en masa de semilla de padres conocidos.
- (3) Cruzar tipos susceptibles a escoba de bruja con tipos resistentes a dicha enfermedad y producir así formas resistentes de buena calidad, y estudiar la genética de la resistencia.
- (4) Aislar líneas puras de reconocido vigor, de tipos auto-fértiles, y usarlas para cruces controlados subsecuentes con la posibilidad de la incorporación de "vigor híbrido" en esos cruces, y la fijación del vigor por medio de propagación vegetativa.
- (5) La utilización de cruces de tipos extremos para determinar en qué punto aparece la esterilidad.

Este es a grandes rasgos el plan general del programa -- hay muchos puntos secundarios. Es un programa bastante comprensible. De él no pueden anticiparse resultados inmediatos espectaculares, pero la elucidación de los problemas, sobre un fondo de aumento progresivo del conocimiento de las necesidades fisiológicas y químicas de la planta en el campo, es fundamental para el logro de nuestro objetivo -- el perfecto árbol de cacao.

JW/avg
ICA-1082-58-

IIICA C