

Milagro en Timor Oriental

J. F. BARRERA



La historia de un cafeto en la lucha contra la roya

Juan F. Barrera, Graciela Huerta y Francisco Holguín

*Resumen: Un maestro de escuela rural explica a sus alumnos la genética del Híbrido de Timor, un cafeto que resultó del cruzamiento espontáneo entre los cafés arábigo y robusta en Timor Oriental hace más de cien años. Este híbrido no tendría nada de extraordinario si no fuera porque heredó características que, por un lado, lo hicieron parecido al café arábigo, y por otro, le dieron resistencia contra *Hemileia vastatrix*, el patógeno que causa la roya. Tal acontecimiento ha sido la base del mejoramiento genético del café contra esta enfermedad, la más temida de la caficultura en el mundo.*

Palabras clave: Híbrido de Timor, *Hemileia vastatrix*, *Coffea*, híbrido interespecífico, introgresión de genes.

Maayat'aan (maya): Maktsil ti' u noj lu'umil Timor Oriental. U tsikbalil yóok'olal u ba'ate'el paak'al káapej yéetel ik'el roya

Kóom ts'iibil meyaj: Juntuul u ajka'ansaj chan kaajil ku tsolik ti' u xooknáalo'ob bix u ch'i'ibalil Híbrido de Timor, u paak'alil káapej jóok' ka tu nupuba'ob chéen tu juno'ob ka'ap'éeel ch'i'ibalil káapej arábigo yéetel robusta tu noj lu'umil Timor Oriental yaan máanal cien ja'abo'obak. Le ch'i'ibalil híbrido taal ka xa'akpáajo'obe' jach ma'alob tumen p'aat ol bix le káapej arábigo, bey xan p'aat u muuk'il uti'al ma' u loobilta'al tumen Hemileia vastatrix, ik'el ku paak'ik u k'oja'anil roya. Le ba'ax úucha' tu ma'alobkuntaj u ch'i'ibal u paak'alil káapej uti'al ma' u táak'al le k'oja'anil ti'a', tumen leti' u jach sajbe'entsil ti' tuláakal yóok'olkab ichil u pak'al meyajta'al káapej.

Áantaj t'aano'ob: Híbridoil Timor, *Hemileia vastatrix*, *Coffea*, k'expajal ch'i'ibalil uti'al u ma'alobtal, k'expajal u ch'i'ibalil tu ts'u'.

Bats'i k'op (tsotsil): Oy k'usi ayan ta slumal Timor. Mol ya'yejal jun jts'un kajve ta smak xchamel roya ta stsunobal.

Smelolal vun albil ta jbel cha'bel k'op: Jun jchanubtasvanej ta jteklum ta xal smelol yaj xchanuntak k'u yelan vok' talel jpets kajve tey ta Timor, li skape te talem ta kajve arábigo xchi'uk jtos muk'tikil kajvel oy ta Timor, vo'lajun vinik sjabilal jelavem xa ta svok'el. Oy stalel stuk li ach' ste'elal kajve vok' tale, yu'un ta xkuxlejale jlom xko'olaj jech k'ucha'al li kajve arábigoe, yan xtok ne, tsots svuelal mu ta orauk no'ox ta xljaj ta chamel roya, ti ja' ta xch'am talel jtos chanuletik. Skoj ti taj une, ja' te lik talel slekubtasel sts'unel li kajve sventa oyuk lek stsatsal xchi'uk mu xljaj no'ox ta ora skoj ti xchamel, ti ja' oy ep xi'el ta stojolal yu'un li jts'un kajve ta sjunlej banumile.

Jbel cha'bel k'op oy ta vun: Híbrido de Timor, *Hemileia vastatrix*, Kajve, híbrido interespecífico, introgresión de genes.

La historia económica es más difícil de escribir que cualquier otro tipo de historia. ¿Por qué razón? Porque, en la historia económica, lo ostensiblemente sin vida tiene grandes impactos, y porque una criatura viviente, el hombre, carece de importancia y es impotente frente al poder de los productos agrícolas. ¿No fue el hombre el creador de la economía? No, o solo en parte. El hombre es el padre, el progenitor de la economía, pero la naturaleza es la madre. Quien habla del crecimiento de la vida económica, una vida que es misteriosa, peculiar en sí misma, y no siempre razonable, no habla solo de algo que es producto de la mente humana, sino de algo que depende en grado sumo de las fuerzas ciegas de la asombrosa naturaleza.

Traducido de *The saga of coffee* de H. E. Jacob (1935).

En una montaña de la zona cafetalera

Un día de abril, con el sol cayendo como plomo derretido sobre la faz de la tierra, una docena de jóvenes estudiantes, hijos de productores de café, asistían a su clase mañanera bajo el techo de una palapa que como único mobiliario contaba con algunas sillas de madera y un pizarrón desgastado sostenido por un tripié. El grupo escuchaba la clase de cafecultura del viejo profesor Alpujarra, quien contaba:

—En mis viajes por el mundo he visto de todo: lo bueno y lo malo de la humanidad. Pero como la historia del Híbrido de Timor, ninguna me ha impresionado y conmovido tanto.

—¿Qué es el Híbrido de Timor profe? —preguntó Ruperto, un joven desenfadado sentado en la primera fila.

—Un “híbrido interespecífico” es un animal o vegetal que resulta del cruce de dos organismos de especies distintas —recitó Gabino, el estudiante más avisado— y Timor es una isla de Asia. Por lo tanto, deduzco que el Híbrido de Timor procede de allí. ¿No es así, profesor?

—En efecto, Gabino —dijo satisfecho el profesor Alpujarra mientras se rascaba la cabeza de larga, canosa y enmarañada melena.

—Pero profesor... ¿a cuál parte de la isla de Timor se refiere? —preguntó Elenita, que nunca se quedaba atrás— ¿A Timor Occidental que pertenece a Indonesia o a Timor Oriental, el país de reciente creación?

—Me refiero a Timor Oriental, Elenita —respondió el profesor Alpujarra moviendo la cabeza con aprobación.

En tanto Ruperto garabateaba en su cuaderno las respuestas vertidas y el resto de la clase intercambiaba puntos de vista, el viejo profesor tomó asiento y dijo:

—Vamos muchachos, acomódense en sus lugares, que les narraré la historia y legado del Híbrido de Timor, una planta de café muy especial que todo productor debe conocer.

La roya del café

—Recordarán —dijo reflexionando el profesor Alpujarra— que en 2012 la roya, también conocida como *Hemileia vastatrix*, devastó las plantaciones de café de México y Centroamérica, poniendo la actividad cafetalera al borde del precipicio.

—Sí, mi padre lo perdió casi todo... —se escuchó decir con tristeza a alguien del grupo.

—Tu papá y muchos productores de café sufrieron grandes pérdidas. Las variedades de café fueron arrasadas por el patógeno y, por primera vez, vivimos en carne propia los efectos catastróficos de esa antigua enfermedad del café. Recuerdo que las plantaciones desahuciadas por la roya daban lástima. Sin embargo —agregó el profesor con un dejo melodramático—, hubo variedades de café que permanecieron inmutables a la enfermedad. Deben saber que muchas de esas variedades resistentes a la roya provienen de una única y legendaria planta: el Híbrido de Timor.

Bien recordaban los estudiantes que, después del ataque de la roya, la verde y densa exuberancia de los cafetales había desaparecido. El panorama de las plantaciones era desolador. Las hojas infectadas se habían cubierto de un hollín anaranjado, producto de las esporas del hongo. Desnudas, las ramas de los cafetos se debilitaban hasta el punto de morir y se perdía la cosecha.

—Lo que tal vez no sabían ustedes, jóvenes, es que la roya mostró su poder destructivo mucho antes, hace unos 150 años.

—¡Ohhh! —se escuchó decir al unísono en el rústico salón de clases.

—Así como lo oyen. Hacia finales de la década de 1860, por primera vez en el mundo la roya se manifestó como una epidemia devastadora, dando lugar a una situación muy parecida a la que vivimos en 2012. Esto sucedió al otro lado del mundo hace siglo y medio, en cafetales de Ceylán.

Elenita que era muy instruida en geografía agregó:

—Ceylán es el nombre antiguo de una pequeña isla situada al sur de la India y hoy se conoce como Sri Lanka.

—Muy bien, Elenita —dijo el profesor Alpujarra—. En aquella época, la pequeña Ceylán era una colonia inglesa y uno de los principales productores de café del mundo. Pues bien, en tan solo 20 años la roya

acabó con la cafecultura de ese lugar y los agricultores mejor empezaron a cultivar té. Desde ahí el patógeno se dispersó a otras regiones cafetaleras, sobre todo hacia el oriente, y llegó a islas del archipiélago malayo como Java, Sumatra y otras colonias productoras de café de los imperios europeos aposentados en el sureste asiático. ¡Imaginen cómo se habrá alarmado la industria mundial del café de finales del siglo XIX y principios del XX!

—Profesor... —interrumpió Ronay, el más joven de los estudiantes, levantando la mano— ¿Y qué pasó con el Híbrido de Timor?

—Gracias Ronay, tu pregunta me regresa al tema y me da oportunidad de hablarles ahora del descubrimiento del Híbrido de Timor.

El descubrimiento

—¿Dijo que el Híbrido de Timor fue descubierto? ¿Acaso no fue generado por los investigadores que mejoran las plantas de café? —preguntó Kevin, un joven más bien callado, de pelo hirsuto, quien era el mayor de los estudiantes.

—Allí está el detalle, Kevin. El Híbrido de Timor no fue resultado del trabajo de los fitomejoradores o especialistas que mejoran las plantas cultivadas, sino de un cruzamiento espontáneo, es decir, se originó gracias al trabajo de la Madre Naturaleza. Dicho cruzamiento natural ocurrió en el lejano Timor Oriental y su descubrimiento se registró en 1927.

—¡Guau! Y si la Madre Naturaleza se encargó de procrear al Híbrido de Timor, ¿se puede saber quién fue el padre? ¡Ja, ja, ja! —comentó Maribeth, una chica espigada de sonrisa fácil que gustaba de bromear.

—Muy interesante tu pregunta, Maribeth —respondió el profesor—. Como la hibridación interespecífica natural o cruza se da entre especies emparentadas y cuya distribución geográfica se entrecruza parcialmente, los científicos que investigaron el caso determinaron que el Híbrido de Timor fue un híbrido interespecífico cuyos

progenitores fueron *Coffea arabica*, el café tradicional que ustedes bien conocen porque lo toman a diario, y *Coffea canephora* o café robusta, cuya producción se utiliza casi toda en la fabricación del café soluble.

—Entonces —reflexionó Gabino— para que la hibridación entre *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, dos especies emparentadas porque pertenecen al género *Coffea*, fue necesario que también se cultivaran en la misma plantación o cuando menos en plantaciones cercanas, ¿no es así profesor Alpujarra?

—¡Así es Gabino! —exclamó alegre el profesor Alpujarra, quien veía el futuro de la cafecultura en los *millennials*—. Un personaje famoso en esta historia, el ingeniero Aníbal Jardim Bettencourt, investigador del Centro de Investigaciones de las Royas del Café de Oeiras, Portugal, informó que el Híbrido de Timor fue descubierto en una plantación de *Coffea arabica*, posiblemente de la variedad *Typica*. De acuerdo con Bettencourt, este cafetal fue establecido en una finca de una remota comunidad en Timor Oriental situada a 800 metros sobre el nivel del mar en el ciclo de producción de los años 1917-1918.

El cruzamiento espontáneo

—¿Y qué pasó con el café robusta? —preguntó Ronay.

—Gracias otra vez por la pregunta, Ronay —respondió el profesor Alpujarra—. Debo señalar que hasta 1889 solo se cultivaba *Coffea arabica* en Timor Oriental. Ciertos investigadores, como Mayer Gonçalves y sus colegas, creen que el café robusta se introdujo a Timor Oriental durante las dos décadas siguientes, entre 1890 y 1909, principalmente como consecuencia del arribo y diseminación de la roya. Entonces, es probable que el cruzamiento espontáneo entre *Coffea arabica* y *Coffea canephora* haya ocurrido a finales del siglo XIX o principios del siglo XX.

—Profesor Alpujarra, si el Híbrido de Timor es un cruzamiento entre *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, ¿a cuál se parece más?



Coffea canephora o café robusta.

—Brillante pregunta, Elenita. En cuanto al fenotipo o rasgos físicos, se asemeja a *Coffea arabica* y por eso no se le había identificado. Se detectó cuando llegó la roya, pues fue el único que resistió el ataque y no perdió sus hojas. Imaginen ustedes, jóvenes —comentó el profesor Alpujarra mirando hacia arriba con ensoñación—, allí, en medio de la destrucción, entre arbustos esqueléticos, sobresalía un cafeto revestido de inmaculado y verde follaje, inmune al patógeno.

—¡Qué cosas dice usted, profesor! Mire nomás, se me puso el cuero como de gallina —dijo Maribeth, desatando un estruendo de carcajadas.

Cuando la calma regresó, el maestro continuó:

—Aún más sorprendente es saber que *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, los progenitores del Híbrido de Timor, son diferentes en cuanto al número de cromosomas, situación que dificulta su cruzamiento.

—¿Qué son los cromosomas, profesor? —preguntaron Ruperto y Ronay al unísono.

—Los cromosomas —presto, respondió Gabino— son pequeños filamentos dentro del núcleo de las células que contienen los genes del organismo.

—¡Excelente definición, Gabino! Además, cabe mencionar que las células de una misma especie tienen un número de cromosomas constante, por eso se pueden cruzar.

El profesor Alpujarra explicó a los estudiantes que excepto *Coffea arabica*, las plantas del género *Coffea* —a las cuales

pertenece el café— son diploides, es decir, que tienen dos juegos de 11 cromosomas en sus células somáticas, que son las que forman tejidos y órganos.

—En otras palabras —añadió el profesor Alpujarra— cada una de las células somáticas tiene 22 cromosomas. A diferencia de estas células, el polen y los óvulos, que son las células sexuales o gametos, solo tienen uno de los dos juegos de cromosomas, o sea, tienen 11 cromosomas. Por ello se dice que son haploides. Al unirse un grano de polen con un óvulo, proceso que se conoce como fecundación, se combinan los cromosomas de los gametos dando lugar a la creación de un nuevo individuo que, con el tiempo, se desarrollará en una semilla con células somáticas diploides.

A fin de que los estudiantes comprendieran mejor estos conceptos, el profesor Alpujarra se levantó de su asiento, tomó un gis y escribió en el pizarrón: 1 grano de polen de 11 cromosomas (haploide, $1n$) X 1 óvulo de 11 cromosomas (haploide, $1n$) = 1 semilla de 22 cromosomas (diploide, $2n$).

—O, lo que es lo mismo —dijo mientras escribía $2n = 2 \times 11$ cromosomas = 22 cromosomas—. Y agregó, mientras los estudiantes copiaban en sus cuadernos:

— El café robusta o *Coffea canephora* es diploide. Cabe mencionar —añadió— que los óvulos de las flores de una planta de *Coffea canephora* solo pueden ser fecundados por el polen que viene de las flores de otras plantas de esta especie, ya que el polen propio no es compatible. Esto es, que las flores del café robusta son fecundadas mediante polinización cruzada, y requieren que el polen sea llevado de una a otra planta por medio del viento o los insectos que visitan las flores. En cuanto a *Coffea arabica*, hay que decir que es la excepción entre las especies de *Coffea*, porque en lugar de dos tiene cuatro juegos de 11 cromosomas, es decir, es tetraploide —y escribió en el pizarrón $4n = 4 \times 11$ cromosomas = 44 cromosomas—. Además —dijo— el óvulo de la flor de *Coffea arabica* se autopoliniza, es decir, es una planta autógama porque es fecundada por su propio polen.



Coffea arabica, variedad Typica.

—Si *Coffea arabica* y *Coffea canephora* tienen número diferente de cromosomas, ¿cómo se cruzaron para originar al Híbrido de Timor? —preguntó Elenita.

—¡Buenísima pregunta, Elenita! —respondió el profesor— y con la paciencia de un padre comprensivo que se dirige al hijo desorientado, explicó que los híbridos interespecíficos raramente se producen en la naturaleza, y cuando eso pasa, generalmente son plantas vigorosas pero estériles o de muy baja fertilidad.

Ante el grupo expectante, el profesor Alpujarra se levantó de la silla y les explicó que el Híbrido de Timor pudo producirse de la siguiente manera: el polen 1n proveniente de *Coffea canephora* fecundó óvulos 2n de flores de *Coffea arabica*, dando origen a frutos con semillas de tres juegos

de cromosomas, o sea, a un híbrido interespecífico triploide 3n. De las semillas de los frutos de este híbrido —puntualizó dibujando en el pizarrón— nacieron plantas híbridas que tenían un crecimiento vigoroso con flores. Solo las flores que formaron gametos con dos juegos de cromosomas fueron viables y produjeron óvulos que al ser fecundados por polen de plantas de *Coffea arabica*, una de las especies parentales (lo que se conoce como retrocruzamiento), generaron semillas que portaban genes de *Coffea canephora*, a lo que también se le llama introgresión de genes. Al germinar, esas semillas dieron origen a una población de plantas tetraploides, autopolinizables, similares a *Coffea arabica* y resistentes a la roya por los genes de *Coffea canephora*. En otras palabras, esas semillas dieron origen

a las plantas que ahora conocemos como el Híbrido de Timor. Al principio —agregó el profesor— se pensó que la planta se había originado al combinarse un gameto no reducido de *Coffea canephora* con un gameto normal de *Coffea arabica*, sin embargo, creemos que este cruzamiento es menos probable en la naturaleza.

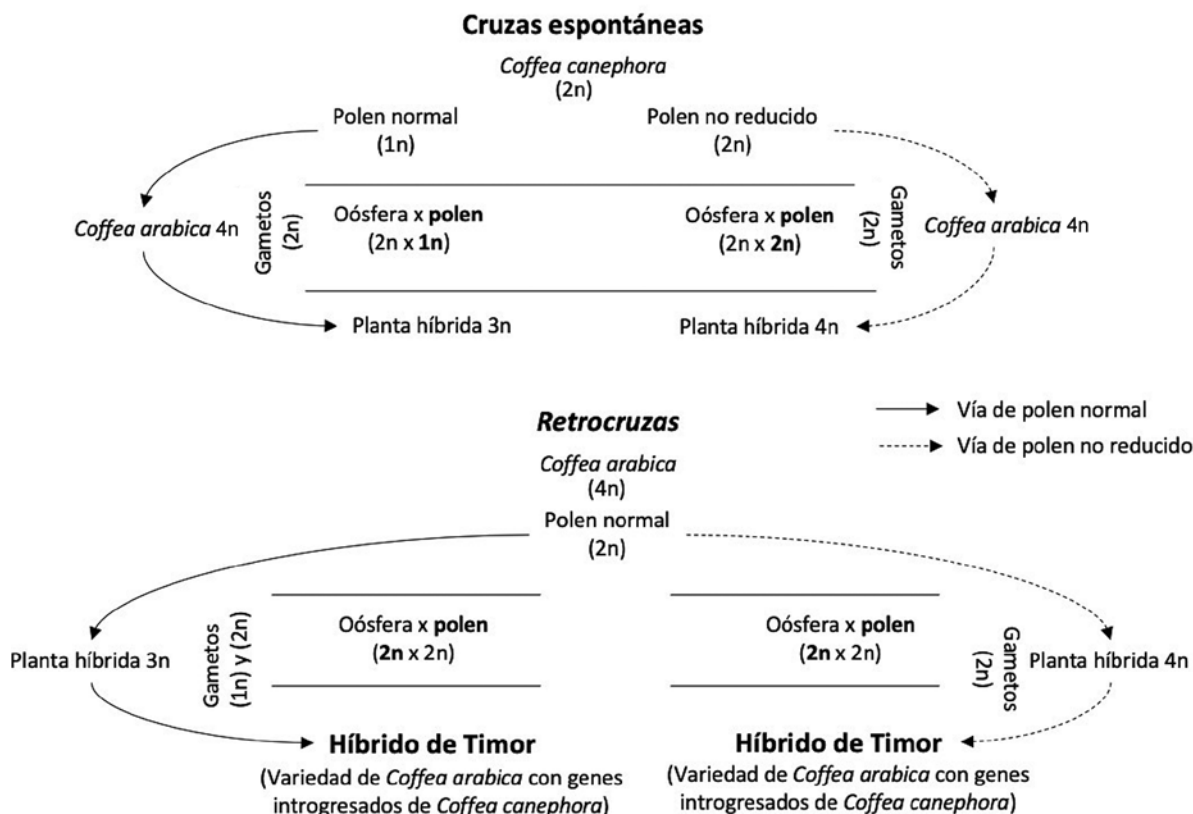
—En resumen —concluyó Alpujarra—, las condiciones que favorecieron el cruzamiento natural entre *Coffea canephora* y *Coffea arabica* en la isla de Timor fueron: la introducción y cultivo de *Coffea arabica* y de *Coffea canephora*, estando de por medio el desarrollo epidémico y devastador de la roya. La secuencia de eventos permitió la convivencia cercana de las dos especies de café, la hibridación interespecífica entre ellas, las retrocruzas de los híbridos producidos con sus progenitores y la selección natural de los híbridos con genes introgresados de *Coffea canephora* que lograron resistir a la roya.

Un silencio apenas interrumpido por el aleteo de una abeja africanizada, que visitaba las flores de las arvenses vecinas, reinó en el rústico salón de clases mientras los estudiantes digerían lo dicho y observaban el diagrama dibujado por el profesor Alpujarra (véase figura 1).

—¿Y qué rol jugaron los productores de café en este enredo de diploides y tetraploides? —preguntó Maribeth— desatando otra tanda de risas.

No sin retener una carcajada, el profesor Alpujarra respondió:

—La participación de los cafeticultores timorenses en el desarrollo del Híbrido de Timor fue clave. Ellos fueron, antes que los científicos, los primeros en notar las características particulares y cultivar las plantas del híbrido en sus fincas. Hay muchos ejemplos similares en la historia de la agricultura. Por ejemplo, Jaime Martínez y Félix Dzul afirman que la introgresión natural de genes de plantas silvestres hacia plantas domesticadas ocurre gracias a que los agricultores siembran parte de las semillas cosechadas y permiten que plantas silves-

Figura 1. Teorías del cruzamiento espontáneo entre *Coffea arabica* y *Coffea canephora* que dio origen al Híbrido de Timor.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación presentamos un extracto del mensaje de Pedro Damião de Sousa Henriques a Juan Francisco Barrera, autor de este texto: “Después de leer un artículo de Mayer Gonçalves en el que aparecía una fotografía de la planta original del Híbrido de Timor, y después de visitar el Centro de Investigación de las Royas del Café en Portugal, decidí localizar la planta que dio origen a los clones que se utilizaron para la mejora del café arábica. Lo intenté por primera vez en 2010, sin éxito. Luego en 2012, logré ubicar la planta; me acompañaron colegas de las universidades de Évora y la Nacional de Timor Lorosa’e. El proyecto no tenía financiamiento. Solo tenía la buena voluntad de todos. Después del redescubrimiento, realicé el video que está disponible en portugués, inglés y tetum (https://www.youtube.com/watch?v=1ysRcQF_w9I), y delegué la responsabilidad del mantenimiento y cuidado de la planta a colegas de la Universidad Nacional de Timor Lorosa’e (Vicente Paulo Correia) quienes, junto con el Instituto del Café (Lúcio Gomes) ubicado en Ermera se hicieron cargo”.

tres emparentadas con el cultivo crezcan en sus parcelas.

Con esta última intervención del profesor Alpujarra la clase llegaba a su fin. Los estudiantes se despidieron dejándolo sumido en sus pensamientos; los milagros existen —pensaba mientras se rascaba la cabeza de canosa y enmarañada melena— y en Timor Oriental había ocurrido uno. ☺

Se agradece al Dr. Jacques Avelino (CIRAD, Francia) sus comentarios valiosos al manuscrito; al Dr. Francisco Anzueto (consultor independiente) por compararnos literatura importante sobre el Híbrido de Timor; al Dr. Pedro Damião de Sousa Henriques (Universidade de Évora, Portugal) por contarnos su experiencia del redescubrimiento de la planta original del Híbrido de Timor, y al Dr. Esteban Escamilla Prado (Universidad Autónoma Chapingo, México) por proporcionarnos la fotografía de *Coffea arabica* var *Typica*.

Bibliografía

- Clarindo, W. R., Carvalho, C. R., Caixeta, E. T., y Koehler, A. D. (2013). Following the track of “Híbrido de Timor” origin by cytogenetic and flow cytometry approaches. *Genetic Resources Crop Evolution*, (60), 2253-2259. <https://doi.org/10.1007/s10722-013-9990-3>
- Herrera, J. C., Combes, M. C., Cortina, H., Alvarado, G., y Lashermes, P. (2002). Gene introgression into *Coffea arabica* by way of triploid hybrids (*C. arabica* × *C. canephora*). *Heredity*, (89), 488-494. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800171>

Juan Francisco Barrera Gaytán es investigador de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula (México) | jbarrera@ecosur.mx | <https://orcid.org/0000-0002-8488-7782>
 Graciela Huerta Palacios es investigadora de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula (México) | ghuerta@ecosur.mx | <https://orcid.org/0000-0003-2204-8382>
 Francisco Holguín Meléndez es técnico académico de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula (México) | fholguin@ecosur.mx | <https://orcid.org/0000-0001-9704-3004>