

Documento de Posición del CIP

- Las papas y los camotes pueden tener un papel significativo en los enfoques de agricultura climáticamente inteligente para el cambio climático.
- La sequía, la desertificación, las inundaciones y el aumento de temperaturas asociadas con el cambio climático comprometerán el área en expansión de los cultivos de papa y camote.
- El desplazamiento geográfico de los sistemas agrícolas ya está ocurriendo, debido a los cambios en los patrones climáticos.
- La variación climática proyectada en las áreas subsaharianas podría inhibir el reparto de variedades biofortificadas con vitamina A de camote de pulpa anaranjada y de papa (hierro y zinc).
- Se prevé que el cambio climático perjudicará la calidad de vida de los pequeños agricultores y sus familias lo que probablemente propiciará una mayor migración a los ya sobrepoblados centros urbanos.
- Para superar los desafíos agronómicos, sociales y políticos provocados por el cambio climático se deben fortalecer los siguientes ámbitos: el desarrollo de cultivos climáticamente inteligentes, la mejora continua de los sistemas agrícolas y las ciencias sociales y biofísicas.

Finalidad

Los sistemas agroalimentarios resilientes de papa y camote son el eje central de los esfuerzos que realiza el Centro Internacional de la Papa (CIP) con respecto al cambio climático. Hay una creciente necesidad de enfocar el desarrollo del CIP en investigación de alta calidad que beneficie positivamente a las familias de los pequeños agricultores enfrentadas a un entorno mundial cambiante. Este documento define de qué manera el trabajo en curso ayudará **a adaptar y mitigar los efectos del cambio climático** en aquellas áreas del mundo más afectadas por condiciones climáticas extremas y conmociones relacionadas con el clima.

Papel de la papa y el camote en la agricultura resiliente

La papa y el camote son proveedores críticos para la seguridad alimentaria y la nutrición de millones de personas en el mundo, particularmente en el contexto de los países en desarrollo. La papa es el tercer cultivo más importante, después del arroz y del trigo, del suministro mundial de alimentos. La papa es más consumida actualmente en los países en desarrollo que en los desarrollados. Más de mil millones y medio de personas en todo el mundo consumen papa como alimento básico.

La importancia mundial de la papa no puede subestimarse. Más de un tercio de su producción total es producida por los pequeños agricultores en los países en desarrollo. Es una excelente fuente de carbohidratos baja en grasas y cuando están cocidas, las papas tienen más proteínas que el maíz y casi el doble de calcio.

La región andina ofrece un ejemplo típico de la importancia sustancial de la papa como pilar de los sistemas alimenticios que suministraron exitosamente comida y nutrición a las muy pobladas civilizaciones antiguas. La papa tiene una larga historia de resiliencia y productividad como componente fundamental de los sistemas alimenticios en los Andes, una zona de gran variabilidad climática con recurrencia de eventos climáticos extremos, como heladas, granizadas, inundaciones y sequías. La resistencia de la papa en la región andina se basa en su relativamente corto periodo vegetativo, gran

potencial de productividad, demanda relativamente baja de agua, gran diversidad genética y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales. Su gran diversidad genética por sí sola, incluida en varias especies de *Solanum*, variedades y cultivares locales dentro de las especies, ya se usa eficazmente en el mejoramiento de nuevas variedades adaptadas a las cambiantes condiciones ambientales. El banco de germoplasma del CIP mantiene un grupo aún no explotado de genes con propiedades resistentes al clima, que deben movilizarse para el mejoramiento.

El camote —un cultivo multipropósito— también es muy relevante en el diseño de sistemas agrícolas resilientes en entornos subtropicales y tropicales. Comparado con los cereales, el camote produce mayores cantidades de energía por día¹. Se caracteriza por su eficiencia en el uso del agua y es un cultivo robusto que requiere pocos insumos. Su capacidad para prosperar en un rango diverso de ambientes marginales aumenta la productividad general de diferentes sistemas y entornos agrícolas de manera sostenible. Como es una liana, crece horizontal en lugar de verticalmente, dándole la capacidad de tolerar condiciones climáticas severas mucho mejor que la mayoría de cultivos básicos. Los recientes ciclones y tifones que devastaron el este de India y el centro de Filipinas demostraron la resistencia del camote al ser uno de los pocos cultivos que fue capaz de seguir suministrando alimento a la población local. Así, el camote está perfectamente adaptado para probar los sistemas agrícolas frente al clima a través de la resistencia a condiciones climáticas extremas. En las zonas tropicales y subtropicales de las tierras bajas, el camote es un cultivo robusto que crece en condiciones marginales, suelos pobres, disponibilidad limitada de agua y no requiere insumos agrícolas.

Evidentemente, el camote es un cultivo resiliente y nutritivo que puede convertirse en la solución a las tensiones directas e indirectas impulsadas por los eventos climáticos extremos y el cambio climático. Los camotes de doble propósito (follaje y tubérculos) tienen un papel potencial en el desarrollo de tecnologías de producción cuyo objeto es integrar cultivos y productos pecuarios en un sistema integral de producción. Es un cultivo importante para desarrollar suministros de micronutrientes a los que pueden acceder las poblaciones vulnerables. Tal es el caso del camote de pulpa anaranjada enriquecido con vitamina A en África, y para alivio de desastres y recuperación de áreas afectadas por fenómenos naturales, tal como quedó demostrado en Haití. El fortalecimiento de la resiliencia del camote y de su adaptación al cambio climático asegurará que los beneficios que posee este cultivo no se vean afectados.

¹ Srinivas, T. 2009. Economics of sweetpotato production and marketing. In Loebenstein, G., Thottappilly, G. (Eds.) *The Sweetpotato*. Springer, pp. 235-267.

Desafíos del cambio climático para los sistemas agroalimentarios de papa y camote

La evidencia actual indica que la agricultura en todo el mundo ya está siendo severamente afectada por el cambio climático. El aumento de las temperaturas globales, los cambios en los patrones de lluvias y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos están teniendo efectos desastrosos para el medio ambiente y los sistemas de producción de alimentos.

Un efecto crítico del cambio climático sobre la agricultura es el impacto que la variabilidad estacional y anual de las precipitaciones está teniendo sobre la disponibilidad de agua cuando se le requiere. Sin la introducción de nuevas tecnologías en los sistemas agrícolas, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) indica que la variabilidad de las lluvias y las sequías más frecuentes podrían reducir hasta en un 50% los rendimientos de los cultivos en algunas áreas para el 2020. Un metaanálisis reciente del rendimiento de los cultivos bajo el cambio climático y su adaptación muestra la asociación de pérdidas de productividad incluso con cambios moderados en el clima².

Se estima que el impacto proyectado sobre la disminución global del rendimiento de papa asociada al calentamiento global para el periodo (2040-2059) será de 18 a 32 por ciento (sin tecnologías de adaptación)³. Recientemente, nueve grupos de modelamiento de papa llevaron a cabo una evaluación multimodelo usando modelos calibrados con conjuntos de datos de referencia en países desarrollados y en desarrollo en los se incluyeron cambios en CO₂, temperatura y precipitaciones. La media de los valores del conjunto del modelo mostró que el rendimiento de papa aumentaba en promedio en 6% por 100 ppm de CO₂, disminuía 4.6% por °C y descendía 2% por cada 10% de disminución de lluvias (en sitios sin irrigación)⁴. El efecto positivo de fertilización con CO₂ fue compensado por los aumentos en temperatura. Los cambios en los regímenes de agua afectaron las zonas de secano.

Los agricultores de las tierras altas de los Andes buscan desde hace años reducir la presión de plagas y enfermedades como el tizón tardío, determinadas por las temperaturas, las lluvias y la humedad, para lo cual trasladan sus cultivos de papa a más altura. Los agricultores de altitudes más bajas están viendo un dramático incremento en el uso de pesticidas. Esta situación es particularmente crítica para las variedades autóctonas de papa. El clima frío en las altiplanicies andinas ha protegido sus cultivos por miles de años. Cuando la temperatura aumenta y se intensifica la presencia de insectos y enfermedades, se pone en riesgo la rica biodiversidad del cultivo que aún se conserva en los campos de agricultores.

Los efectos del cambio climático sobre el camote no han sido determinados de manera concluyente como con la papa. Sin embargo, los eventos climáticos extremos, como la sequía y las megainundaciones aumentarán en algunas partes del mundo, como África y Asia, donde este cultivo es un componente esencial del sistema agroalimentario. Es de esperar que sus rendimientos disminuyan si no se desarrollan tecnologías de adaptación para cultivares tolerantes a sequías, salinidad y calor.

El cambio climático está exacerbando las perspectivas de crecimiento de la productividad en el futuro en el mundo en desarrollo. También está acrecentando la inseguridad alimentaria y la migración y suscitando preocupaciones humanitarias y políticas a nivel internacional. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) predice muchos desafíos para la agricultura mundial relacionados con el cambio climático en las próximas décadas. La creciente población mundial requerirá 70 por ciento más de alimentos para alimentar a 2.300 mil millones de personas más para el 2050. Las organizaciones tendrán que hacer frente a una mayor demanda de alimentos mientras que

² Challinor, A.J.; Watson, J.; Lobell, D.B.; Howden, S.M.; Smith, D.R.; Chhetri, N. 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change* 4:287-291. <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2153>.

³ Hijmans, R.J. 2003. The effect of climate change on global potato production. *American Journal of Potato Research*. ISSN 1099-209X. 80(4):271-279. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02855363>.

⁴ Fleisher, D.H., Condori, B., Quiroz, R. et al., 2016. A potato model intercomparison across varying climates and productivity levels. *Global Change Biology* (2016), doi: 10.1111/gcb.13411

simultáneamente deberán seguir combatiendo el hambre y la pobreza. El uso eficiente de los escasos recursos naturales y la adaptación al cambio climático son los principales desafíos que la agricultura mundial enfrentará en las décadas venideras. Satisfacer esos desafíos requiere un sistema agroalimentario climáticamente inteligente que mejore la productividad agrícola con una mayor resiliencia frente al aumento de temperaturas y los climas extremos.

La forma en que la investigación y el desarrollo impulsen la adaptación, resiliencia y sostenibilidad de los sistemas alimentarios es esencial en los escenarios actuales de cambio climático. Como por sí sola la agricultura genera entre el 12 y 14% del total de emisiones de gases de efecto invernadero y un alto porcentaje de los gases de efecto invernadero más activos, especialmente metano (47 % del total de CH₄) y óxido nitroso (58% del total de N₂O), dicha investigación también debe buscar la reducción del impacto de la agricultura sobre el cambio climático. La investigación agrícola sobre el cambio climático debe incluir la identificación de estrategias de mitigación que reduzcan las emisiones de los gases invernadero, una mejor integración entre la producción de cultivos y la cría de ganado y que conduzca a medidas políticas sobre cambio de uso de la tierra. En este sentido, es importante producir evidencia basada en la ciencia para ayudar a los tomadores de decisión y a las partes involucradas a evaluar las oportunidades, equilibrar los aspectos positivos y negativos e identificar los puntos de acceso para intervenciones inteligentes y focalizadas, y una mayor eficiencia en las inversiones que hagan de la papa y el camote cultivos más climáticamente inteligentes.

La respuesta del CIP a los desafíos del cambio climático

La papa y el camote, al igual que todos los cultivos, son sensibles a las variaciones de temperatura, disponibilidad de agua y humedad relativa. Durante más de 45 años el CIP ha trabajado activamente para mantener y mejorar la calidad y resistencia de estos cultivos en condiciones climáticas cambiantes. La probable reducción de la producción de papa y camote bajo el cambio climático afectará principalmente a la población pobre. Si no se implementan a tiempo medidas para enfrentarlo, como la adopción de variedades tolerantes y estrategias de manejo, la seguridad alimentaria, la desnutrición, la salud humana, la inestabilidad política y el crecimiento de la pobreza aumentarán en los países en desarrollo.

La interacción entre los múltiples factores involucrados en el cambio climático y sus efectos en los cultivos aumentan su complejidad. Se requiere más investigación sobre el mejoramiento de la resistencia, el modelamiento del crecimiento de los cultivos y los escenarios de cambio climático relacionados con la producción de raíces y tubérculos. En la investigación futura se tienen que usar nuevas tecnologías, como la teledetección, la fenotipificación asistida del germoplasma, la ideotipificación de variedades adaptadas a nuevos ambientes, el modelamiento de plagas y de las dinámicas de los vectores al ser afectados por los escenarios de cambio climático, el secuestro de carbono y las emisiones relacionadas con los cambios en el uso del suelo impulsadas por el cambio climático, y las evaluaciones de los mercados y de la cadena de valor para su respuesta ante la variación climática.

El enfoque del CIP, de innovación impulsada por la ciencia para enfrentar los desafíos del cambio climático, se enfoca en la evaluación de las prácticas agrícolas resilientes al clima favorables a los pobres de los sistemas alimentarios de papa y camote. Los científicos del CIP, altamente calificados y orientados en su misión, están desarrollando activamente tecnologías que mejoran la producción y aumentan la resistencia al cambio climático. Nos esforzamos por ser sensibles a las emisiones y desarrollar sistemas de apoyo a la toma de decisiones diseñados para satisfacer las necesidades de las diferentes partes interesadas.

En el CIP, junto con nuestros colaboradores, mejoramos variedades tolerantes al estrés por calor, plagas y enfermedades. Están en pleno desarrollo y experimentación estrategias integradas de manejo de plagas (MIP). En esta investigación, el CIP se apoya en sus grandes colecciones de germoplasma para desarrollar nuevas variedades tolerantes que superen a las existentes cuando sean expuestas al calor o déficit hídrico. Nuestro proceso de innovación en marcha requiere nuevas ideas y enfoques para aumentar su precisión y

acelerar el desarrollo, las pruebas y la entrega de variedades y prácticas que contribuyan a brindar estrategias de respuesta.

También se están probando estrategias para mejorar el uso eficiente del agua en los cultivos de papa y camote. Por ejemplo, la inclusión de la intensificación del cultivo de papa en los sistemas de cereales de las zonas áridas de Asia hará que estos sistemas sean más diversos y por lo tanto, más resistentes a potenciales eventos climáticos extremos. Además, están en pleno desarrollo nuevas técnicas basadas en la teledetección aérea para monitorear las condiciones de los cultivos y ayudar en la fenotipificación y construcción de sistemas de apoyo a la toma de decisiones para diferentes actores, incluyendo los pequeños agricultores.

Uno de los principales desafíos que presentan los eventos climáticos extremos es la posible reducción de la disponibilidad de materiales de siembra, lo que afectará la continuación de las actividades agrícolas. Por lo tanto, se requiere mejorar el sistema de semillas para distribuir de forma rápida a los agricultores, variedades de papa y camote resistentes al clima.

La cercana interacción con los formuladores de política que se benefician del uso de la evidencia científica sobre las reservas de carbono del suelo bajo diferentes sistemas de uso de la tierra para tomar decisiones políticas informadas, ayudará a que el CIP contribuya a la reducción de emisiones de la agricultura.

El CIP promoverá activamente las asociaciones y los procesos de innovación con la comunidad de desarrollo, científicos del mundo desarrollado y en desarrollo, ONG, procesadores de alimentos que usan la papa y/o el camote como materia prima, inversionistas y la sociedad civil. El CIP colaborará con los gobiernos y los agricultores para apoyar enfoques integrados y superar los obstáculos para la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles y climáticamente inteligentes. Probar la aceptabilidad, adopción e impacto de las tecnologías y tomar en cuenta los diferentes enfoques que los géneros aportan a la agricultura está implícito en la investigación del CIP, su ciencia, entrega e innovación. La investigación del CIP tiene como objetivo proporcionar una guía sólida sobre los sistemas alimentarios resilientes al clima en los países en desarrollo.

Aspectos destacados de la investigación del CIP en respuesta a los desafíos del cambio climático

Temas de investigación sobre resistencia al clima	Contribuciones a la comprensión de las interacciones clima-agricultura y opciones para hacer frente y adaptarse a los desafíos
Mejoramiento de la resiliencia climática	<p>La papa es un cultivo con características de resistencia climática, tales como su ciclo de producción relativamente más corto, alto potencial de productividad, demanda hídrica relativamente baja, gran diversidad genética y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales. Generalmente se la cultiva y cosecha en los meses de mayor necesidad de alimentos.</p> <p>Existe la urgente necesidad de desarrollar cultivares capaces de producir rendimientos confiables y mantener su calidad con menos agua y a temperaturas más altas, como las que ya se están experimentando con el cambio climático.</p> <p>Las investigaciones del CIP para el desarrollo de nuevas variedades usan la diversidad genética de la papa y del camote para combinar y</p>

	<p>aumentar las características que se requieren para lograr rendimientos altos y estables en estos cultivos nutritivos con limitados insumos externos. Los programas de mejoramiento y de evaluación del germoplasma del CIP están incorporando herramientas de teledetección a la selección de progenitores y variedades promisorias que sufren menos con el calor y la sequía. Las usamos para observaciones precisas del crecimiento y desarrollo en el subsuelo (raíces) en los análisis genéticos y genómicos para desentrañar las respuestas interrelacionadas de la papa y el camote a estos estreses abióticos clave. En el caso de la papa, hemos sugerido dos formas de seleccionar la diversidad genética usando análisis de isótopos estables: una pantalla para una gran eficiencia en el uso del agua y un alto rendimiento, y una pantalla para una baja respuesta negativa al déficit hídrico en el suelo. Se necesitan herramientas rápidas y de bajo costo que pueden ayudar a los mejoradores a medir los rasgos complejos de las plantas y los parámetros cuantitativos individuales que forman las bases necesarias para acelerar las ganancias genéticas. La precisión en la fenotipificación, combinada con la genotipificación, sigue estando integrada al modelamiento del cultivo de las poblaciones objetivo en los ambientes para predecir el desempeño entre lugares y bajo escenarios de cambio climático.</p> <p>La ideotipificación del cultivo basándose en modelos de crecimiento de cultivos, la teledetección y los escenarios climáticos simulados son otras vías para mejorar la adaptación de las raíces y tubérculos al cambio climático.</p>
<p>Mejorar el conocimiento de la dimensión social del cambio climático para intervenciones más eficaces</p>	<p>Uno de los principales desafíos de la investigación climática es evaluar los impactos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria global, los ingresos agrícolas y el uso de los recursos, especialmente teniendo en cuenta la incertidumbre del entorno socioeconómico (PIB, crecimiento demográfico, cambio de las relaciones de género, preferencia de los consumidores). Para abordar estos desafíos, el CIP está llevando a cabo investigaciones en varias áreas. El CIP está utilizando y contribuyendo al mejoramiento del conjunto de herramientas globales de modelamiento de previsión bioeconómica basadas en el modelo de equilibrio económico multimercado IMPACT (siglas en inglés de Modelo Internacional para el Análisis de Política de Productos Agrícolas y Comercio), desarrollado por el Instituto Internacional de Investigación de Políticas Alimentarias (IFPRI), y en el modelo de crecimiento de cultivos llamado Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones para la Transferencia Agrotecnológica (DSSAT por sus siglas en inglés). Este marco permite la evaluación <i>ex-ante</i> del impacto de las tecnologías promisorias de adaptación al clima que pueden mitigar el estrés abiótico en la producción agrícola. Actualmente se está elaborando una extensión de este marco para integrar también el impacto de las plagas y enfermedades. En los Andes se validó un marco de análisis de vulnerabilidad para proporcionar una visión general de la vulnerabilidad alimentaria en una región específica, con la capacidad de clasificar y aislar aquellas variables que exacerban o impulsan la vulnerabilidad, incluyendo el cambio climático. El enfoque permite a los usuarios revisar simultáneamente múltiples</p>

	<p>factores de vulnerabilidad, con niveles altos y bajos de agrupación, y proporciona una comprensión más completa de los mecanismos que rigen la vulnerabilidad. Este marco debe contribuir a ayudar a los directores de programas y proyectos del CIP a encontrar correlaciones entre las variables socioeconómicas y biofísicas e identificar tendencias que pueden no ser fácilmente evidentes mediante los enfoques tradicionales.</p> <p>Otra área de enfoque de las ciencias sociales se refiere a las formas diferentes en que el cambio climático afecta a mujeres y hombres, lo que lleva a diferentes roles y beneficios de adaptación. La investigación evalúa cómo responden mujeres y hombres a los cambios inducidos por el clima en sus sistemas agrícolas y cómo pueden contribuir mejor a salvaguardar la seguridad alimentaria y sus medios de subsistencia. Los altos niveles de migración masculina de los agricultores afectan en todo el mundo los roles de género en los sistemas agrícolas de papa. A través de la reducción de la disponibilidad de mano de obra se puede limitar la experimentación e implementación de muchas prácticas agrícolas climáticamente resilientes. El sesgo masculino en las redes de difusión de tecnologías puede conllevar a que las agricultoras tengan un acceso limitado a tecnologías climáticamente inteligentes, como las variedades tolerantes al estrés. La ausencia de los varones también interrumpe el sistema tradicional de pronóstico climático, que es importante para tomar decisiones agrícolas. La investigación social y de salud del CIP en Asia analiza la contribución de los cultivos de raíces a la seguridad alimentaria y nutricional en un contexto del cambio climático y de otros impulsores de cambio, y las dimensiones de vulnerabilidad de género y aumento de la resiliencia climática. Al igual que en otros países de África y Asia, en Bangladesh, las mujeres son el principal objetivo de la introducción del camote anaranjado y de variedades climáticamente inteligentes de este cultivo, debido a su rol en la seguridad alimentaria a través de sus huertos caseros en ambientes amenazados por el cambio climático.</p> <p>La intersección entre penetración del mercado y cambio climático puede tener graves efectos ambientales y sociales. En las altiplanicies de los Andes peruanos, el pastoreo del ganado pertenece al dominio de las mujeres y es un componente importante de sus medios de subsistencia y autonomía económica. Por lo tanto, las respuestas al cambio climático en la agricultura deben ser sensibles al género y vinculadas a las prácticas culturales de las personas y sistemas agrícolas de los pueblos indígenas. Esto incluye la prevención de pérdidas poscosecha a fin de aumentar la productividad total de los sistemas alimentarios y mejorar la eficiencia de las cadenas de valor incluso bajo eventos climáticos extremos.</p>
<p>Modelamiento climático y teledetección para mejorar la toma de decisión sobre agricultura resistente al clima</p>	<p>Los países en desarrollo carecen de datos climáticos históricos para calibrar los modelos de cambio climático; esto es crítico para determinar el impacto del cambio climático. El CIP ha desarrollado una serie de herramientas</p>

	<p>innovadoras para usar los datos gruesos del satélite y generar series climáticas confiables de largo plazo. Estas herramientas incluyen algoritmos avanzados de reducción de escala para generar datos de lluvias y de temperatura con gran resolución temporal y espacial, necesarios para modelar el impacto del cambio climático en la agricultura. Estos datos se utilizan para el modelamiento de cultivos, pronósticos de rendimientos, fenotipificación y sistemas de apoyo a la toma de decisión. Por ejemplo, la estimación de rendimientos a escala regional mejoró mucho cuando se usaron esas herramientas y métodos. Dichas estimaciones son útiles para la formulación de políticas, el establecimiento de prioridades y para guiar el desarrollo y despliegue de estrategias de mitigación, incluyendo variedades resistentes al estrés y otros componentes de prácticas sostenibles del manejo de cultivos y de los recursos naturales. La fenotipificación en campo es exigida por los mejoradores para acelerar el ritmo de selección de variedades resistentes al clima para diferentes condiciones ambientales. El CIP ha desarrollado una serie de sensores, protocolos y software para la detección proximal (basada en tierra) y remota, basada en vehículos aéreos no tripulados. Las imágenes tomadas a intervalos regulares en estaciones experimentales y campos de agricultores se usan para manejo de precisión y como insumo para pronosticar los rendimientos en modelos de cultivos basados en procesos.</p>
<p>Herramientas de modelamiento de cultivos / plagas y enfermedades</p>	<p>Se requieren modelos basados en los procesos que subyacen en las interacciones suelo-agua-planta-atmósfera así como en la dinámica de las principales plagas para dilucidar el impacto directo e indirecto del cambio climático en la agricultura. El CIP comparte la dirección de un esfuerzo global con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos para mejorar la capacidad de los modelos de simulación para evaluar el impacto del cambio climático. También somos líderes en el desarrollo y uso de técnicas de modelación del camote para evaluar el impacto probable del cambio climático en este cultivo. El CIP es reconocido por su experiencia en el Modelamiento del Ciclo de Vida de Insectos (ILCYM por sus siglas en inglés) que facilita el desarrollo de modelos de fenología de los insectos plaga y proporciona herramientas analíticas para estudiar la ecología y los cambios de la población de plagas debido al aumento de temperaturas. Un modelo del manejo y ecología del tizón tardío de la papa para evaluar los escenarios de manejo de la enfermedad es parte del conjunto de modelos matemáticos desarrollados en el CIP. Se está desarrollando un sistema experto para convertir los resultados de los modelamientos de plagas en aportes válidos para los modelos de crecimiento de cultivos de papa y el camote y para evaluar el impacto indirecto de eventos meteorológicos extremos en los rendimientos. Este es un esfuerzo pionero para abordar esta brecha en la investigación del cambio climático en la agricultura.</p>

<p>Soluciones transformadoras para aumentar la resistencia de la papa y el camote al cambio climático</p>	<p>Se requieren soluciones transformadoras para generar sistemas alimentarios resilientes de papa y camote. Dos objetivos principales en el caso de la papa son: lograr una resistencia duradera al tizón tardío y aumentar la resistencia a la sequía y al calor, lo que daría lugar a materiales más climáticamente inteligentes en el futuro. También es importante la combinación de diferentes enfoques desde los ángulos biofísicos y socioeconómicos para garantizar que los sistemas sean más resistentes al cambio climático.</p> <p>Para enfrentar las crecientes presiones y las nuevas cepas de plagas y patógenos, el CIP ha redoblado sus esfuerzos, históricamente grandes, en cuanto al mejoramiento de la resistencia a los estreses bióticos. Hemos usado la ciencia biotecnológica para introducir tres genes de resistencia mediada al tizón tardío dentro de prácticamente cualquier variedad, lo que permite un desarrollo más rápido de cultivares con muchos de los rasgos requeridos para combatir los múltiples y cada vez mayores problemas de estrés. Al mismo tiempo, la genómica nos ha brindado medios eficaces para la selección asistida por marcadores, lo que permite incorporar nuevos y altos niveles de resistencia al virus del enrollamiento de la papa en poblaciones que también son resistentes al virus Y de la papa y a temperaturas cálidas bajo las que proliferan los vectores de dichas enfermedades.</p>
---	--