

**CONVENIO ESPECÍFICO  
DE COOPERACIÓN TÉCNICA CON POSIBLE LICENCIA**

**ENTRE**

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA,  
EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**Y**

**LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

**PARA EL DESARROLLO E INVESTIGACIÓN DEL “DESEMPEÑO MORFO-  
FISIOLÓGICO Y MOLECULAR DE MUTANTES CANDIDATOS M3 DE CAFÉ  
(*Coffea arabica* L cv. *Catuai*) EN RESPUESTA A LA ROYA ANARANJADA (*Hemileia  
vastatrix*) Y EL INCREMENTO DE TEMPERATURA”**

**Las partes:**

1. La UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, en adelante la UCR, cédula jurídica número cuatro – cero cero cero – cero cuatro dos uno cuatro nueve, representada por el señor GUSTAVO GUTIÉRREZ ESPELETA, doctor en Biología con especialidad en Genética, con cédula de identidad número uno- seiscientos sesenta – trescientos cincuenta y dos, vecino de Sabanilla de Montes de Oca, divorciado, en su condición de Rector, nombrado en Asamblea Plebiscitaria celebrada el 27 de noviembre del año 2020, por un período comprendido entre el 1 de enero de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2024, quien fue juramentado por el Consejo Universitario en sesión solemne N.º 6458, celebrada el 17 de diciembre de 2020, con facultades de representante judicial y extrajudicial en concordancia con el artículo cuarenta inciso a) del Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica.
2. El CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, en adelante el CATIE, cédula jurídica número tres- cero cero tres - cero cuatro cinco cero nueve tres - cero nueve, representado por el señor de nacionalidad guyanés, doctor en agronomía y ciencias ambientales, con documento de identificación expedido por el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto Dirección de Protocolo y Ceremonial del Estado, de la República de Costa Rica número: cinco tres dos ocho tres uno seis ocho siete uno cero siete, pasaporte de su país número: R uno dos uno cero cero siete tres, pasaporte de la Organización de Estados Americanos número: tres seis nueve ocho cero vecino Turrialba, Cartago, en su condición de Director General según consta su nombramiento en Resolución cuatro - dieciocho / veinte ROCS. Reelección del Dr. MUHAMMAD AKBAR IBRAHIM como Director General del CATIE con nombramiento efectivo a partir del primero de marzo del dos mil veinte y hasta el

veintinueve de febrero del dos mil veinticuatro, con representación judicial y extrajudicial, con facultades de apoderado generalísimo con límite de suma de USD QUINIENTOS MIL DÓLARES ESTADOUNIDENSES por año o su equivalente en otras monedas. Para la suscripción o ejecución de actos mayores a ese monto o su equivalente en otras monedas deberá contar con autorización previa de la Junta Directiva del CATIE, la cual en reunión ordinaria número sesenta celebrada en Turrialba, Cartago, el día diecisiete de junio del año dos mil veintiuno, mediante Resolución cinco - veintiuno / sesenta ROJD en lo conducente resolvió: Autorizar al Director General del CATIE para la suscripción o ejecución de actos sin límite de suma.

3. EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, en adelante el TEC, cédula jurídica cuatro – cero cero cero – cuarenta y dos mil ciento cuarenta y cinco, representado por JORGE CHAVES ARCE, mayor, casado, ingeniero, vecino de Cartago, con cédula de identidad número tres - cero dos cinco tres - cero tres ocho ocho, en su calidad de Rector interino. El nombramiento fue hecho por la Sesión Extraordinaria número tres dos ocho siete, del Consejo Institucional, celebrada el día veintiocho de octubre del dos mil veintidós, para el período comprendido entre el primero de noviembre de dos mil veintidós al treinta de junio de dos mil veintitrés, y se encuentra vigente y sin modificaciones. Nombramiento del que doy fe con vista en la Gaceta número doscientos once del cuatro de noviembre del dos mil veintidós. En adelante identificadas en conjunto como las “Partes”.

#### **Considerando que:**

1. La República de Corea, mediante su agencia de cooperación internacional en adelante denominada KOICA, ha promovido una relación con Costa Rica desde el 2016. En el marco de esta cooperación internacional KOICA y la UCR firmaron un acuerdo para la ejecución del “Programa de Fortalecimiento de la Colaboración en Investigación y el Emprendimiento” de la UCR, en adelante denominado Hélice, cuyo objetivo primordial es mejorar la vinculación y la investigación entre la Universidad y el sector externo, así como incrementar el emprendimiento.
2. La ejecución de Hélice está a cargo, por parte de la UCR, de la Dirección de Promoción de la Innovación y Vínculo para el Desarrollo, en adelante Diprovid y por parte de KOICA, estará a cargo de Korea University.
3. La labor de la Diprovid fue declarada de interés institucional por la Rectoría según resolución R-141-2021.
4. Esta colaboración entre la UCR y el CATIE recibirá financiamiento mediante Hélice, bajo la modalidad Universidad-Sector Externo en la etapa 1. El financiamiento de Hélice y los aportes de la UCR, en infraestructura, equipo y recurso humano se consideran un aporte de

la UCR al proyecto, así como los aportes del TEC. Además, el CATIE por su parte aportará una contrapartida al proyecto, la cual se detalla más adelante en este convenio.

5. El financiamiento de los proyectos Universidad-Sector externo se da gracias a la cooperación entre la República de Corea y Costa Rica.
6. La UCR es una institución pública de educación superior que tiene entre sus fines primordiales la docencia, la investigación y la extensión. Para cumplir con su razón de ser, es pertinente que la UCR contribuya con el progreso de las ciencias y la técnica, reafirmando su interrelación y aplicándolas al conocimiento de la realidad costarricense.
7. La UCR cuenta con la titularidad de toda la Propiedad Intelectual inicial y base para la presente investigación. Que consiste en los mutantes candidatos M3 de café.
8. El TEC es una institución nacional autónoma de educación superior universitaria, dedicada a la docencia, la investigación y la extensión de la tecnología y las ciencias conexas necesarias para el desarrollo de Costa Rica.
9. El grupo de investigación a cargo del proyecto cuenta con amplia experiencia en el mejoramiento de cultivos agrícolas, biología molecular, fisiología vegetal y bioinformática.
10. El CATIE, es un centro de enseñanza que se dedica a la docencia e investigación, con logros importantes en la producción y procesamiento de variedades de café especializado.
11. Las partes tienen el interés de desarrollar una investigación en colaboración con el fin de evaluar una variedad nueva de café con resistencia a la “roya anaranjada” y el incremento de temperatura, generando así el proyecto “Desarrollo e investigación del desempeño morfo-fisiológico y molecular de mutantes candidatos M3 de café (*Coffea arabica* L cv. *Catuaí*) en respuesta a la “roya anaranjada” (*Hemileia vastatrix*) y el incremento de temperatura”, proyecto de colaboración Universidad-Sector Externo.

**Por tanto:** Las Partes han acordado suscribir el presente Convenio de Cooperación Técnica con posible licencia (en adelante el “Convenio”), el cual se registrará por la normativa institucional, legislación nacional y las leyes de la República de Costa Rica y en específico por las siguientes cláusulas:

#### **CLÁUSULA PRIMERA. DEFINICIONES**

Para efectos de este Convenio se considerará:

1. **Proyecto de Investigación:** proyecto inscrito en la Vicerrectoría de Investigación de la UCR bajo el nombre “Desarrollo e investigación del desempeño morfo-fisiológico y molecular de mutantes candidatos M3 de café (*Coffea arabica* L cv. *Catuaí*) en respuesta a la “roya anaranjada” (*Hemileia vastatrix*) y el incremento de temperatura”. Proyecto de investigación que será liderado por la UCR y en colaboración con el TEC y el CATIE, de conformidad con los términos y condiciones establecidos en el presente Convenio.

2. **Propiedad Intelectual:** Cualesquiera resultados, diseños, *know how*, especificaciones, fórmulas, variedades vegetales, procesos, métodos, metodologías, invenciones, datos, materiales, información, técnicas, tecnologías protegibles o no, derivados de la ejecución del Proyecto.
3. **Producto o Productos:** Cualesquiera productos, procesos o servicios que incorporen, utilicen o sean generados haciendo uso de la Propiedad Intelectual derivada del Proyecto de Investigación.

## **CLÁUSULA SEGUNDA. DEL OBJETO**

Este Convenio tiene como objeto la estipulación de las condiciones legales para la cooperación entre las Partes, específicamente el grupo de investigación liderado por la persona investigadora Junior Pastor Pérez Molina (UCR), para la evaluación de una variedad promisorio de café con resistencia a la “roya anaranjada” y el incremento de temperatura, dentro del Proyecto de Investigación según las especificaciones descritas en este Convenio, así como la manifestación de la voluntad entre las Partes sobre las condiciones de la titularidad de los resultados de la investigación y sobre la futura comercialización de los resultados por parte del CATIE o alguna de las otras partes.

## **CLÁUSULA TERCERA. DEL OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El objetivo general del proyecto es: Analizar el desempeño morfo-fisiológico y molecular de mutantes candidatos M3 de café (*Coffea arabica L cv. Catuai*) en respuesta a la “roya anaranjada” (*Hemileia vastatrix*) y el incremento de temperatura, para proveer a los productores nacionales nuevos materiales resistentes a las amenazas de la variabilidad y cambio climático.

## **CLÁUSULA CUARTA. DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Los objetivos específicos del proyecto son:

1. Caracterizar el desempeño morfo-fisiológico y el nivel de resistencia de mutantes candidatos M3 inoculados con diferentes razas de roya anaranjada presentes en el país bajo condiciones controladas.
2. Caracterizar el desempeño morfo-fisiológico de mutantes candidatos M3 tolerantes ante el incremento de temperatura.
3. Vincular a productores de café en actividades de mejoramiento participativo, así como con los alcances y resultados generados en el proyecto.

4. Analizar la diversidad genética inducida en los mutantes candidatos M3 resistentes a la “roya anaranjada” y al incremento en temperatura mediante marcadores moleculares tipo SNPs.

#### **CLÁUSULA QUINTA. DE LOS APORTES Y COMPROMISOS DE LA UCR**

Para la ejecución del Proyecto de Investigación descrito anteriormente, en la medida de las necesidades descritas en la propuesta específica y de acuerdo con los reglamentos y disposiciones institucionales, la UCR se compromete a poner a disposición:

- a. Equipos e instalaciones del Laboratorio de Biología Funcional y Laboratorio de Biotecnología Vegetal, ambos de la Escuela de Biología.
  - b. La Escuela de Biología asignará a este Proyecto de Investigación unas 10 horas (25% del tiempo de la persona investigadora Junior Pastor Pérez Molina), la cual será la responsable técnica del cumplimiento de los objetivos de este, según lo establecido en el presente Convenio y que estará a cargo del equipo de investigación del Proyecto de Investigación quienes serán colaboradores según la carga académica asignada por las unidades académicas respectivas.
  - c. Para el cumplimiento de los objetivos se trabajará según el plan del anexo 1.
2. En caso de que los resultados obtenidos del Proyecto sean satisfactorios donde haya propiedad intelectual generada por la UCR y el CATIE acceda a desarrollar un Producto con viabilidad comercial resultante de esta colaboración, la UCR, además de lo que se dirá más adelante, se compromete a brindar un acompañamiento técnico, en lo que esté a su alcance, para que se logre poner el Producto en el mercado, así como a estar en disposición de otorgar una posible licencia de uso a el CATIE con las disposiciones que para tales efectos se convengan entre las partes.
  3. Si para la ejecución de lo establecido en esta cláusula se requiere el traslado de bienes institucionales o facilitar el uso a terceras personas de dichos bienes, deberán seguirse las disposiciones establecidas en el “Reglamento para la administración y control de los bienes institucionales” de la UCR.

#### **CLÁUSULA SEXTA. DE LOS APORTE Y COMPROMISOS DEL TEC**

Para la ejecución del Proyecto de Investigación descrito anteriormente, en la medida de las necesidades descritas en la propuesta específica y de acuerdo con los reglamentos y disposiciones institucionales, el TEC se compromete a poner a disposición:

- a. Laboratorio equipado para realizar inoculaciones controladas de roya.
- b. Cámaras de crecimiento para el desarrollo de almácigos de café.
- c. Finca experimental con plantación M1V1 y M2 de café.
- d. Personal científico altamente calificado en el área de biotecnología vegetal, biología molecular y fisiología vegetal.
- e. Laboratorios de biología molecular debidamente equipados para la ejecución de la propuesta.
- f. La Vicerrectoría de Investigación y Extensión asignará a este Proyecto de Investigación unas 10 horas (25% del tiempo de la persona investigadora Fabián Echeverría Beirute), la cual será la responsable técnica del cumplimiento de los objetivos de este, según lo establecido en el presente Convenio y que estará a cargo de colaboradores según la carga académica asignada por las unidades académicas respectivas.

En caso de que, de acuerdo con la cláusula novena, haya propiedad intelectual compartida por la UCR y el TEC como resultado de este proyecto y que el CATIE muestre interés en licenciar dicha propiedad intelectual compartida, el TEC estará en disposición de otorgar una posible licencia de uso a el CATIE con las disposiciones que para tales efectos se convengan entre las partes.

#### **CLÁUSULA SÉPTIMA. DE LOS APORTES Y COMPROMISOS DE EL CATIE**

1. En caso de que sea aprobada una segunda fase del proyecto para los años 2 y 3 el CATIE se compromete, sujeto al otorgamiento de recursos por parte del proyecto, a poner a disposición del Proyecto de Investigación:
  - a. Una contrapartida que consistiría en un 1/8 de tiempo de una persona que realice investigación por 12 meses y un lote de 2000 m<sup>2</sup> para la evaluación de las características morfológicas y de resistencia a roya, para cumplir con los objetivos 1 y 2 del proyecto.
2. En caso de que los resultados obtenidos sean aprovechables comercialmente, el CATIE informará por escrito a la UCR y al TEC en caso de que éste último cuente con titularidad de la propiedad intelectual derivada sobre su disposición de aceptar una licencia para lo cual se firmará un contrato de licenciamiento. En caso de que a el CATIE no le interese la licencia, así también lo hará saber a la UCR y ambas partes por medio de los responsables de gestión del convenio acordarán los términos de finalización del proyecto.

## **CLÁUSULA OCTAVA. DEL SEGUIMIENTO**

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos y la ejecución oportuna de los presupuestos, las partes se comprometen en la realización de reuniones de seguimiento de manera bimensual, en las que participarán los representantes técnicos, indicados en la cláusula décimo primera y un representante del Comité Universidad Sector Externo de Hélice.

## **CLÁUSULA NOVENA. DE LA TITULARIDAD DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL**

### ***A. DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL***

1- La Propiedad Intelectual que haya sido generada y desarrollada/protegida antes de la firma de este Convenio le seguirá perteneciendo a la institución/organización que la generó.

2- En los casos en que todos los desarrolladores intelectuales de la Propiedad Intelectual y del Producto sean funcionarios de la UCR, la titularidad de la Propiedad Intelectual y del Producto será en su totalidad de la UCR.

3- Se reconocerá al TEC y al CATIE un porcentaje de la titularidad de la Propiedad Intelectual y del Producto según sus aportes intelectuales al Proyecto y al desarrollo de la Propiedad Intelectual y al Producto. De tal manera, el TEC o el CATIE tendrá un porcentaje de la titularidad siempre y cuando un funcionario o colaborador de la misma haya aportado intelectualmente de manera significativa en el desarrollo del nuevo Producto o la Propiedad Intelectual derivada del Proyecto. Para tales efectos, se llevarán bitácoras de investigación como insumo para determinar dichos aportes y definir la titularidad, las cuales deberán ser de libre acceso en cualquier momento para ambas partes, quienes tendrán la responsabilidad compartida de llenarlas y mantenerlas actualizadas.

4- En todos los casos las partes deberán firmar un contrato de licencia, que asegure al CATIE el derecho a producir, usar y/o comercializar el nuevo Producto generado y que asegure a la UCR o al TEC un beneficio económico por ese uso.

5- En el caso de que exista participación de estudiantes (asistentes) en el Proyecto éstos deberán de firmar acuerdos de confidencialidad y titularidad previos a su participación con la UCR y el TEC. Los datos y la Propiedad Intelectual generados por los estudiantes-asistentes serán propiedad de la UCR de acuerdo a los respectivos acuerdos firmados. En los casos en que las y los estudiantes realicen un aporte significativo en el desarrollo de la propiedad intelectual generada la UCR les reconocerá como una de las personas inventoras. Todo de acuerdo a los lineamientos y reglamentos institucionales.

6- Las Partes acuerdan que todo trabajo final de graduación o pasantía que se desarrolle en el marco de este Proyecto de Investigación deberá ser autorizado de previo por las Partes involucradas y toda publicación oral o escrita que realice el estudiante como defensa de tesis, trabajo final o artículos científicos, deberá tener la autorización previa de las Partes involucradas. Asimismo, las Partes deberán asegurar el cumplimiento del inciso B. de esta cláusula.

7- El aporte meramente económico no será un factor determinante para otorgar titularidad sobre la Propiedad Intelectual generada. Los aportes intelectuales en los proyectos son los únicos que se tomarán en cuenta a la hora de definir la titularidad. En el caso que no exista claridad sobre los aportes intelectuales de las Partes, se tomarán las bitácoras de investigación como insumo para determinar dichos aportes y definir la titularidad. Por lo tanto, es indispensable para la ejecución de este Proyecto el uso de bitácoras.

8- Para todos los efectos también valen las declaraciones de aportes de Propiedad Intelectual previa realizadas por las Partes en los considerandos de este Convenio.

## ***B. DEL DERECHO DE PUBLICACIÓN***

Cualquiera de las Partes podrá realizar publicaciones sobre lo ejecutado dentro de este Proyecto de Investigación, siempre y cuando dicha publicación no atente con la protección efectiva de la Propiedad Intelectual generada, se mencione a las contrapartes y se mantengan las obligaciones de confidencialidad relacionadas. A efectos de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este párrafo, la parte que desee realizar una publicación sobre la ejecución del Proyecto de Investigación, deberá someter el texto de esta a aprobación previa de la(s) otra(s) Parte(s), según corresponda, con el fin específico de que no se publique información que pueda comprometer la Propiedad Intelectual asociada.

## **CLÁUSULA DÉCIMA. DE LA CONFIDENCIALIDAD**

1. Por medio de este Convenio las Partes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información y documentación relativa al Proyecto de Investigación, incluyendo, pero no limitado a: resultados, análisis, hipótesis, teorías, procesos, procedimientos, muestreos, pruebas de laboratorio, fórmulas, productos y subproductos del Proyecto de Investigación, sujetos y grupos de prueba, diseños y modelos, los cuales no podrán ser divulgados a terceros, sin la aprobación expresa de la(s) otra(s) Parte(s), según corresponda.



De tal manera, las Partes garantizarán que sus empleados, estudiantes asistentes, agentes o cualquier tercero involucrado con ellas, mantendrá la confidencialidad tanto estando relacionado con cualquiera de las Partes o posterior a esa relación. Esta garantía de confidencialidad estará regida por lo que dispone la Ley de Información No Divulgada.

2. La obligación de confidencialidad establecida en este Convenio solo fenecerá, sin responsabilidad de las Partes, por alguna de las siguientes razones:
  - a. Si la información de carácter confidencial ha perdido ese carácter al ser hecha pública por un tercero, sin que tal hecho pueda atribuirse a cualquier acción u omisión de las Partes, sus empleados, sus ex-empleados, sus estudiantes asistentes, sus exestudiantes asistentes, representantes o ex-representantes.
  - b. Si la Parte receptora de la información prueba que la información le fue suministrada por un tercero de buena fe.
  - c. Si la Parte reveladora otorga autorización por escrito para hacerlo.
  - d. Si las autoridades nacionales exigieren revelar la información confidencial, por razones de seguridad nacional, interés superior de la comunidad o proceso judicial.

## **CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA. INFORMACIÓN Y NOTIFICACIONES**

### **1. RESPONSABLES TÉCNICOS**

En este acto las Partes nombran a los siguientes responsables técnicos:

- Por parte del CATIE: William Solano, Investigador Unidad de Mejoramiento Genético de Café y Cacao. Correo [wsolano@catie.ac.cr](mailto:wsolano@catie.ac.cr). Teléfono +506 25582234.
- Por parte de la UCR: Junior Pastor Pérez Molina, investigador principal. Correo [junior.peremolina@ucr.ac.cr](mailto:junior.peremolina@ucr.ac.cr). Teléfono+506 88219244.
- Por parte del TEC: Fabián Echeverría Beirute, Investigador. correo [fecheverria@itcr.ac.cr](mailto:fecheverria@itcr.ac.cr). Teléfono: 2401-3134.

### **2. RESPONSABLES DE GESTIÓN DEL CONVENIO:**

En este acto las Partes nombran a los siguientes responsables de gestión del convenio:

- Por parte del CATIE: William Solano, Investigador Unidad de Mejoramiento Genético de Café y Cacao. Correo [wsolano@catie.ac.cr](mailto:wsolano@catie.ac.cr). Teléfono + 2558-2134.
- Por parte de la UCR: Geannina Sojo Navarro, directora de PROINNOVA. Correo [Geannina.sojon@ucr.ac.cr](mailto:Geannina.sojon@ucr.ac.cr). Teléfono 2511 1344.

- Por parte del TEC: Fabián Echeverría Beirute, Investigador. correo [fecheverria@itcr.ac.cr](mailto:fecheverria@itcr.ac.cr). Teléfono: 2401-3134.

### **3. CAMBIOS DE PERSONAL O DATOS**

En caso de que alguna de las Partes se vea en la obligación de realizar un cambio o sustitución del personal designado en esta cláusula o sus datos de contacto, la Parte en mención deberá informar por escrito a la otra de dicho cambio a la mayor brevedad posible sin que ello implique una modificación o adenda a este Convenio.

### **CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA. DEL USO DEL NOMBRE DE LAS PARTES**

Las Partes se comprometen a que únicamente utilizarán el nombre de las otras Partes con el fin de aclarar que el o los Productos e investigaciones fueron realizados en conjunto y que las Partes son aliados estratégicos. El uso del nombre de la(s) parte(s), mediante cualquier medio físico o digital, deberá cumplir con las indicaciones previstas en el Manual de identidad visual o documento afín de la(s) parte(s) y acatar todas las recomendaciones realizadas por la Oficina de Divulgación y/o PROINNOVA. Cualquier otro uso fuera de los descritos anteriormente deberá de obtener autorización escrita del Rector de la UCR, o del TEC o bien en su caso, del representante legal del CATIE, según corresponda.

### **CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA. FUERZA MAYOR**

Ninguna de las Partes será responsable frente a la otra al grado que el cumplimiento de sus obligaciones (salvo por las obligaciones de tipo económico contenidas en el Convenio) se vean afectadas, retrasadas o impedidas por cualquier circunstancia fuera del control razonable de dicha Parte (“Fuerza Mayor”) siempre y cuando cada Parte notifique a la otra Parte por escrito a más tardar cuarenta y ocho horas después de que ocurra el supuesto, de la ocurrencia de un evento de Fuerza Mayor y haga esfuerzos de buena fe a fin de subsanar el incumplimiento. Entiéndase Fuerza Mayor como sucesos de la naturaleza o hechos humanos que, siendo extraños al obligado, lo afectan en su esfera jurídica, impidiéndole temporal o definitivamente el cumplimiento parcial o total de una obligación, sin que tales hechos le sean imputables directa o indirectamente por culpa, y cuya afectación no puede evitar con los instrumentos de que normalmente se disponga en el medio social en el que se desenvuelve, ya sea para prevenir el acontecimiento o para oponerse a él y resistirlo.

Las Partes están de acuerdo en que para el caso de que alguna de ellas sufra algún caso de Fuerza Mayor que le impida el cumplimiento en tiempo y forma de alguna obligación, contará con 90 días naturales contados a partir del día siguiente de que ocurra el caso de Fuerza Mayor, para dar cumplimiento a la obligación que corresponda. En caso de que no pueda solucionarse tal caso de Fuerza Mayor, las Partes conciliarán al respecto sobre la forma de terminar con esa

obligación, de tal forma de que si no se llega a algún arreglo la Parte interesada podrá ejercitar la acción o acciones legales que correspondan.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA. DEL INCUMPLIMIENTO Y TERMINACIÓN ANTICIPADA**

En caso de dificultad para la interpretación o ejecución del presente Convenio, las Partes se comprometen a hacer todo lo posible para resolver amigablemente el conflicto. Si no se llegara a resolver de esa manera las Partes estarán dispuestas a analizar la posibilidad de utilizar un medio de resolución alternativa de conflictos, siempre y cuando convenga a ambas Partes y éstas se pongan de acuerdo por escrito previamente.

El incumplimiento de las cláusulas antes establecidas, por parte de los aquí suscribientes, faculta a las Partes a la resolución contractual del presente Convenio y a solicitar el resarcimiento de los respectivos daños y perjuicios ocasionados.

Las partes convienen en que se encuentran obligadas al cumplimiento de los términos y condiciones de uso de los recursos para el desarrollo del Proyecto aportados por KOICA y que forman parte del programa Hélice UCR según el documento: Condiciones de uso de los recursos no reembolsables emitido por el Comité Técnico de Hélice UCR para la modalidad colaboración Universidad-Sector Externo. Por lo tanto, aceptan que la rescisión unilateral de este convenio por incumplimiento puede darse por las causas estipuladas en esas condiciones y términos sin responsabilidad alguna para la UCR.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA. DISPOSICIONES SOBRE CONDUCTAS DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL EN EL MARCO DE ESTE CONVENIO.**

El CATIE hará sus mejores esfuerzos para que el personal que ponga a cumplir con las obligaciones de este convenio a favor de la Universidad de Costa Rica, sea capacitado en cuanto a las disposiciones del “Reglamento de la Universidad de Costa Rica Contra el Hostigamiento Sexual” (en adelante el Reglamento).

En caso de recibirse por parte de la Universidad de Costa Rica denuncia formal en contra de cualquier persona que brinde servicios a cargo del CATIE y a favor de la Universidad de Costa Rica, se pondrá en conocimiento de la respectiva Institución, la cual se obliga a realizar el

procedimiento respectivo, de acuerdo con lo ordenado en la ley 7476 en Contra el Hostigamiento Sexual en el Empleo y la Docencia.

El CATIE se obliga a remitir un informe con todo lo actuado dentro del proceso disciplinario incluyendo la eventual imposición de sanciones, dentro del plazo estipulado en la ley 7476. En caso de incumplimiento tanto de la ejecución del procedimiento disciplinario como de la omisión de informar oportunamente del resultado de tal procedimiento del CATIE, dará lugar a la resolución del presente contrato y a la no contratación por parte de la Universidad de Costa Rica, por un plazo de cinco a diez años conforme lo estipula el artículo 9 del Reglamento, el cual el CATIE manifiesta conocer y aceptar en todos sus alcances.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA. DISPOSICIONES SOBRE CONDUCTAS DE DISCRIMINACIÓN EN EL MARCO DEL PRESENTE CONVENIO**

La Universidad de Costa Rica, es una institución libre de discriminación. Bajo esa premisa, el CATIE manifiesta en este acto conocer y aceptar las disposiciones y alcances del Reglamento de la Universidad de Costa Rica en Contra de la Discriminación (en adelante el Reglamento) y se compromete a informar a sus funcionarios sobre la obligación de abstenerse de realizar cualquier acto que represente discriminación de cualquier tipo, así como realizar sus mejores esfuerzos para que el personal que ponga a cumplir con las obligaciones de este convenio a favor de la Universidad de Costa Rica, conozca, entienda, asimile y acate las disposiciones del Reglamento, debiendo dicho personal abstenerse de realizar cualquier conducta que pueda ser constitutiva de discriminación en los términos del referido Reglamento.

En caso de darse algún acto que resulte presuntamente discriminatorio la (contraparte) se compromete a seguir con los procedimientos administrativos que la Universidad de Costa Rica tiene al efecto, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18 del Reglamento de la Universidad de Costa Rica contra la discriminación.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA SÉTIMA. DE LA DURACIÓN**

El presente Convenio es válido a partir de la fecha de su firma y mantendrá su validez durante 1 año. Las Partes podrán solicitar una prórroga que se gestionará por escrito con al menos tres meses de anticipación a la fecha de finalización del mismo, previo a una evaluación integral del cumplimiento de objetivos y beneficios para la UCR.

El presente Convenio se firma en la ciudad de San José, Costa Rica, el día y hora que indique cada una de las firmas digitales.

---

*Dr. Gustavo Gutiérrez Espeleta*  
**Universidad de Costa Rica**

---

*Dr. Muhammad Akbar Ibrahim*  
**CATIE**

---

*MSc. Jorge Chaves Arce*  
**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

Anexo 1.

## Desarrollo del proyecto

**Etapas 1: Caracterizar el desempeño morfo-fisiológico y el nivel de resistencia de mutantes candidatos M3 inoculados con diferentes razas de roya anaranjada presentes en el país bajo condiciones controladas.**

Metodología 1:

Material vegetal: se utilizará un testigo comercial (Catuaí) y 15 líneas en estadio M1V1 y M3, respectivamente derivadas del café Catuaí mutagenizado con agentes químicos (azida de sodio y EMS). Las mismas fueron obtenidas previamente en el marco del proyecto “*Producción de nuevas variantes de café (Coffea arabica L.) mediante inducción de mutaciones con agentes químicos*”.

Preparación de almácigos M3: el estudio se llevará a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Ambientes Controlados del Tecnológico de Costa Rica ubicado en la Sede Regional San Carlos, Santa Clara. En el mismo, se cuenta con disposición de 4 cámaras aclimatizables donde la regulación de la temperatura, humedad relativa, irrigación, luminosidad, dióxido de carbono y oxígeno pueden programarse en diferentes regímenes. Para el proyecto, se tendrá disponibilidad de dos cámaras de 26 m<sup>3</sup> cada una. Dentro de cada cámara, se colocarán 1.000 bolsas plásticas de 13,97 x 16,513 cm con una mezcla de suelo vertisol, compost orgánico y arena, en una proporción de 50, 25 y 25% respectivamente, previamente esterilizados al vapor. Las bolsas serán colocadas en tarimas especialmente diseñadas para aumentar el número de plantas por área sin perjudicar la disponibilidad de luz artificial; a la vez de facilitar las labores de manejo y evaluación. Se adicionará 1 gramo de fertilizante de liberación lenta tipo Plantacote (NPK 14-9-15) por bolsa y 0.1 gramos de micronutrientes (9% MgO, 0.5% B, 1.5% Cu, 4% Fe, 4% Mn, 0.1% Mo, 1.5% Zn) previo a la siembra. Se sembrarán 2-3 semillas por bolsa a 1-2 cm de profundidad, cubrirán de agua y tendrán en oscuridad por 7-10 días para facilitar la germinación a una temperatura óptima de 26°C diurna y 22°C nocturna. Se mantendrá una planta por bolsa posterior a este periodo. A cada bolsa, se le pondrá una etiqueta y un sobre con un código de barras.

VARIABLES MORFOLÓGICAS A EVALUAR: para la descripción morfoagronómica de los mutantes candidatos se aplicará el descriptor “Descriptors for *Coffea spp.* and *Psilanthus spp.*, Bioversity International” (2007).

Recolección del inóculo en campo: se seleccionarán hojas con abundante roya esporulada, sin presencia de *Lecanicilium lecanii*, obtenidas de la Colección Internacional de Café del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE: 9°53’42.93’’ N; 83°40’12.87’’ O). La recolección de hojas enfermas se realizará de una manera aleatoria dentro de la

plantación. El transporte de las hojas se realizará en bolsas plásticas, y se manejarán meticulosamente con la intención de disturbar lo menos posible la esporulación de la lesión en aquellos casos donde se encontraba activa. Las uredósporas serán raspadas de las lesiones esporuladas por medio de un bisturí estéril y se almacenarán en tubos de microcentrífuga estériles de 1,5 ml.

Corte de los discos foliares de las plantas M3: la extracción de los segmentos de hojas consistirá en perforar con ayuda de un sacabocado cilíndrico de 10 mm de diámetro marca Korff (modelo 06940-5/16), un total de diez discos de la lámina foliar de 43 progenies diferentes de las plantas M3 y cuatro plantas testigo. Durante el corte se evitará girar el sacabocados o cortar discos con nervaduras centrales, ya que estas no contienen estomas (punto de ingreso de la roya). Una vez cortados los discos de hoja, se colocarán con una pinza dentro de las cámaras húmedas por su envés, con el fin de estimular la cicatrización y conservar altas condiciones de humedad relativa.

Preparación de las cámaras húmedas: las cámaras húmedas consistirán en cajitas plásticas transparente (12 cm de largo x 10 cm de ancho x 3,5 cm de alto), con una servilleta húmeda colocada al fondo del recipiente, y sobre esta se colocará una rejilla plástica compuesta por 20 subcámaras de agujeros circulares de 1,2 cm de diámetro. Se les asignará una cámara húmeda a dos plantas, cada una con 10 subcámaras.

Inoculación de discos de la hoja con razas de roya: para cuantificar el nivel de resistencia de las progenies M3 de café hacia *H. vastatrix*, se realizará la inoculación de esporas a un total de 500 discos foliares, utilizando una metodología basada en la propuesta realizada por Eskes (1983).

Una vez perforados los discos foliares, se realizará una suspensión de 30 ml de esporas, a una concentración de  $2,3 \times 10^5$  esporas/mL con agua destilada y la adición de Tween 20 como agente dispersante y homogenizante de las uredosporas que permitirá que no se aglomeren. Por medio de un gotero plástico, se depositará una gota de aproximadamente 50  $\mu$ L de la suspensión sobre el envés de cada disco foliar. La suspensión se mantendrá en movimiento constante para evitar la deposición de las uredosporas.

Luego de realizar las inoculaciones, las cámaras húmedas serán trasladadas a una incubadora (marca BIOBASE, modelo BJPX-L400), bajo condiciones de oscuridad por un periodo de 48 h, con una temperatura de  $22,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$  y una humedad relativa mayor al 90%. Transcurrido este período, las cámaras húmedas se destaparán y se dejarán secar la suspensión durante 3 horas. Una vez seca la suspensión en los discos foliares, se programará la incubadora a un fotoperiodo de 12 horas luz LED (2000 Lux) y 12 horas de oscuridad, a una temperatura de  $22,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ , con una humedad relativa mayor al 90%. Estas condiciones se mantendrán por 15 días, luego de transcurrido este tiempo, se mantendrán a  $23 \pm 1,5^\circ\text{C}$ , con una humedad relativa promedio de 85% y bajo luz natural por aproximadamente 10 horas y 14 horas de oscuridad donde permanecerán por 22 días. Las cámaras húmedas serán monitoreadas una vez a la semana para verificar su estado y nivel de agua.

VARIABLES RESPUESTA: para las plantas M3 se estimará la incidencia y severidad de la enfermedad por disco foliar, cada 72 horas por un periodo de 21 días, a partir del día 29 después de inoculación. Las variables morfológicas medidas de las plantas M3, serán tomadas en determinadas etapas del cultivo, por lo que para su análisis será divididas en dos: A) las primeras corresponden a las características morfológicas del fruto y semillas, en ambos casos se utilizaron cuatro descriptores cuantitativos (peso, largo, ancho y espesor); B) mientras que las características morfológicas de crecimiento se midieron en estado de almácigo a los 120 días después de trasplantado. Se cuantificarán la altura de la planta (AL), diámetro del tallo (D), número nudos (N), número hojas (NH), longitud (LH) y ancho de la hoja y (AH).

Con el fin de determinar la incidencia de la enfermedad se determinará el porcentaje de incidencia de la enfermedad al contabilizar los segmentos de las hojas enfermas que presentaron síntomas y lesiones esporuladas en relación a la población total por planta.

Para la severidad de la enfermedad se utilizará la escala de Eskes, de acuerdo con Rozo y Cristancho (2010), considerando el nivel de daño del área foliar.

Asimismo, se calculará el período de Incubación (PI) y el Período de latencia (PL) definidos como el tiempo en días transcurridos desde la inoculación hasta la manifestación de primeros síntomas de la enfermedad, y número de días transcurridos hasta observar lesiones esporuladas y signos (uredosporas), respectivamente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: para los datos obtenidos de caracterización de la morfología del grano y semillas, además del crecimiento de la planta, se realizará un análisis exploratorio a través de los parámetros descriptivos (media, desviación estándar, error estándar, valores mínimos y máximos) y de esta manera describir de forma general, la variabilidad de las características evaluadas. En cada una de las variables de respuesta se realizará un análisis mediante la técnica de modelos lineales y mixtos (MLMix) con corrección del supuesto de heterocedasticidad utilizando la función “Varldent”. Las diferencias entre tratamientos serán analizadas mediante una prueba de comparación de medias DGC, con un nivel de significancia del 0,05.

Para el análisis de las variables de crecimiento en las progenies M3 se utilizará el análisis de componentes principales (ACP), posteriormente, se aplicará el análisis de conglomerados (método Ward, distancia Manhattan) para agrupar tratamientos según similitudes con base en el vector de medias de las variables evaluadas. Por medio de un análisis de varianza multivariado (ANAVAM) se estudiará las variables de incidencia, severidad, periodo de incubación y latencia, mediante un análisis conglomerado (método Ward, distancia Manhattan) y la prueba de comparación múltiple Hotelling-Bonferroni, para determinar la existencia de diferencias significativas entre los conglomerados. Todos los análisis se ejecutarán con el Programa estadístico InfoStat/P (Di Rienzo et al. 2018).

Plazo de ejecución etapa 1: noviembre 2022 a diciembre 2023 (ver cronograma al final).



## **Etapa 2: Caracterizar el desempeño morfo-fisiológico de mutantes candidatos M3 tolerantes ante el incremento de temperatura.**

### Metodología 2:

Material vegetal: se utilizará un testigo comercial (Catuaí) y 15 líneas en estadio M1V1 y M3, respectivamente derivadas del café Catuaí mutagenizado con agentes químicos (azida de sodio y EMS). Las mismas fueron obtenidas previamente en el marco del proyecto “*Producción de nuevas variantes de café (Coffea arabica L.) mediante inducción de mutaciones con agentes químicos*”.

Respuesta fotosintética de las plantas (intercambio gaseoso foliar): el intercambio de gaseoso en hoja se medirá usando un sistema portátil de intercambio de gases (LI-COR 6800F, LI-COR Inc., Lincoln, NE, EE. UU.); se utilizará una radiación fotosintéticamente activa (PAR) de 1000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  a nivel de la hoja, 400  $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1}$  de aire y condiciones de temperatura ambiente y difícil de presión de vapor. Las variables prioritarias para obtener son (Almeida et al. 2020): tasa de asimilación neta de  $\text{CO}_2$  ( $A$ :  $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), conductancia estomática ( $g_s$ :  $\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), tasa de transpiración ( $E$ :  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiencia del uso del agua instantánea ( $WUE_i$ :  $\mu\text{mol CO}_2 \text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$ ), concentración intercelular  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ :  $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{air}$ ) y relación entre la concentración intercelular y externa de  $\text{CO}_2$  ( $C_i/C_a$ ).

Respuesta de las relaciones hídricas: el potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) se medirá antes y después de la aplicación de los tratamientos de estrés experimental, en las hojas completamente expandidas en el tercio superior de las plantas. Estas mediciones serán antes del amanecer ( $\Psi_{pd}$ ) y al mediodía ( $\Psi_{md}$ ) utilizando una cámara de presión Scholander (modelo 1000, PMS Instruments, Albany, EE. UU.) (Almeida et al. 2020; Sousa et al. 2022).

Fluorescencia de la respuesta de la clorofila  $\alpha$ : se realizarán mediciones antes y después de la aplicación de los tratamientos experimentales de estrés de la máxima eficiencia fotoquímica (rendimiento cuántico,  $F_v/F_m$ ) de los centros de reacción abiertos II, RCII) (Cosgrove y Borowitzka, 2010).  $F_v/F_m = [F_m - F_o]/F_m$ , donde  $F_o$  y  $F_m$  son el mínimo y el máximo del rendimiento cuántico (Baker y Rosenqvist 2004).  $F_v/F_m$  se medirá con un fluorímetro de clorofila (modelo OS 30p, OptiSciences, Inc.) en una hoja totalmente expandida ubicada en el primer par de la parte superior de la planta, esto después de 15 a 20 min. ser sometido a la oscuridad (Pérez-Molina et al. 2020).

Respuesta de termotolerancia mediante fluorescencia de clorofila  $\alpha$ : se seleccionarán hojas al azar de los individuos, se cortarán discos foliares (1,5 cm de diámetro) de la parte media adaxial sin incluir las nervaduras principales, luego se calentará al baño maría de 24 °C a 60 °C, cada 4 °C durante 15 minutos, para un total de 10 niveles de temperatura (Krause et al., 2010).  $F_v/F_m$  se medirá antes y 24 horas después del tratamiento térmico. Se relacionara el porcentaje de

pérdida de Fv/Fm y la temperatura para estimar la caída del 10% y 50% mediante modelos de regresión no lineal de mejor ajuste. El porcentaje de pérdida de Fv/Fm como  $PLCF = 100 \cdot [1 - (Fv/Fm \text{ after} / Fv/Fm \text{ before})]$ , donde PLCF (*Percentage loss of chlorophyll fluorescence*), consiste en la caída de la fluorescencia de la clorofila  $\alpha$ , Fv/Fm after y Fv/Fm before correspondiente a la máxima eficiencia de fluorescencia antes y después de calentar los discos (Trueba, et al. 2019).

Análisis de datos: se comprobará la normalidad y homocedasticidad de todas las variables para comprobar si cumplen los supuestos del ANOVA. Todas las variables se someterán a pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis. Además, se realizarán correlaciones de Pearson o Spearman entre todos los pares de variables por tratamiento y para todas las combinaciones de tratamientos; determinar la interacción entre los factores. Las asociaciones multivariadas entre todas las variables de respuesta fisiológica se analizarán mediante análisis de componentes principales (PCA). Los tratamientos que produzcan respuestas similares de las plantas se agruparán utilizando una técnica de análisis de conglomerados multivariante según el método de Tocher, que se basa en distancias euclidianas medias (Rencher, 2003). PCA se realizará con el paquete *R* factorextra (Kassambara & Mundt, 2017). Todos los análisis estadísticos se realizarán con el lenguaje de programación *R*, versión 4.1.0 (*R Core Team*, 2020) y un nivel de significación de  $\alpha = 0,05$ .

Plazo de ejecución etapa 2: enero 2023 a diciembre 2023 (ver cronograma al final).

### **Etapla 3: Vincular a productores de café en actividades de mejoramiento participativo, así como con los alcances y resultados generados en el proyecto.**

Metodología 3:

Identificación y comunicación con productores de café: Se identificarán al menos 10 productores líderes de café, así como al menos tres cooperativas. La comunicación se realizará vía telefónica y correo electrónico y en las misma se les invita a ser parte de las caracterizaciones morfo-agronómicas de los mutantes de café.

Charla de inducción: Se realizarán al menos cuatro actividades de caracterización, dos en la fase vegetativa y dos en fase reproductivo, los días de las actividades se realizará una charla de inducción que consiste en informar a cada uno de los productores participantes de la metodología a seguir para la caracterización de los materiales de café. En la misma se analizan los cuadros y las tablas a utilizar para llevar a cabo la caracterización, para lo cual se utilizará el descriptor de café elaborado por “Descriptors for *Coffea spp.* and *Psilanthus spp.*, Bioversity

([https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Descriptors\\_for\\_coffee\\_Coffea\\_spp.\\_and\\_Psilarthus\\_spp.\\_365.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Descriptors_for_coffee_Coffea_spp._and_Psilarthus_spp._365.pdf)).

**Caracterización de materiales en campo:** El día de la caracterización los agricultores ingresarán a las parcelas con los cuadros y tablas previamente analizados, cada agricultor deberá caracterizar al menos 5 mutantes candidatos. En esta actividad también participaron técnicos relacionados con la producción de café.

**Análisis de resultados:** Una vez finalizada la actividad se recogerán todos los cuadros y tablas utilizados en cada una de las actividades de caracterización y se procederá a la tabulación de los datos y al análisis de los mismos con el fin de definir las características morfo agronómicas de cada uno de los materiales evaluados. Paralelamente se confeccionará una base con toda la información generada en las caracterizaciones realizadas.

Plazo de ejecución etapa 3: enero 2023 a diciembre 2023 (ver cronograma al final).

#### **Etapla 4: Analizar la diversidad genética inducida en los mutantes candidatos M3 resistentes a la “roya anaranjada” y al incremento en temperatura mediante marcadores moleculares tipo SNPs.**

Metodología 4:

**Material vegetal:** se utilizará un testigo comercial (Catuaí) y 15 líneas en estadio M1V1 y M3, respectivamente derivadas del café Catuaí mutagenizado con agentes químicos (azida de sodio y EMS). Las mismas fueron obtenidas previamente en el marco del proyecto “*Producción de nuevas variantes de café (Coffea arabica L.) mediante inducción de mutaciones con agentes químicos*”.

**Extracción y purificación de ADN:** la extracción de ADN genómico se realizará utilizando 100 mg de tejido foliar mediante el método CTAB modificado utilizado por Araya *et al.*, 2005. La cuantificación y determinación de las relaciones 260/280 del ADN se determinará mediante un análisis en nanodrop marca ThermoScientific® modelo ND-2000C, y las muestras se correrán en un gel de agarosa al 1% m/v para verificar su calidad.

**Construcción de la biblioteca GBS:** el ADN genómico (300 ng) se digerirá con las enzimas BglII y DdeI y se ligará a los adaptadores BglII y DdeI etiquetados con 96 códigos de barras diferentes en una reacción de un solo paso. Los productos resultantes se amplificarán y se comprobará su calidad. Las 96 muestras con código de barras se agruparán y procesarán en un solo carril en un instrumento Illumina NextSeq en las instalaciones de NOVOGENE.

**Identificación de SNPs:** Se utilizará el flujo de trabajo STACKS v1.04 (Rochette & Catchen, 2017). Siguiendo el siguiente proceso:

- 1) Determinación de calidad de secuencias mediante la remoción de adaptadores y confirmación de los valores de calidad de estas (*phred score* de 10); se conservarán las lecturas que tengan una puntuación de calidad por encima de 90% o un *phred score* máximo de 10.
- 2) Las lecturas serán alineadas al genoma de referencia de *C. arabica* (GenBank acc. GCA\_003713225.1 Cara\_1.0) para el posterior ensamblaje de estas; en este paso se determinarán los potenciales alelos empleando una estructura de máxima verosimilitud (Hohenlohe et al. 2010).
- 3) Los alelos identificados se agruparán para generar un catálogo de loci consenso.
- 4) Se comparan los loci identificados en cada individuo respecto al catálogo consenso para generar un mapa de todos los alelos presentes en un loci particular de la población.

**Análisis de resultados:** Según los SNPs identificados mediante STACKS se generará un mapa de población donde se ubique la pertenencia de los distintos individuos en grupos considerando los rasgos morfológicos y los SNPs.

Adicionalmente se determinarán métricas poblacionales como heterocigocidad observada y esperada entre los grupos poblacionales, así como las frecuencias de SNPs por individuo.

Plazo de ejecución etapa 1: noviembre 2022 a noviembre 2023 (ver cronograma al final).

### **Cronograma de actividades**

Objetivos específicos	Actividades	Responsables	Fecha inicial	Fecha final	Mes											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Caracterizar el desempeño morfo-fisiológico y el nivel de resistencia de mutantes candidatos M3 inoculados con diferentes razas de roya	Preparación de almácigos y cámaras climáticas.	Fabián Echeverría, Junior Pérez, Andrés Gatica	Nov. 2022	Enero 2023												
	Siembra de semilla de los	Fabián Echeverría, Andrés	Nov. 2022	Enero 2023												

Objetivos específicos	Actividades	Responsables	Fecha inicial	Fecha final	Mes													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
anaranjada presentes en el país bajo condiciones controladas	M3 y M1V1 mutantes candidatos de café y testigo	Gatica																
	Colecta y preparación del inoculo de roya	Fabián Echeverría, Andrés Gatica	Febrero 2023	Mayo 2023														
	Inoculación de discos de la hoja con razas de roya	Fabián Echeverría, Andrés Gatica	Abril 2023	Julio 2023														
	Monitoreo y manejo del ensayo por 8 meses.	Fabián Echeverría, Andrés Gatica	Abril 2023	Nov. 2023														
	Evaluación de las variables de respuesta	Fabián Echeverría, Andrés Gatica	Set. 2023	Nov. 2023														
	Seleccionar aquellos individuos	Fabián Echeverría, Andrés	Set. 2023	Nov. 2023														

Objetivos específicos	Actividades	Responsables	Fecha inicial	Fecha final	Mes													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	os con mejor respuesta a la infección con roya.	Gatica																
	Análisis e interpretación de los datos.	Fabián Echeverría, Andrés Gatica	Set. 2023	Nov. 2023														
Caracterizar el desempeño morfo-fisiológico de mutantes candidatos M3 tolerantes ante el incremento de temperatura.	Preparación de almácigos y cámaras climáticas con diferentes regímenes de temperatura.	Junior Pérez, Fabián Echeverría y Andrés Gatica	Nov. 2022	Enero 2023														
	Siembra de semilla de los M3 y M1V1 mutantes candidatos de café y testigo	Junior Pérez, Fabián Echeverría y Andrés Gatica	Nov. 2022	Enero 2023														

Objetivos específicos	Actividades	Responsables	Fecha inicial	Fecha final	Mes													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Monitoreo y manejo del ensayo por 8 meses.	Junior Pérez y Andrés Gatica	Febrero 2023	Agosto 2023														
	Evaluación de la sobrevivencia, crecimiento y desarrollo quincenal.	Junior Pérez y Andrés Gatica	Febrero 2023	Agosto 2023														
	Seleccionar aquellos individuos con mejor respuesta previa a floración y post floración.	Junior Pérez y Andrés Gatica	Febrero 2023	Noviembre 2023														
	Análisis e interpretación de los datos.	Junior Pérez y Martiellos Santos	Febrero 2023	Diciembre 2023														
Vincular a	Identificar	Andrés	Enero	Marzo														

Objetivos específicos	Actividades	Responsables	Fecha inicial	Fecha final	Mes											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
productores de café en actividades de mejoramiento participativo, así como con los alcances y resultados generados en el proyecto	acción y comunicación con productores de café	Gatica, Fabián Echeverría, William Solano	o 2023	zo 2023												
	Charla de inducción	Andrés Gatica, Fabián Echeverría, William Solano	Marzo 2023	Abril 2023												
	Caracterización de materiales en campo	Andrés Gatica, Fabián Echeverría, William Solano	Abril 2023	Nov. 2023												
	Análisis de resultados	Andrés Gatica, Fabián Echeverría, Junior Pérez, William Solano	Abril 2024	Nov. 2023												
Analizar la diversidad genética inducida en los mutantes candidatos M3	Colectar material vegetal	Andrés Gatica	Enero 2023	Marzo 2023												



Objetivos específicos	Actividades	Responsables	Fecha inicial	Fecha final	Mes												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
resistentes a la “roya anaranjada” y al incremento en temperatura mediante marcadores moleculares tipo SNPs.	Extracción y purificación de ADN.	Andrés Gatica	Enero 2023	Marzo 2023													
	Secuenciación.	Andrés Gatica	Abril 2023	Junio 2023													