

LA RESISTENCIA GENETICA A LA ROYA DEL CAFETO

C. J. RODRIGUES JR.

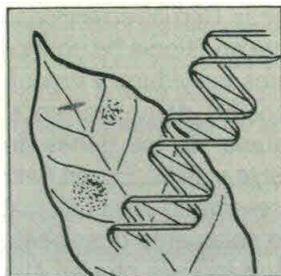
Director del CIFIC: Centro de Investigacao das Ferrugens do Cafeeiro. Oeiras, Portugal

En 1977 ya había tenido la oportunidad de estar en Colombia, para participar en una reunión que tuvo lugar en Paipa, pero debido a dificultades de tiempo no me trasladé a Chinchiná. Hoy por primera vez, después de varios años de fructífera colaboración entre CENICAFE y el CIFIC y de tan estrecha amistad entre sus dirigentes e investigadores, tengo la oportunidad de visitar tan prestigiosa institución en el dominio de la investigación de la caficultura. Es pues para mí, extremadamente grato encontrarme hoy en Manizales en la sede de CENICAFE, para tener contacto con los trabajos en desarrollo en esta institución, volver a ver amigos de vieja data y cambiar impresiones sobre problemas de común interés. Por eso quiero, agradecer a los directivos de esta institución la amable invitación que me dirigieron para hablar hoy en este auditorio sobre la roya del cafeto, asunto sobre el cual el Centro que yo dirijo se viene ocupando desde hace ya varias decenas de años.

Me parece apropiado recordar en esta ocasión lo que han sido algunas de las actividades del CIFIC desde su fundación y cuál la contribución que le ha dado a la caficultura mundial. Voy a hacerlo de una forma resumida y partiendo del presupuesto de que todos los aquí presentes entienden un lenguaje algo especializado. Antes de entrar en el tema de mi exposición, me gustaría además recordar que la investigación realizada por el CIFIC en Portugal no es de interés directo para ese país ya que como se sabe, no cultiva el cafeto. Este hecho me parece relevante en términos de lo que significa como contribución de Portugal a la caficultura mundial. Portugal ya no posee colonias y aún cuando las poseía la roya no constituía ningún problema para Angola que era su colonia con mayor producción de café y donde el *Coffea canephora* con un gran espectro de resistencia a la roya, era la única especie cultivada. De esa manera se podría decir que el CIFIC hizo la investigación por la investigación, situación que no es común ni aún en los países más ricos. Me gustaría también recordar porque me parece una circunstancia apropiada, que cuando en 1974, después de la independencia de las excolonias, se presentó una época de indefinición en relación con el futuro del CIFIC, Colombia fue el primer país en expresar por la vía diplomática, su deseo de que el CIFIC pudiese continuar trabajando en la misma línea de investigación.

Pero cuándo se inició el trabajo del CIFIC?

Cuando en 1952 el profesor Branquinho D'Oliveira viajó a la entonces colonia portuguesa de S. Tomé y Príncipe en el Golfo de Guinea para averiguar acerca de la existencia de enfermedades virales en cacao, por primera vez tuvo



contacto con la roya del cafeto que existía en aquel territorio desde hacía varios años. Tratándose de una enfermedad clásica en la Patología Vegetal de la cual tenía conocimientos por los estudios realizados por Marshall Ward en el último cuarto del siglo XIX, la observación de la roya del cafeto fue motivo de gran interés para el referido investigador.

Se debe recordar que la enfermedad tuvo gran impacto económico en las décadas de los 70 y 80 del siglo pasado en Ceylán donde causó la ruina de la caficultura. Además del efecto directo de la roya en la disminución de la producción, otros factores como el aumento en la producción de café de baja calidad en el Brasil y la rebaja en el nivel de vida en la Gran Bretaña como consecuencia de la gran depresión de los años 1879-1884 fueron igualmente decisivos para la desaparición de la caficultura en aquel país. Otro hecho importante para esta situación fue el descalabro del Banco de la ciudad de Glasgow. Todos estos hechos tuvieron desastrosas repercusiones en el Banco Oriental de Colombo, el cual cerró sus puertas en 1883. Como consecuencia de tales acontecimientos el capital fue retirado de Ceylán y la situación de la caficultura entró en colapso.

Branquinho D'Oliveira recolectó muestras de la roya del cafeto y semillas de cafetos que trajo para Portugal y aquí inició sus primeros estudios sobre esta asociación hospedero-parásito. Así se inició el Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto que en 1955 sería inaugurado en Oeiras con el objetivo de coordinar los estudios sobre la roya anaranjada del cafeto a nivel internacional, teniendo en cuenta como su principal finalidad práctica la obtención de variedades de cafeto resistentes a la enfermedad.

La primera realización práctica importante de la actividad del CIFIC fue la de demostrar la alta susceptibilidad de todos los cultivares comerciales del cafeto a *Hemileia vastatrix*. Tal hecho no es una sorpresa, pues como se sabe, la mayoría de esos cultivares son derivados de una sola planta, situación que sumada a la predominante autogamia del *C. arabica*, implica necesariamente la existencia de una muy estrecha base genética para esos cultivares. Más tarde se vendría a comprobar que esos cultivares comerciales poseen un gen de resistencia SH5 que le confiere resistencia a algunas razas fisiológicas del hongo que no atacan esta especie. El enorme flujo de cafetos y de muestras de roya recibidas en el CIFIC de todas las partes del mundo permitió ampliar las realizaciones prácticas y objetivos de este Centro en términos de la utilidad para la caficultura. Desde luego ésto hizo posible proceder a la diferen-

ciación de razas fisiológicas de *H. vastatrix* de las cuales actualmente se conocen 32. Actualmente se cree más allá de cualquier duda, que existen otras razas fisiológicas en la naturaleza, y todo lleva a creer que nuevas razas podrían ser diferenciadas muy pronto en el CIFIC. En los últimos años los intentos para la obtención de nuevas razas han sido poco fructíferos por varias razones: En primer lugar porque el material de la roya colectado para la diferenciación proviene en gran escala, de hospederos comerciales (portadores del gen SH5), lo cual limita, desde luego, el aislamiento de razas donde el gen de virulencia V5 no esté presente.

De otro lado, algunos genes de virulencia se encuentran preferencialmente asociados a híbridos inter-específicos tetraploides y sólo ahora estos híbridos comienzan a expandirse en mayor escala.

Los trabajos recientemente realizados en el CIFIC muestran que cultivos de razas diferentes, además de su diferente virulencia, caracterizada por el número de genes de virulencia que poseen, pueden igualmente presentar diferente agresividad. No parece haber cualquier relación directa o inversa entre virulencia y agresividad, contrariamente a lo que ha sido admitido por algunos investigadores. Este conocimiento de la agresividad es muy útil en la búsqueda de resistencia horizontal, pues es con los cultivos más agresivos que esa "evaluación" debe hacerse. Paralelamente a la diferenciación de las razas fisiológicas se procedió en el CIFIC a la catalogación de numerosos grupos fisiológicos de resistencia en *Coffea* sp. (de los cuales 24 fueron caracterizados naturalmente y 16 sintetizados en el CIFIC por cruzamiento).

Del anterior total desconocimiento del comportamiento de cultivares y selecciones de *C. arabica* y cafetos diploides en relación con la roya anaranjada, se pasó a un conocimiento metódico de este material y a su clasificación en grupos de características bien definidas para la resistencia. Estos materiales desde luego fueron distribuidos, sin ningún costo, a todos los países productores de café interesados en la lucha contra la roya. Esta investigación verdaderamente fundamental vendría más tarde a ser utilizada en el análisis genético de la resistencia y a permitir identificar varios genes que confieren resistencia a algunas razas fisiológicas. Con las colecciones que serían hechas posteriormente en Etiopía de germoplasma de *C. arabica* por diversos individuos y organizaciones internacionales, fue posible demostrar en el CIFIC la existencia en este material de los genes de resistencia vertical SH1, SH2, SH4 y SH5. El gen SH2 aparentemente es el menos representado en el material de Etiopía ya que fue detectado solamente dos veces, una en cafetos colectados en Wollano y la otra en Aira

Gullisso (Chimbi). Como se sabe, este gen surgió en la selección Kent en la India en 1911 y fue también detectado en el CIFC en material de Etiopía.

Los genes SH1 y SH4 se localizan preferencialmente en las llamadas áreas de "selva" de Etiopía y se encuentran normalmente asociados a plantas con baja producción. El gen SH5 es el más ampliamente distribuido en todos los muestreos hechos hasta ahora, siendo su frecuencia menor en las áreas de "selva" y mayor en las áreas de "plantación". Siendo Etiopía el centro de origen o de diversificación de *C. arabica* no sería absurdo considerar la existencia de otros genes de resistencia en esas áreas, tal como parece indicar recientes estudios en desarrollo en el CIFC, con plantas sobrantes de esas colecciones. La determinación de esos nuevos genes de resistencia está íntimamente asociada al descubrimiento de nuevas razas fisiológicas del parásito, pues la única forma de determinar nuevos genes de resistencia vertical es cuando estos genes se vuelven vulnerables a determinada raza o razas del agente patogénico. Esta situación ha sido designada por Van der Plank como la paradoja de la resistencia.

Un estudio más profundo del material de Etiopía revelará casi con seguridad mayor diversidad genética de *C. arabica* en relación con *H. vastatrix* sin excluir esa diversidad como una razón probable para la poca importancia económica de la roya en ese país en áreas donde todavía no se ha roto ese equilibrio genético. Esta hipótesis es reforzada por el hecho de que la roya ya tiene alguna expresión en las llamadas áreas "cottage" y de "plantación" donde los cafetos existentes ya fueron seleccionados por el hombre en función de mejores características agronómicas y donde en consecuencia la diversidad genética dejó de existir. Algunos de estos genes de resistencia vertical como SH1 y SH4, confieren resistencia residual a las razas que quiebran esa resistencia, conforme se viene observando en la naturaleza y ha sido probado en el trabajo experimental realizado en el CIFC. Plantas de Etiopía portadoras de SH5 se presentan más igualmente o menos susceptibles que la variedad comercial Caturra. El gen SH2 no pudo ser constatado en material de Etiopía pero las pruebas hechas en la selección DK1/6 de la India indicaron que este gen no confiere ninguna resistencia residual. La resistencia residual conferida por los genes SH1, SH4 y eventualmente por el gen SH5 puede ser igualmente el factor responsable de la poca agresividad de la roya en Etiopía.

Se pensó inicialmente que cafetos poseedores de estos genes de resistencia y presentando variabilidad en relación con la productividad podían ser utilizados directamente en programas de selección. Se comprobó

posteriormente que estos cafetos presentaban gran número de granos anormales, condición que fue considerada limitante en este mismo programa, por el largo período de selección que requeriría. Para obviar esta dificultad se produjeron muchos híbridos en el CIFC y otras instituciones, entre variedades comerciales y esas selecciones portadoras de genes SH.

Los estudios realizados en el CIFC con cafetos diploides mostraron que estos cafetos, generalmente eran una buena fuente de resistencia a *H. vastatrix*. Estos cafetos ya habían sido tentativamente explorados poco después del apareamiento y dispersión de la roya en los países productores de café, ya en una forma simple ó hibridados con *C. arabica*. No se consiguieron inicialmente grandes resultados con los híbridos naturales o los hechos por el hombre, dadas las incompatibilidades de naturaleza citológica existentes, entre el arábico y los cafetos diploides, excepción hecha del híbrido *C. arabica* por *C. liberica* obtenido en la India, del cual resultaron algunas selecciones como S.333 y S.795, donde el gen SH3 determinado en el CIFC, parece conferir resistencia durable a la roya. En lo que respecta a las especies simples, no hibridadas, sólo el *C. canephora* consiguió lugar de predominancia en la cafcultura mundial. Una de las grandes contribuciones del CIFC para la cafcultura mundial fue el descubrimiento del Híbrido de Timor (HDT) a finales de los años 50. Se admite que se trata de un híbrido natural entre *C. arabica* y *C. canephora* en el cual un gameto de esta última especie no ha sufrido reducción meiótica; el HDT tiene un fenotipo y número de cromosomas idéntico a *C. arabica* tal como se comprobó en el CIFC. Después de probada su resistencia a todas las razas fisiológicas en el CIFC, semilla del HDT fue distribuida a los países cafeteros con el propósito de ser incorporadas en los programas locales de mejoramiento. Este híbrido ha mantenido su resistencia durable en varios países, especialmente en la India, donde se encuentra en cultivo desde hace más de dos décadas. Plantas del HDT de la introducción CIFC 2252 se encuentran en cultivo en varios países vegetando y produciendo bien en esas condiciones locales, no pareciendo absurdo sugerir estudios de adaptabilidad local para eventual selección directa de las mejores plantas y su utilización en pequeños cultivos. Pero además de su resistencia a la roya el HDT posee además una notable característica de ser resistente a otra importante enfermedad del café conocida como C.B.D. (Coffee Berry Disease - Mal de la cereza del café) y a algunos nemátodos del género *Meloidogyne*, igualmente importantes agentes causales de daños en *C. arabica*.

El HDT fue utilizado en el CIFC como progenitor preferencial para la introducción de resistencia en va-

riedades comerciales; de ahí nacieron los derivados de HDT (excepción hecha de la Variedad Colombia) que hoy se encuentran para ser ensayados prácticamente en todo el mundo. Nos referimos en especial a los híbridos HW26 (Caturra rojo 19/1 x HBT 832/1) (Caturra rojo 19/1 x HDT 832/2), H.361 (VILLA SARCHI 971/10 X HDT 832/2), H.528 (Catuaí amarillo 2480/20 x HW 26/13) y H.529 (Caturra amarillo 1637/56 x H.361/3). Los dos primeros (HW 26 y H.46) fueron introducidos en América Latina en las generaciones F2 y F3, respectivamente, a través de los centros experimentales de UFV, IAC y CATIE en 1970. En la UFV recibieron la designación de Catimor. Los híbridos H.361 y H.529 fueron introducidos en el continente americano en 1970, habiendo recibido las designaciones de Sarchimor, Cavimor y Cachimor. Un análisis de las características agronómicas de estos híbridos fue hecho en nuestro Centro (Bettencourt, 1983). Estas nuevas variedades presentan porte bajo CT., alta producción y resistencia total o parcial a las razas fisiológicas conocidas de *H. vastatrix*. El análisis genético de derivados de HDT indica que la resistencia de este híbrido está condicionada por 5 factores: SH5, SH6, SH7, SH8 y SH9 asociados a uno o más factores no identificados. Los derivados de HDT, en particular el Catimor, han tenido una enorme difusión en todos los países cafeteros gracias a su elevada resistencia a la roya y a las buenas características de producción. Material de cinco poblaciones constituídas por una mezcla de semilla proveniente de plantas del grupo A y plantas del grupo 1 ha sido distribuido a los siguientes países: África del Sur, Angola, Australia, Brasil, China, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Ecuador, Gana, Guatemala, Islas de Salomón, India, Indonesia, Malasia, Malawi, Méjico, Mozambique, Nicaragua, Nueva Caledonia, Panamá, Papua-Nueva Guinea, Perú, Kenia, Ruanda, Sri-Lanka, S. Tomé, Tailandia, Tanzania, Venezuela, Vietnam, Zaire, Zimbabue. Algunas de las progenies de Catimor presentan en ciertas condiciones ambientales una acentuada pérdida de vigor, agotándose las plantas casi de forma irreversible como el progenitor Caturra. Esta situación, sin embargo no parece ocurrir en todas las regiones donde el Catimor se encuentra en estudio. En áreas frescas y húmedas donde el propio Caturra vegeta en buenas condiciones, el Catimor no parece ofrecer problemas de agotamiento. Tal como ocurre en El Salvador donde el Catimor fue designado impropriamente por Catisic así como en la India donde recibió la denominación local de Cauvery. En Tailandia es el material más divulgado para sustituir la amapola del opio en las zonas montañosas del norte del país, y en Papua-Nueva Guinea se están adelantando estudios de adaptabilidad para sustituir la variedad local Arusha y otras variedades susceptibles a la roya en las zonas montañosas. De cualquier modo, con el objetivo de mejorar el compor-

tamiento del Catimor en las zonas en donde no se produce bien, se están haciendo retrocruzamientos de esta variedad con Catuaí, bien para aprovechar la F1, a través de multiplicación vegetativa de las mejores combinaciones, o bien para proseguir los procesos de mejoramiento.

Los derivados de HDT producidos en el CIFIC se encuentran actualmente en estudio también en otros países destacándose los países que hacen parte del programa cooperativo para la protección y modernización de la caficultura en Centro América, Méjico, Panamá y República Dominicana (PROMECAFE), el Brasil, Cuba y Venezuela.

La contribución prestada por el CIFIC para el mejoramiento de la caficultura se ha relatado, pero además de las anteriormente mencionadas como la introducción de diferentes materiales y en especial del HDT y sus derivados, se ha prestado la colaboración en la prueba y selección de material. Así por ejemplo en el Brasil: 1) La variedad compuesta IARANA portadora de los genes SH1, SH2, SH4, SH5, fue desarrollada en Campinas en colaboración "en el sitio" con investigadores del CIFIC y mediante pruebas de resistencia efectuadas en el CIFIC; 2) la resistencia a *H. vastatrix* de la planta CO254 robusta, tetraploide, a partir de la cual por hibridación con las variedades comerciales de arábica, fue obtenida la selección ICATU en Campinas, fue caracterizada en el CIFIC. Durante todo el proceso de mejoramiento de esta población, la resistencia a la roya fue evaluada en el CIFIC; 3) la introducción en el Instituto Agronómico de Campinas del híbrido CIFIC H.361 (Villa Sarchi x HDT) que recibió la designación de C 1669 en el Instituto Agronómico de Campinas fue hecha directamente en Oeiras donde fue producida; 4) en el IBC y IAPAR fueron introducidos los híbridos Catimor, Sarchimor y Catindu; 5) En la Universidad Federal de Vicosa dentro del Programa de Cooperación UFV; EPAMIG-ESALQ es de destacar la introducción de Catimor HW 26 en la F3, o Sarchimor y/o Catindu (Caturra x S.795), este último enviado a la UFV en la F2. En relación con este último híbrido, ya hay una población de porte pequeño bastante promisorio en aspecto agronómico y que es moderadamente afectada por la roya. En el Programa que envuelve a América Central, Méjico, Panamá y República Dominicana hay que destacar el material de Catimor, Sarchimor e híbridos F1 Catimor x Catuaí, materiales que fueron dados a la Unidad Central de Mejoramiento del CATIE en Turrialba, Costa Rica, directamente por el CIFIC o a través de la UFV. Los trabajos relacionados con ensayos de adaptación y selección de este material en la Unidad Central de Mejoramiento así como los establecidos regionalmente en los ocho países envueltos en el

Programa, han sido asistidos en "el sitio" por un investigador del CIFC. La evaluación de la resistencia a la roya en los cafetos en ensayo ha sido realizada en el CIFC. La selección de las poblaciones de Catimor ha permitido tener poblaciones de interés para la región en el caso del Catisic del Instituto Salvadoreño del Café. La selección ahora trata en especial de mejorar la adaptación y vigor del Catimor.

La población de Sarchimor seleccionada es una de las que mayor interés ha despertado no sólo por su vigor como por su elevada tolerancia a los nemátodos.

En Cuba y Venezuela se encuentra en ensayo el Catimor enviado directamente del CIFC.

En el ámbito de la colaboración que envuelve el envío de material y posterior prueba, el ejemplo más destacado de esta cooperación es el que se ha venido realizando con la institución que hoy conmemora su cincuentenario: CENICAFE. Habiendo recibido del CIFC vía Beltsville, semilla del HDT CIFC 1343 en 1960, CENICAFE produjo su propio material híbrido cruzándolo con la variedad Caturra. No existiendo la roya en Colombia, cualquier programa local de introducción de la resistencia en variedades comerciales, sería impensable por no ser posible evaluar la resistencia en los híbridos producidos. Por eso los responsables científicos de esta institución, dando prueba de una gran visión hacia el futuro, celebraron con el CIFC un acuerdo tácito con el propósito de probar en relación con la roya el material que iba siendo producido en Chinchiná. A través de este sistema fue posible seleccionar progenies del material colombiano con resistencia del grupo A y/o de los grupos 1, 2, 3 y R. Gracias a esta última colaboración CENICAFE tiene hoy su Variedad Colombia sobre la cual se va a cimentar la modernización de su caficultura. Aprovecho la oportunidad para dejar expreso mi homenaje a los dirigentes, científicos, técnicos y al resto del personal de CENICAFE por tan valiosa iniciativa. Algunas progenies de la Variedad Colombia poseen también resistencia al CBD, heredada también del HDT tal como la resistencia a la roya. Esta característica, inicialmente demostrada en Kenia, ha sido últimamente confirmada en el CIFC por inoculación de plántulas en estado de hipocotilo, de algunas progenies con un aislamiento de Kenia. Pruebas de resistencia usando aislamientos de varias procedencias pueden ser realizadas con ventaja en el CIFC, contrariamente a lo que acontece en Kenia donde solamente la raza local puede ser utilizada.

Los derivados de HDT presentan básicamente en relación con la roya una resistencia llamada del tipo vertical o específica, una vez que la mayoría de estas

interacciones café-roya de estos derivados a la resistencia es caracterizada por reacciones de hipersensibilidad. En los cafetos de tipo A, esto es, resistentes a todas las razas conocidas, esa resistencia vertical es debida a varios genes mayores de resistencia, de número aún desconocido pero superior a 5. Algunas de esas interacciones (Grupo 1) están caracterizadas por reacciones de grado intermedio debiendo ser muy probablemente esa resistencia de tipo oligogénico. En las reacciones de susceptibilidad de los derivados de HDT del grupo E, la existencia de resistencia residual (horizontal?) ha sido sugerida pero de forma poco convincente. Se hace entonces necesario realizar un programa sistemático de prueba para ese material, usando las variables normalmente utilizadas para la detección de resistencia horizontal. Como los derivados del HDT han sido seleccionados por productividad y características agronómicas a lo largo de varios años, se hace necesario iniciar lo más rápidamente posible un programa de selección para resistencia a partir de ese material ya seleccionado para aquellas características. Una vez que derivados de HDT se encuentran ya en el campo en muchos países, una primera selección deberá ser hecha en el material que eventualmente aparece susceptible pero con un bajo nivel de enfermedad. Las pruebas de progenies de estas plantas, usando razas agresivas, debe ser hecha en el laboratorio en comparación con variedades comerciales susceptibles.

Para concluir me gustaría recalcar que no hay hasta el presente ni probablemente en el futuro próximo, alternativas válidas para los derivados del HDT como material resistente y con buenas características agronómicas.

Los trabajos hasta ahora realizados sobre la investigación de resistencia horizontal en *C. arabica* no pasan de ser solo trabajos de interés académico, sin ningún interés desde el punto de vista práctico.

Hasta ahora hemos hablado apenas de los aspectos prácticos de mayor impacto para la caficultura, relacionados con la presencia de genes de resistencia en determinados cafetos. Nada se dice acerca de los posibles mecanismos de esa resistencia. Esta área fascinante de la Fitopatología se encuentra aún en una fase de gran expectativa y especulación para el caso de las relaciones hospedero-parásito en el sentido amplio y sobre este asunto, vamos a oír a un especialista invitado. En el CIFC se ha realizado algún trabajo histopatológico y bioquímico en el cual hasta ahora sin concluir, se han revelado algunos aspectos interesantes. Así se sabe que en las combinaciones incompatibles café-roya ocurre una lignificación más o menos rápida de las células guardas y/o subyacentes que podrá ser uno de los

factores responsables de las degeneraciones del micelio del hongo durante o después de la penetración. Concomitante a esta degeneración del hongo que tiene lugar 3 a 6 días después de la inoculación se produce la formación de sustancias "de novo" (fitoalexinas) en los extractos de las combinaciones incompatibles cuando se comparan con las compatibles utilizando técnicas de cromatografía de capa fina.

Aún no fue posible aislar estas sustancias en estado puro por haber aparentemente sobreposición de ellas. Entre los compuestos que no pueden ser designados como fitoalexinas por no ser formados "de novo", pero que ya existen preformados en el hospedero y podrían tener un papel importante en la resistencia, es la cafeína. Este compuesto ha sido detectado en cantidades bastante elevadas en las combinaciones incompatibles cuando han sido comparadas con las compatibles. Su cuantificación está siendo realizada en el CIFIC utilizando cromatografía de gas.

La determinación de proteínas de "stress" en combinaciones incompatibles café-roya ha sido hecha

usando electroforesis en gel de acrilamida. Pero contrariamente a lo que acontece con muchas otras combinaciones incompatibles hospedero-parásitos, en lugar de un aumento en las bandas parece haber una desaparición de las bandas en las combinaciones café-roya en comparación con el hospedero sano. Hasta ahora no sabemos cómo interpretar estos resultados.

En relación con la resistencia en el laboratorio, el cultivo de tejidos favorecerá el perfeccionamiento de técnicas de multiplicación "in vitro" para la obtención en masa de plantas resistentes (embriogénesis somática, meristemos, micropropagación), mutagénesis por radiación, etc.

Pretendimos con esta exposición dar una idea del trabajo que ha sido desarrollado en el CIFIC en favor de la caficultura y las preocupaciones de carácter científico que nos impulsan hacia el futuro. Esperamos haber conseguido ese objetivo. A todos los presentes mis agradecimientos y felicitaciones por su paciencia demostrada.