

Métodos propuestos para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana

Documento de Trabajo No. 196

Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS)

Laura Cramer
Sophia Huyer
Angela Lavado
Ana María Loboguerrero
Deissy Martínez-Barón
Mary Nyasimi
Timothy Thomas
Philip Thornton
Jacob van Etten
Mark van Wijk



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CGIAR EN

**Cambio Climático,
Agricultura y
Seguridad Alimentaria**



CCAFS

Documento de Trabajo

Métodos propuestos para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana

Documento de trabajo No. 196

Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático,
Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS)

Autores:

Laura Cramer

Sophia Huyer

Angela Lavado

Ana María Loboguerrero

Deissy Martínez-Barón

Mary Nyasimi

Timothy Thomas

Philip Thornton

Jacob van Etten

Mark van Wijk

Citación correcta:

Cramer L, Huyer S, Lavado A, Loboguerrero AM, Martínez Barón D, Nyasimi M, Thomas T, Thornton PK, van Etten J, van Wijk M. 2017. Métodos propuestos para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana. CCAFS Working Paper no. 196. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

La serie 'Documentos de trabajo CCAFS' tienen el propósito de difundir investigación en curso y prácticas en cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria, así como estimular la retroalimentación de la comunidad científica.

El Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), liderado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), reúne algunos de los mejores investigadores del mundo en la ciencia agrícola, investigación para el desarrollo, las ciencias del clima y de la tierra, para identificar y abordar las interacciones más importantes, las sinergias y disyuntivas entre el cambio climático, la agricultura y la seguridad alimentaria. www.ccafs.cgiar.org.

CGIAR es una alianza mundial de investigación para un futuro sin hambre. Su labor científica es llevada a cabo por 15 centros CGIAR en cercana colaboración con cientos de organizaciones socias. www.cgiar.org.

Reconocimiento y Exención de Responsabilidad:

Este trabajo ha sido desarrollado como parte del Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), el cual es llevado a cabo con apoyo de los donantes del Fondo CGIAR y a través de acuerdos bilaterales de financiación. Para detalles por favor visite <https://ccaft.cgiar.org/es/donantes>. Las opiniones expresadas en este documento no pueden ser tomadas como opiniones oficiales de estas organizaciones.

Contacto:

CCAFS Coordinating Unit - Faculty of Science, Department of Plant and Environmental Sciences, University of Copenhagen, Rolighedsvvej 21, DK-1958 Frederiksberg C, Denmark. Tel: +45 35331046; Email: ccaft@cgiar.org

Licencia de Creative Commons



Este documento de trabajo es autorizado por la licencia Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported

Los artículos que aparecen en esta publicación pueden citarse y reproducirse siempre que se reconozca la fuente. Ningún uso de esta publicación puede ser para reventa u otros fines comerciales.

© 2017 Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS)
Documento de trabajo CCAFS no. 196

Fotos: Neil Palmer (CIAT), José Luis Urrea (CCAFS)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

Este documento de trabajo ha sido preparado como un producto para el tema / proyecto: **Working towards a climate smart agricultural sector in Latin America** apoyado por el programa CCAFS y no ha sido revisado por pares. Cualquier opinión expresada en este documento es la del (los) autor(es) y no refleja necesariamente las políticas u opiniones de CCAFS, los organismos donantes o socios.

Todas las imágenes son propiedad exclusiva de su autor y no pueden ser utilizadas para cualquier propósito sin el permiso por escrito del mismo

TABLA DE CONTENIDO

Resumen ejecutivo	4
Introducción	6
Seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe	7
Descripción general del cambio climático en América Latina y el Caribe	8
Vínculos entre la seguridad alimentaria y nutricional, la pobreza y el cambio climático ..	10
Aprovechar el conocimiento para informar y mejorar las políticas	13
Metodologías propuestas.....	17
Metodología 1: Escenarios de Alimentos y Nutrición.....	17
Metodología 2: Modelación de sistemas alimentarios regionales/nacionales	21
Metodología 3: Caja de herramientas de género	29
Metodología 4: Encuestas y bases de datos como herramientas para conocer y monitorear el estado del sector agropecuario	34
Metodología 5: Territorios Sostenibles Adaptados al Clima (TeSAC)	41
Conclusiones y recomendaciones	47
Referencias.....	48

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Impactos del cambio climático sobre el sistema alimentario y nutricional	12
Figura 2. Definición de los escenarios de América Central a 2050 para cada factor de cambio. Fuente: Tomado de Palazzo et al. 2014.	20
Figura 3. Calorías diarias disponibles per cápita y demanda de alimentos por producto indexado a la demanda per cápita de 2010. Fuente: Tomado de Palazzo et al. 2014.	21
Figura 4. Porcentaje de Cambio de Rendimiento entre 2010 y 2050 bajo escenario de cambio climático para cultivos de América Latina y el Caribe. Resultados del modelo IMPACT.	26
Figura 5. Tasa de cambio de población en riesgo de hambre bajo escenarios de cambio climático (2010-2050).Resultados modelo IMPACT	27
Figura 6. Componentes de un TeSAC	43
Figura 7. Opciones de ASAC que se pueden implementar en los TeSAC	44
Figura 8. Frentes de acción en el TeSAC de Los Cerrillos en Cauca, Colombia	45
Figura 9. Proceso de priorización de opciones de ASAC en el TeSAC	46

Resumen ejecutivo

En las últimas décadas la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe se ha fortalecido, pasando de un 14.7% de población afectada por el hambre en 1990 a un 5.5% en 2014 (FAOSTAT, 2016), cumpliendo con la meta del hambre de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sin embargo, el cambio climático, los eventos extremos y la variabilidad climática ponen en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional, afectando las actividades del sistema alimentario a lo largo de la cadena de producción, procesamiento y envasado, e incluso desde la distribución y venta al por menor, hasta el consumidor. Es así como se ven afectadas todas las dimensiones de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. Los cambios causados por el cambio climático dentro del sistema alimentario también afectarán la seguridad nutricional, debido a la reducción de la ingesta alimentaria, desnutrición y desencadenamiento de enfermedades. A su vez, las actividades del sistema alimentario, también afectan el cambio climático a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, e incluso podrían contribuir a mitigar el cambio climático a través de cambios en las prácticas agropecuarias, y la reducción de emisiones procedentes del transporte de alimentos, entre otras. El reto a futuro de la seguridad alimentaria y nutricional es enfrentar estos efectos desde todos los componentes del sistema alimentario y las interrelaciones existentes que se generan con el cambio climático.

El conocer las múltiples interacciones entre el cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional, permitirá a la región la planificación eficiente de programas y políticas públicas enfocadas a continuar con el cumplimiento de las metas Sostenible. Si bien actualmente no existen marcos de análisis exhaustivos para evaluar el impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria y la nutrición, este documento propone un marco en revisión y ofrece una serie de metodologías y herramientas recomendadas para medir la forma en que se afectan mutuamente el cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional. Dichas metodologías se mencionan a continuación:

1. **Escenarios de alimentos y nutrición:** Ésta herramienta combina escenarios socioeconómicos y climáticos para la planificación estratégica de política y de decisiones de inversión. La metodología ha sido implementada a nivel global, regional, nacional y sub-nacional, en varias regiones alrededor del mundo incluyendo América Central y América del Sur (países Andinos). Los principales pasos del proceso son el desarrollo de escenarios exploratorios guiados por los actores clave, la cuantificación de dichos escenarios exploratorios a través de múltiples modelos y el uso retrospectivo de éstos para evaluar senderos de decisiones con diferentes grupos de usuarios. De esta manera se brinda una perspectiva general de diversos escenarios posibles, para poder afinar la formulación de políticas y estrategias y la implementación de acciones puntuales en ámbitos relacionados con la seguridad alimentaria y nutricional de la población rural.
2. **Modelación de sistemas alimentarios regionales/nacionales:** Dentro de los modelos existentes se propone el Modelo Internacional para el Análisis de Políticas sobre Productos y Comercio Agropecuario (IMPACT, por sus siglas en inglés) desarrollado por el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por sus siglas en inglés) en 1990. Éste es un modelo modular que integra modelos climáticos, hidrológicos, de simulación de cultivos, de cadenas de valor, de uso del suelo, de nutrición, salud y análisis de bienestar, para apoyar análisis integrales enfocados a la identificación de retos y oportunidades para la seguridad alimentaria, la

agricultura y los recursos naturales tanto a escala mundial como regional. IMPACT posee un módulo “post-solución” el cual brinda recomendaciones respecto a los escenarios proyectados, generando un análisis robusto de interés para los responsables de política. De esta manera IMPACT determina cambios globales y regionales en la productividad agropecuaria, dinámicas económicas del sector e indicadores de seguridad alimentaria en condiciones de cambio climático.

3. **Caja de herramientas de género e inclusión social:** En casi todas las sociedades, las mujeres desempeñan un papel fundamental en el logro de la seguridad alimentaria y nutricional del hogar. Es por esto que entender las diferencias de género es esencial para reducir los factores que generan inseguridad alimentaria. Ésta herramienta es útil para documentar la vulnerabilidad diferencial de hombres y mujeres al cambio climático en el sector agropecuario e identificar intervenciones sensibles al género. Está diseñada para evaluar las diferencias de género, establecer un análisis de línea base y definir las formas de integrar el género en todo el diseño de las intervenciones o programas, desde su ejecución y seguimiento, hasta la evaluación final.
4. **Encuestas y bases de datos como herramientas para conocer y monitorear el estado del sector agropecuario:** Para este caso se proponen dos herramientas, la primera es la Encuesta de Indicadores Múltiples de Hogares Rurales (RHoMIS, por sus siglas en inglés), la cual caracteriza de manera rápida un conjunto de indicadores estandarizados abarcando de manera integral todo el sistema alimentario (productividad, seguridad alimentaria, nutrición, comercio, etc.). Por su parte, la segunda herramienta propuesta es la Plataforma de Modelación de Sistemas Mixtos de Cultivos y Animales (IMPACTlite, por sus siglas en inglés) que permite la captura de información sobre diferentes actividades agropecuarias y caracteriza los principales sistemas de producción agropecuaria, contribuyendo al monitoreo de programas o intervenciones en temas de seguridad alimentaria y nutricional.
5. **Territorios Sostenibles Adaptados al Clima (TeSAC):** Los TeSAC tienen como propósito contribuir a cerrar los vacíos de evidencia a través de la investigación participativa con plataformas multi-actores, teniendo como eje fundamental los pequeños agricultores, y sus retos tanto en términos de la relación clima-agricultura como aquellos asociados al desarrollo rural. Los TeSAC constituyen el espacio ideal para reflexionar y actuar sobre las dinámicas que afectan la seguridad alimentaria y nutricional en un contexto de cambio y variabilidad climática.

En este sentido, las anteriores metodologías dan a conocer a los actores involucrados en la formulación de política pública sobre seguridad alimentaria y nutricional, cuáles son los principales factores que intervienen en las dinámicas del sistema alimentario (cambio climático) y cómo interactúan para poder garantizar el acceso, disponibilidad y calidad de alimentos a la población. Más y mejores políticas públicas formuladas con base en información científica confiable para hacer frente a los impactos del cambio climático son necesarias para no comprometer los logros en seguridad alimentaria y nutricional alcanzados hasta la fecha.

Introducción

Se prevé que en las próximas décadas el cambio climático tendrá efectos profundos en el sistema alimentario mundial. Un reciente meta-análisis de los impactos futuros del cambio climático indica que el 70% de los estudios proyectan un descenso del rendimiento de los cultivos para la década de 2030, con pérdidas en el rendimiento entre 10 y 50% en la mitad de los estudios (Challinor et al. 2014). Las opciones de adaptación incrementales tales como cambios en las variedades de cultivos y en los regímenes de manejo del cultivo, pueden reducir, pero no eliminar las pérdidas. Las condiciones climáticas extremas, que pueden superar los umbrales críticos para la producción agropecuaria, requerirán mecanismos cada vez más eficaces para mitigar el riesgo (IPCC 2012; Cai et al 2014, Thornton et al 2014). En el futuro, tanto las opciones incrementales como transformacionales de adaptación deberán ser implementadas. Los cambios transformacionales podrían incluir modificaciones en ciertos sistemas de cultivo y ganaderos, retirarse de la agricultura, o cambios en la dieta (Vermeulen et al 2013; Rippke et al 2016). Del mismo modo, las acciones incrementales, tales como la intensificación sostenible para lograr menores emisiones por unidad de producto, serán necesarias pero no suficientes para alcanzar los objetivos de mitigación sugeridos para la agricultura de los países en desarrollo (Scholes et al 2014; Wollenberg et al 2015). Los sistemas alimentarios tendrán que ser transformados, para mejorar el manejo de desperdicios y cambiar los patrones de dieta (Smith et al., 2013).

El reto a futuro de la seguridad alimentaria y nutricional está enmarcado en un cambio en la pequeña agricultura y los sistemas alimentarios. En algunos lugares, la rápida urbanización puede reducir la importancia que los ingresos provenientes de la agricultura a pequeña escala tienen sobre el alcance de la seguridad alimentaria. Sin embargo, es probable que el desarrollo rural sea geográficamente desigual (World Bank, 2009), y la agricultura en el año 2030 se caracterice por un mayor grado de desigualdad en los ingresos, tamaños y tecnologías agropecuarias y los vínculos con el mercado. Dado lo anterior, diferentes vías de desarrollo tendrán que ser consideradas, algunas de las cuales necesariamente irán más allá de los pequeños productores. Opciones relevantes pueden encontrarse en el ámbito de las características de sistemas alimentarios incluyendo gobernanza, dietas y nutrición; opciones e innovación financiera en apoyo de la adaptación transformativa, gestión de la cadena de suministro y el desperdicio de alimentos, redes de seguridad alimentaria, y el cierre de las brechas de género con respeto a la propiedad de activos y la toma de decisiones.

El propósito de este informe es examinar la interrelación entre el cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y ofrecer una serie de metodologías para medir la forma en que se afectan mutuamente. En la primera parte del informe se presenta una breve visión general de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina en relación con los impactos actuales y futuros probables del cambio climático. La segunda parte contiene los métodos y herramientas recomendadas por el Programa de Investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) para medir los impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria y la nutrición.

Seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe

En las últimas décadas la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe se ha fortalecido, pasando de un 14.7% de población afectada por el hambre en 1990 a un 5.5% en 2014 (FAOSTAT, 2016), cumpliendo con la meta del hambre de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Adicionalmente, dentro de las metas alcanzadas en los últimos años, se encuentra la disminución de la pobreza desde el año 2002, pasando de un 44% a un 28%. A pesar de los logros obtenidos, actualmente 34 millones de personas en Latinoamérica y el Caribe son afectadas por el hambre, por lo cual es necesario continuar con el proceso de erradicación de ésta problemática (FAO, 2015).

Los componentes de la seguridad alimentaria y nutricional se dividen en disponibilidad, acceso, y utilización de alimentos, y estabilidad de la oferta. En términos de disponibilidad, la región se caracteriza por tener una disponibilidad calórica de 3000 calorías al día por persona, la cual ha aumentado en un 13% en las últimas dos décadas. Igualmente, la región posee alimentos suficientes para abastecer a su población e incluso para proveer alimentos a nivel mundial. El sector agropecuario contribuye con el 5% del PIB, el 23% de las exportaciones y el 16% de la oferta laboral de la región (CEPAL et al, 2016). Latinoamérica y el Caribe poseen una agricultura muy heterogénea, donde el 80% de la superficie agrícola corresponde a agricultura de pequeña escala, la cual genera el 67% de la producción total y el 77% de empleo en el sector. La agricultura familiar es considerada como uno de los pilares de la seguridad alimentaria y nutricional, la reducción de la pobreza y la sostenibilidad del medio ambiente (FAO, 2015). Así mismo, ésta región aporta grandes contribuciones al volumen mundial de producción de café (58%), soja (52%), azúcar (29%), carne bovina (26%), carne de aves (22%) y maíz (13%) (FAO, 2015). A pesar de la alta disponibilidad de alimentos en la región, existen diferencias en la concentración de alimentos entre los países, por ejemplo Argentina y Brasil concentran el 80% de la producción de cereales, seguidos por México, mientras la producción de azúcar es liderada por Brasil y la producción de carnes y lácteos por Argentina y Brasil (FAO, 2011). A pesar de la alta disponibilidad de alimentos en la región, la agricultura posee bajos rendimientos en comparación con otras regiones. Lo anterior indica que América Latina y el Caribe deberá alcanzar mayores niveles de rendimiento en materia agropecuaria y esto dependerá en gran parte de la inversión que los países realicen en materia de tecnología, infraestructura y activos (FAO, 2015).

En términos de acceso a los alimentos, la economía de la región ha presentado un crecimiento en los últimos años por encima del promedio mundial, debido al aumento de oportunidades laborales principalmente en el sector servicios. Lo anterior ha contribuido con el mejoramiento de los ingresos de la población y la reducción del hambre. Sin embargo, la población en estado de indigencia en los últimos dos años pasó de 66 a 71 millones (FAO, 2015). A pesar del crecimiento económico registrado en la región, es importante recalcar que la distribución de los ingresos en Latinoamérica y el Caribe es considerablemente desigual. De igual manera, la región presenta las cifras más altas de desigualdad en acceso a alimentos (León et al, 2004) y cerca del 12% de la población no posee los ingresos necesarios para cubrir sus requerimientos nutricionales mínimos (Martínez y Palma, 2014). Sumado a esto, el acceso económico a los alimentos se ve impactado por la inflación en los precios, repercutiendo en la capacidad de las familias más vulnerables para comprar alimentos saludables (Martínez y Palma, 2014).

La utilización de los alimentos en América Latina y el Caribe presenta un desafío en ambos lados de la ecuación: la sobrealimentación y la desnutrición. Esta doble carga de la malnutrición no es exclusiva para la región, ya que muchos países en desarrollo se enfrentan a problemas similares. De acuerdo con la FAO (2015), la situación de desnutrición crónica en Latinoamérica y el Caribe ha decrecido en los últimos 25 años, disminuyendo un 13% la desnutrición crónica infantil, (tendencias alineadas con las cifras mundiales). En términos de sobrealimentación, la obesidad también representa un problema de salud para la región. Cerca del 7% de la población infantil presenta sobrepeso, superando el promedio mundial. Lo anterior se debe a estilos de vida sedentarios y dietas de alta ingesta calórica y poca calidad nutricional, predominantes en la región (FAO, 2015). Adicional a esto, la población de la región presenta otro tipo de enfermedades generadas por deficiencia de nutrientes, especialmente enfermedades como la anemia, la cual afecta el 44% de los niños y el 22% de mujeres (FAO, 2015).

Descripción general del cambio climático en América Latina y el Caribe

La región ha presentado aumentos en la variabilidad climática y mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos, los cuales la han afectado gravemente. Dentro de las evidencias del cambio climático en la región se ha identificado un calentamiento entre 0.7 y 1°C desde 1970, así como un aumento de las temperaturas extremas en América Central y en la zona tropical de América del Sur, excepto en la costa chilena donde se presentó un enfriamiento de -1°C. Por otra parte, se ha observado un aumento de la precipitación anual en el sureste de América del Sur, generando deslizamientos e inundaciones, y una disminución de la precipitación en América Central y el sur de Chile (IPCC, 2014). Adicionalmente, los eventos climáticos extremos en América Latina y el Caribe han aumentado de manera considerable, tal es el caso del incremento del número de tormentas en la última década, comparado con el número de tormentas presentadas entre 1970 y 1979. Dicho aumento condujo al incremento de inundaciones en la región. Sumado al incremento de tormentas, en la última década eventos como incendios forestales, sequías, inundaciones y temperaturas extremas afectaron cerca de 40 millones de personas, en comparación con la década de los 70s donde estos eventos afectaron 5 millones de personas. Los costos asociados a los daños generados en los últimos 10 años por eventos climáticos extremos ascienden a los 40.000 millones de dólares (CEPAL et al., 2016).

Las proyecciones climáticas sugieren que estas tendencias pueden continuar hasta 2100. Se espera que los cambios en los caudales y la disponibilidad de agua que ya han sido observados continúen en el futuro, afectando las regiones ya vulnerables. Otros cambios esperados a futuro son el aumento de la temperatura en la región, alteraciones en los patrones de lluvia, disminución de glaciares (en países Andinos), aumentos del nivel del mar y variaciones en los patrones de eventos climáticos extremos (Caribe, Centroamérica y trópicos) (Necco, 2012). Para el año 2100, se espera un incremento de la temperatura entre +1.6°C y +4°C en América Central y un incremento entre +1.7°C y +6.7°C en América del Sur bajo un escenario de emisiones medias y altas (RCP 4.5 y 8.5). El aumento de la temperatura considerando un escenario de emisiones bajas (RCP 2.6) oscilaría entre +1°C y +1.5°C en toda la región (IPCC, 2014). Las proyecciones de precipitación para la región indican aumentos y descensos en las diferentes áreas geográficas, para América Central se espera una variación de la precipitación entre -22% y +7%, hacia el noreste de Brasil se proyecta una disminución de la precipitación de -22%, para el sudeste de América del Sur un aumento de +25% y hacia el este de la zona andina se espera un aumento de los periodos de sequía (IPCC, 2014).

Cambio climático y agricultura

Los aumentos de temperatura, variaciones en la precipitación y el aumento en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, afectarán de diferente manera el sector agropecuario de las subregiones de América Latina y el Caribe. De manera general se espera que en el sudeste de América del Sur la productividad se sostenga o incluso aumente hasta mediados de siglo. Sin embargo se prevé que para 2030 la productividad en América Central, el noreste de Brasil y algunas zonas de la región andina disminuya, afectando la seguridad alimentaria de la población, incluida la población más pobre (CDKN, 2014). Para el caso de Centroamérica y el Caribe se espera que los cultivos afectados por el cambio climático sean la caña de azúcar, la yuca, el maíz, el frijol, el arroz y el trigo; en la zona andina se espera que los cultivos de palma, soja, caña de azúcar, yuca, papa, maíz, cebada, arroz y trigo presenten más afectaciones por los fenómenos climáticos futuros. Por su parte Brasil presentará cambios en los cultivos de soja, caña de azúcar, yuca, maíz, arroz y trigo. Para el caso específico de la caña de azúcar en Centroamérica y el Caribe se espera un aumento de la producción entre el 5% y el 25%. En contraste, se estima una reducción de la producción de maíz y yuca en Brasil, así como una variación entre -2% y 10% en Centroamérica y $\pm 5\%$ en la región Andina. De igual manera se prevé una reducción del rendimiento de papa en la región andina (5%) (Samaniego, 2009).

Estudios adicionales muestran una disminución de la producción de maíz en Honduras, Guatemala y Panamá entre el 21 y 34%. De igual manera se proyecta una reducción en el rendimiento del cultivo de frijol del 66% en Guatemala. Se estima que las reducciones proyectadas en el rendimiento de cultivos en América Latina y el Caribe disminuyan las exportaciones anuales agrícolas en US\$50.000 millones en el 2050 (Vergara et al., 2014). Adicional a las variaciones en rendimientos de los cultivos de la región a causa del cambio climático, se espera un aumento de enfermedades y plagas, además de una disminución de disponibilidad de agua para producción de alimentos y otros usos, principalmente en áreas semiáridas y la zona andina. Adicionalmente se espera una disminución de la capacidad de carga de la actividad ganadera en la región alto andina, afectando la economía y la seguridad alimentaria de las personas que dependen de la ganadería para su subsistencia (CEPAL et al., 2016).

Los impactos negativos del cambio climático son exacerbados por el cambio de uso de suelo. La conversión de ecosistemas naturales en tierras agrícolas es la principal causa de pérdida de ecosistemas y biodiversidad en la región, y es un importante acelerador del cambio climático antropogénico. A pesar que América Latina y el Caribe tienen una contribución relativamente baja a las emisiones de gases efecto invernadero en comparación con países industrializados, es altamente vulnerable a sus impactos debido a su alta dependencia económica a la agricultura, la baja capacidad adaptativa y la ubicación geográfica de algunos países (CEPAL et al., 2016). El cambio climático alterará la producción agrícola de la región, modificando la idoneidad de áreas para cultivos específicos (zonas no aptas y nuevas zonas aptas), calidad de cultivos y rendimientos. Estos efectos tendrán un impacto en el crecimiento económico de manera compleja a través de cambios en los precios, las cadenas de suministro, y las relaciones políticas (CDKN, 2014). El cambio climático afectará toda la cadena productiva desde el pequeño agricultor (siendo el más afectado) hasta la agroindustria, convirtiéndose en una amenaza para la seguridad alimentaria y nutricional de la región (Vergara et al., 2014. Krishnamurthy, s.f.).

Riesgos para la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe

Si bien Latinoamérica y el Caribe es una vasta región de tierras fértiles, con disponibilidad de alimentos para su población y que ha alcanzado las metas de reducción de hambre de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la seguridad alimentaria y nutricional se ven vulneradas por factores tales como la crisis económica mundial, el incremento de los precios de alimentos debido a la apertura de nuevos mercados enfocados al consumo de productos básicos (como maíz), el crecimiento de biocombustibles, la ocurrencia de fenómenos naturales y el cambio climático (Martínez y Palma, 2014). En las últimas décadas, los fenómenos climáticos enfrentados por la región han generado la pérdida de grandes volúmenes de producción de alimentos, tal es el caso de la sequía ocurrida en 2001, la cual generó pérdidas del 18% de la producción total y disminución de los ingresos familiares y la oferta laboral (León et al., 2004). De acuerdo con datos de la FAO, el sector agropecuario es el sector más afectado por el cambio climático en la región, y dicho fenómeno tendrá mayores impactos en el sector agropecuario de países que presentan mayores problemáticas en seguridad alimentaria, tales como Bolivia, Ecuador, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Paraguay (CEPAL et al, 2016). En el caso de los países centroamericanos las tasas de consumo de cereales como arroz y maíz superan la producción, incrementando la vulnerabilidad de los países debido al aumento de precio de estos productos. Adicionalmente, los países de Centroamérica son particularmente vulnerables a la pérdida de producción agropecuaria debido a las tormentas tropicales, y pocos países tienen la capacidad de desarrollar mecanismos a largo plazo para reducir la vulnerabilidad (FAO, 2011).

En los últimos años las condiciones socioeconómicas han mejorado en Latinoamérica; sin embargo, los altos y persistentes niveles de pobreza existen en la mayoría de los países resultando en alta vulnerabilidad y en el aumento del riesgo a la variabilidad y al cambio climático. Se espera que los cambios en la productividad agropecuaria asociados con el cambio climático y con consecuencias en la seguridad alimentaria, muestren gran variabilidad espacial. Entre los impactos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria en la región se encuentran efectos directos sobre la nutrición debido al cambio y composición de alimentos, así como efectos en los medios de vida referentes a opciones de empleo y costo de alimentos. Dado lo anterior, la población en estado de pobreza se verá más afectada por la inseguridad alimentaria generada por el cambio climático (HLPE, 2012; Mogelgaard et al., 2015). Se espera que la población en riesgo de hambre sea de 85 millones en 2080 y se presenten 1.4 millones de casos nuevos de desnutrición infantil para el 2050, debido al cambio climático en la región (Samaniego, 2009). Los cambios en el clima y los patrones climáticos están afectando negativamente la salud humana en la región. Es así como se han observado aumentos de la morbilidad, mortalidad y discapacidad, así como la aparición de enfermedades en áreas previamente no endémicas.

Vínculos entre la seguridad alimentaria y nutricional, la pobreza y el cambio climático

Los vínculos entre mejorar la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la pobreza, mediante el aumento de la productividad, la capacidad de participar en la economía y el desarrollo cognitivo, son ampliamente reconocidos (World Bank, 2006; IFPRI, 2015). La nutrición se ha destacado como una de las principales prioridades de inversión para el desarrollo global, dada su alta rentabilidad económica (World Bank, 2006). Al mismo tiempo, existe una fuerte evidencia de que la reducción de la pobreza es una estrategia clave para mejorar la nutrición (Headey, 2013). Este "círculo virtuoso" (IFPRI, 2015) es percibido como un insumo esencial para alcanzar el desarrollo sostenible. Por su parte, los impactos actuales y futuros

del cambio climático en la región, afectarán el sistema alimentario a través de múltiples vías y generarán presión sobre la seguridad alimentaria y nutricional de la población.

Actualmente no existe ni un consenso ni marcos de análisis exhaustivos para evaluar el impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria y la nutrición. Un marco que se encuentra en proceso de revisión por CCAFS se muestra en la Figura 1 (adaptado de Tirado et al., 2015 y Ericksen, 2007). Existen otros marcos analíticos que igualmente pueden resultar relevantes (véase, por ejemplo, Thomson y Fanzo, 2015). Un marco de análisis útil debe ser capaz de incluir las múltiples interacciones entre el cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional de una manera integral. Adicionalmente, tiene que estar vinculado a un conjunto apropiado de indicadores relacionados con la nutrición para permitir el monitoreo y la evaluación.

El marco de análisis de la Figura 1, parte de la base de que los eventos extremos, la variabilidad climática y el cambio climático afectan las actividades del sistema alimentario a lo largo de toda la cadena: iniciando por la producción, y el procesamiento y envasado, siguiendo con la distribución y venta al por menor, y finalizando con el consumidor. Estos impactos son mediados por los potenciales recursos disponibles con que cuentan los países, comunidades, hogares e individuos, junto con los contextos políticos y económicos, y las políticas formales e informales así como las instituciones existentes que aumentan la capacidad de adaptación y ofrecen una medida de protección o perpetúan la falta de equidad. El marco también reconoce que los choques, las tendencias y la estacionalidad afectan la desnutrición y sus causas. La variabilidad y el cambio climático influyen de manera similar sobre los choques, las tendencias y la estacionalidad observada en muchos países en desarrollo, y estos representan factores adicionales estresantes para la vida y el sustento de las comunidades expuestas (Tirado et al., 2015).

Los impactos de los fenómenos climáticos extremos, la variabilidad y el cambio climático en la producción de alimentos responderán al aumento de las temperaturas, cambios en las precipitaciones y fenómenos climáticos más frecuentes, tales como inundaciones. Adicionalmente estos impactos se verán agravados por variaciones en las plagas y enfermedades de plantas y animales. Sumado a lo anterior, se pueden esperar efectos en el procesamiento y envasado de alimentos, principalmente para los agricultores a pequeña escala quienes tendrán que enfrentar desafíos en el almacenamiento post-cosecha y pérdidas, como resultado del cambio del clima y el aumento de las plagas. Los agro-negocios también podrían tener que adaptar los sistemas de transporte y procesamiento para hacer frente a las temperaturas más elevadas y al deterioro más rápido de los productos. Así mismo, se podrán ver afectados los sectores de distribución y venta que dependen de la infraestructura, la cual es vulnerable a los daños causados por los fenómenos climáticos extremos, como por ejemplo tormentas que pueden causar el cierre de puertos marítimos y aéreos, así como el daño de carreteras. Por su parte, los consumidores pueden verse afectados por los aumentos de precios que resultan de la disminución de la producción o de las interrupciones en las otras actividades a lo largo de la cadena. Las actividades del sistema alimentario, a su vez, también afectan el cambio climático a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, y podrían ayudar a mitigar el cambio climático a través de cambios en las prácticas agropecuarias, y la reducción de emisiones procedentes del transporte de alimentos, entre otros.

Los cambios en las actividades del sistema alimentario a su vez traen consecuencias en el funcionamiento de dicho sistema. Lo anterior abarca todos los aspectos de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. Como se mencionó en la sección anterior, se prevé que los rendimientos disminuyan en muchos cultivos debido al aumento de la temperatura y los cambios en las precipitaciones.

Sin embargo, dichos efectos no solo se sentirán en el componente de la estabilidad. En el caso del acceso, éste podría disminuir en los hogares agropecuarios como consecuencia de la disminución en los ingresos. Los aumentos de precios podrían perjudicar a la población pobre en las ciudades al obligarles a gastar una mayor proporción de sus ingresos en alimentos. Por su parte el componente de utilización, podría verse afectado por la reducción del valor nutritivo de los alimentos en el mercado, una dieta menos diversa y la preocupación por la salubridad en los alimentos. Finalmente, la estabilidad de la seguridad alimentaria podría verse reducida por los múltiples impactos del clima, incluyendo estaciones secas más largas y posibles interrupciones en el transporte.

Los cambios causados por el cambio climático dentro del sistema alimentario también afectarán la seguridad nutricional. La reducción de la ingesta alimentaria, desnutrición y enfermedades están relacionadas entre sí y con la seguridad alimentaria. Las consecuencias a corto plazo incluyen el aumento de la mortalidad, morbilidad y discapacidad, mientras que las consecuencias a largo plazo incluyen la disminución de la capacidad intelectual y de la productividad económica, y enfermedades metabólicas y cardiovasculares (Tirado et al., 2015).

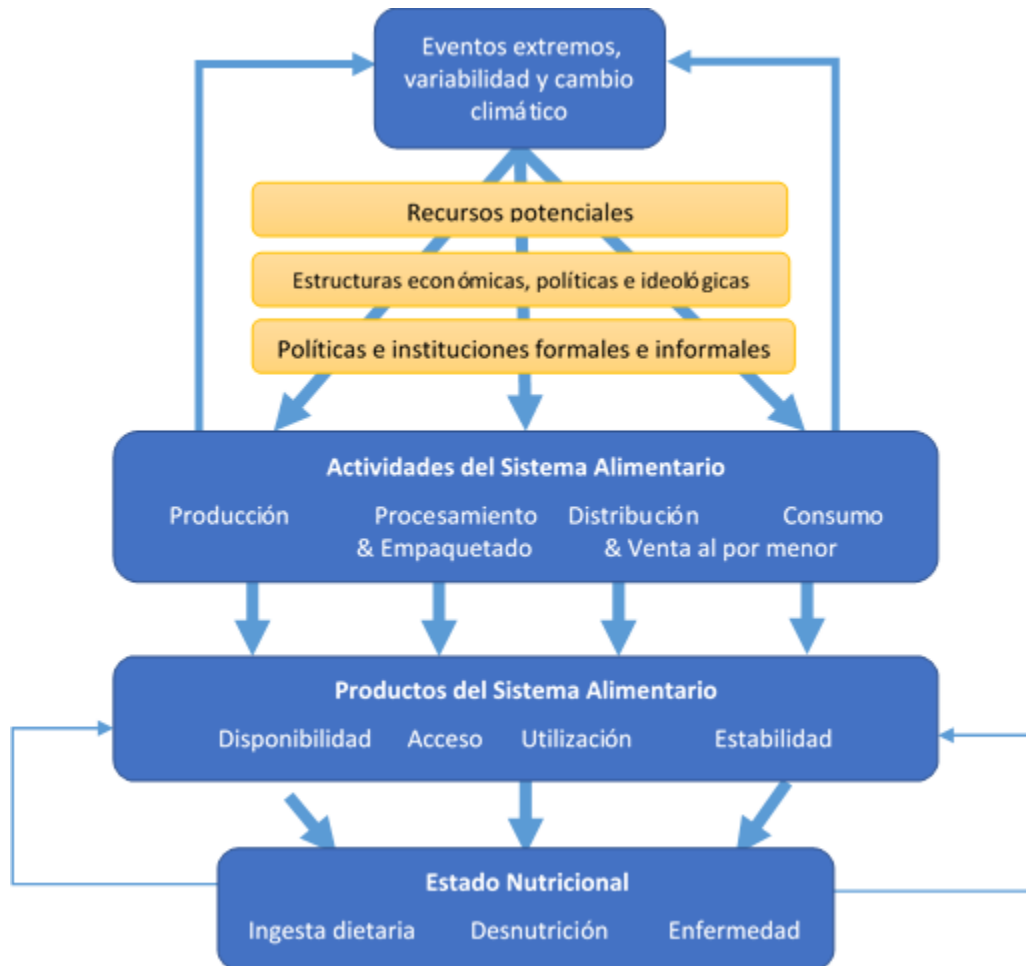


Figura 1. Impactos del cambio climático sobre el sistema alimentario y nutricional

Hacia las métricas de seguridad alimentaria y nutricional

El Marco de Estrategia y Resultados del CGIAR (CGIAR, 2015) se basa en la visión de un sistema alimentario global más productivo, carbono neutral y proveedor de opciones nutritivas a precios asequibles. Dicho marco consta de tres metas de alto nivel, las cuales responden a los objetivos del desarrollo sostenible. Estos objetivos son indicativos del dominio de intervención de donantes públicos y privados e inversionistas en el campo de la investigación agropecuaria para reducir la pobreza, mejorar la seguridad alimentaria y nutricional para la salud, y mejorar los recursos naturales y los servicios ecosistémicos. Para el segundo objetivo, cuatro metas se han definido para 2022 (las metas para 2030 se encuentran en paréntesis):

1. Mejorar la tasa de incremento del rendimiento de los principales cultivos básicos, de la actual de <1% a 1.2-1.5% por año (<2 a 2,5% por año).
2. 30 millones de personas más (150 millones de personas más), de las cuales el 50% son mujeres, con los requisitos mínimos de energía alimentaria.
3. 150 millones de personas más (500 millones de personas más), de las cuales el 50% son mujeres, sin deficiencias de uno o más de los siguientes micronutrientes esenciales: hierro, zinc, yodo, vitamina A, ácido fólico, vitamina B12.
4. Reducción del 10% (reducción del 33%) de mujeres en edad reproductiva con consumo menor que el número adecuado de grupos alimenticios.

El CGIAR y sus socios internacionales y nacionales están trabajando para alcanzar estas metas, de diferentes maneras y en diversos contextos. Por ejemplo, CCAFS está contribuyendo a la mejora de las dietas de las personas pobres y vulnerables. Esto a su vez contribuye a alcanzar las metas 2 y 3 anteriormente mencionadas, mediante la colaboración con organizaciones en múltiples escalas que diseñan y ponen en práctica planes y aumentan la inversión con el fin de mejorar el acceso a dietas diversas y localmente aceptables. En relación con la logística de recolección de indicadores adecuados para el seguimiento del progreso hacia las metas de alto nivel, cabe mencionar que muchos de estos indicadores ya están siendo recolectados de forma regular a nivel nacional por diferentes organizaciones y organismos de financiación. Los proyectos y programas pueden contribuir a un aumento en la eficiencia de este proceso de recolección de información mediante la integración de estos indicadores a sus actividades. Algunos ejemplos podrían incluir datos de la adecuada oferta de la dieta promedio (%), recopilados en las bases de datos de FAOSTAT; las tasas de retraso del crecimiento infantil, recolectados en las estadísticas anuales del Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD; y las proporciones de población con déficit de vitaminas y minerales clave, recolectadas como parte de los futuros trabajos de monitoreo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDSN, 2015).

Aprovechar el conocimiento para informar y mejorar las políticas

Las secciones anteriores dejan claro que los logros en seguridad alimentaria y nutricional alcanzados hasta la fecha en la región podrían verse comprometidos de no seguir trabajando en la formulación de políticas públicas enfocadas a reducir los impactos del cambio climático. Cabe resaltar que estos logros son considerables: los países de América Latina y el Caribe han reducido a la mitad el número de personas que

padecen hambre (en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible), aun cuando los efectos del cambio climático ya han comenzado a manifestarse. Es importante mencionar que estos logros han sido facilitados por la formulación y aplicación de políticas, planes y estrategias de seguridad alimentaria y nutricional en 20 países de la región. La iniciativa pionera "América Latina y el Caribe sin Hambre 2025" fue lanzada en 2005, con el objetivo de erradicar el hambre para el año 2025. A principios de 2015, los países de la región firmaron el Plan de Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre de la CELAC 2025, que "alienta a los países de América Latina y el Caribe a redoblar los esfuerzos para identificar las áreas clave de la política para acelerar y consolidar el proceso de erradicación del hambre y enfrentar la doble carga de la malnutrición en la región, donde el sobrepeso y la obesidad complementan cada vez más este problema". El plan reconoce el cambio climático como un desafío importante para la seguridad alimentaria y nutricional a nivel regional (CEPAL et al., 2016). Se requerirá apoyo para la inversión en infraestructura, capital humano y tecnologías agropecuarias que permitan a los agricultores mejorar su capacidad de respuesta. Hasta la fecha, la inversión en planes de adaptación al clima ha sido inferior a la inversión en el desarrollo de medidas de contingencia (Falconi et al., 2012), a pesar de las muchas medidas de adaptación que actualmente existen en el sector agropecuario (Samaniego, 2009).

De acuerdo con lo anterior, una de las hipótesis que subyacen en la agenda de investigación de CCAFS, es que la mejora de un entorno político habilitador y un proceso catalizador del aumento de inversiones a través de diversas escalas, pueden conducir a mejoras en la seguridad alimentaria en un clima cambiante. Para que esto suceda, el trabajo conjunto con actores clave es fundamental: los actores globales deben dirigir sus finanzas hacia los países en desarrollo y los gobiernos nacionales deben direccionar sus inversiones para ayudar a superar las barreras que limitan el escalamiento. Como se señaló anteriormente, existe una amplia evidencia de los vínculos entre el mejoramiento de la nutrición y la reducción de la pobreza mediante el aumento de la productividad, la capacidad de participar en la economía y el desarrollo cognitivo (World Bank, 2006; IFPRI 2015). Alcanzar la seguridad alimentaria se reconoce como un proceso paralelo con el desarrollo y la reducción de la pobreza (Misselhorn et al., 2012). Las políticas nacionales son fundamentales, pero el compromiso tiene que incluir a la sociedad civil, el sector privado y otros actores en múltiples niveles. Evidencia del éxito del trabajo conjunto con actores clave para generar procesos de revisión y mejoramiento de políticas puede encontrarse en el trabajo de escenarios de CCAFS (CCAFS 2015; Vervoort et al., 2014).

La participación constante y directa entre los científicos y los tomadores de decisiones puede ayudar a crear entornos políticos habilitadores. CCAFS y sus socios están llevando a cabo investigaciones sobre plataformas científico-políticas existentes, que puedan ayudar a incluir los resultados de la investigación en los ámbitos de decisión. Este tipo de trabajo puede incluir análisis robustos de los posibles impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria, y mecanismos de gobernanza "suficientemente buenos" (estándares de gobierno que son adecuados, pero no necesariamente óptimos, para alcanzar resultados específicos; Grindle 2007; Purdon 2014) para apoyar el escalamiento de diferentes intervenciones, y el establecimiento de prioridades para decisiones de inversión a través de escenarios multidimensionales.

Métodos y herramientas de comunicación que sean contexto específico pueden ser utilizados para atraer e informar a usuarios cercanos. Dichos métodos y herramientas pueden incluir: eventos de aprendizaje como seminarios virtuales, reuniones personales con formuladores de política, difusión mediante medios de comunicación a nivel nacional y global para compartir resultados clave y el desarrollo de materiales de capacitación que guíen el trabajo articulado relevante a las necesidades de los socios.

Adicionalmente, es importante la inclusión de la mujer. En casi todas las sociedades, las mujeres desempeñan un papel fundamental en el logro de la seguridad alimentaria y nutricional del hogar. Las mujeres necesitan ser apoyadas para la adopción de intervenciones apropiadas a nivel local, y en lo posible a través de los procesos de políticas que gobiernan la propiedad y el control sobre activos como la tierra y los insumos agropecuarios. Se pueden implementar enfoques transformadores de género como por ejemplo la utilización de actividades de participación por medio de escenarios para intentar alterar (o por lo menos para resaltar los problemas relacionados) el equilibrio de poder y el empoderamiento de la mujer. Existe evidencia de que el cambio de control sobre los recursos productivos hacia las mujeres puede mejorar la seguridad alimentaria (Sraboni et al., 2014).

Una de las formas mediante las cuales CCAFS está trabajando para resaltar la necesidad de enfoques transformadores de género, es a través de alianzas de aprendizaje nacionales y locales. Estas plataformas contribuyen a reducir la brecha entre la ciencia y la política y tienen el objetivo de generar evidencia para informar la toma de decisiones. Otro de los beneficios de estas plataformas, es la creación de espacios para el intercambio de las prioridades y necesidades locales con los tomadores de decisiones a nivel nacional. Esta incorporación de las perspectivas a nivel local en la creación de políticas a niveles más altos puede ayudar a formular políticas que están más en consonancia con las necesidades y prioridades locales.

CCAFS y sus socios también están enfocados en el establecimiento de prioridades, utilizando una amplia variedad de métodos ex-ante articulados a múltiples escalas, que utilizan modelos mejorados de cultivos, ganado, sistema agropecuario, sector agropecuario, de la economía y de los hogares. Dichos modelos permiten evaluar el cambio de uso del suelo, y los impactos ambientales e impulsores socioeconómicos de la seguridad alimentaria en un clima cambiante, desde el nivel global hasta el nivel de finca y hogar. A escala global y regional, estos modelos incluyen el modelo IMPACT del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) (para una aplicación del modelo, ver Rosegrant et al, 2009); GLOBIOM, desarrollado por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) (para una aplicación de este modelo, ver Havlík et al, 2014); y el modelo MAGNET, desarrollado en el instituto de Estudios Económicos de Wageningen (anteriormente LEI WUR) (Woltjer et al., 2014). Herramientas complementarias a diferentes escalas están siendo desarrolladas para evaluar las disyuntivas y sinergias al interior de los sistemas alimentarios, basadas en técnicas de reducción de datos y nuevas bases de datos globales y regionales. Estos métodos cuantitativos se combinan con metodologías de escenarios participativos para trabajar en temas de seguridad alimentaria a nivel nacional y subnacional. Estas herramientas hacen que sea posible llevar a cabo una exploración detallada de la seguridad alimentaria ante diferentes situaciones, con un enfoque en la seguridad alimentaria y nutricional, la pobreza, y la heterogeneidad en las decisiones de los hogares con respecto al consumo y la producción. Sin embargo, la modelación del funcionamiento del sistema alimentario multidimensional requiere de mejoras con respecto a datos y modelos (Rutten, 2013). De igual manera se requiere más trabajo para entender mejor las similitudes y diferencias entre los distintos modelos económicos (Nelson et al., 2014). Sin embargo, la modelación de los sistemas alimentarios y sus impactos nutricionales y de salud está avanzando rápidamente (Springmann et al., 2016). Este esfuerzo será cada vez más importante para abordar cuestiones relacionadas con la seguridad alimentaria y la nutrición. Cuando estos modelos se vinculan con los procesos de escenarios participativos, se logra una estrecha colaboración con el sector privado, la inclusión de las perspectivas de las mujeres y los jóvenes, y la incorporación de las necesidades locales, para ayudar a orientar los procesos de política.

Áreas de experticia de CCAFS

CCAFS trabaja articuladamente con los 15 centros internacionales de investigación agropecuaria del CGIAR, desarrollando su temática a través de múltiples socios globales, regionales y locales. El objetivo de CCAFS es superar las amenazas adicionales impuestas por el cambio climático con el fin de alcanzar la seguridad alimentaria, y mejorar los medios de vida y la gestión ambiental. El programa trabaja para identificar y probar prácticas de adaptación y mitigación, tecnologías y políticas para los sistemas alimentarios, capacidad de adaptación y medios de vida rurales, y para proporcionar diagnósticos y análisis que garanticen inversiones costo-efectivas, la inclusión de la agricultura en las políticas de cambio climático, y la inclusión de las cuestiones climáticas en las políticas agropecuarias, desde el nivel sub-nacional al nivel global, de manera que aporten beneficios a la población rural pobre (Vermeulen et al., 2012).

CCAFS trabaja en actividades de investigación agrupadas en cuatro áreas temáticas: Prioridades y Políticas para la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC1); Tecnologías y Prácticas de ASAC; Desarrollo con Bajas Emisiones; y Servicios Climáticos y Redes de Protección. La investigación se lleva a cabo a nivel mundial y en cinco regiones: África Oriental, África Occidental, Asia del Sur, el Sudeste de Asia y América Latina. El concepto de ASAC se utiliza para estructurar el enfoque de CCAFS con respecto a las opciones de respuesta al clima, dado que muchas de las acciones propuestas en la agricultura contribuyen al mismo tiempo a la adaptación y la mitigación. La ASAC se define como la agricultura que (a) aumenta de forma sostenible la productividad agropecuaria y los ingresos, (b) se adapta y desarrolla resiliencia al cambio climático, y (c) reduce y/o remueve las emisiones de gases de efecto invernadero, cuando sea posible (Lipper et al., 2014). La importancia relativa de los resultados para la seguridad alimentaria, la adaptación y la mitigación varía según los lugares y situaciones, al igual que las posibles sinergias y disyuntivas entre estos tres objetivos (Lipper et al., 2014). Lo anterior implica un desafío para la priorización de las inversiones. El concepto de ASAC se extiende más allá de las prácticas a nivel de la finca para incluir intervenciones a nivel de paisaje (por ejemplo, manejo de la frontera agrícola-forestal), servicios (en especial la información y el financiamiento), instituciones (en particular la gobernanza del mercado y los incentivos para la adopción) y el sistema alimentario (en particular, los patrones de consumo y amplias redes de protección climáticamente informadas).

CCAFS y sus socios ofrecen una amplia gama de habilidades y experiencia para responder ante esta agenda de trabajo. "Prioridades y Políticas para la ASAC" trabaja para mejorar la evidencia y las herramientas que contribuyan a habilitar entornos de política, y a establecer prioridades para direccionar inversiones que apoyen el escalamiento de tecnologías de agricultura climática y nutricionalmente inteligente que en última instancia, contribuyan a la seguridad alimentaria y nutricional en un contexto de cambio climático. Así mismo, las "Prácticas y Tecnologías de ASAC" proporcionan evidencia de las sinergias y disyuntivas entre las tecnologías y las prácticas hacia el logro de los resultados e impactos de la ASAC, a través de una gama de contextos sociales y agroecológicos. La tercera, se relaciona con "El Desarrollo con Bajas Emisiones", la cual evalúa la viabilidad de reducir la intensidad de las emisiones de gases efecto invernadero del sector agropecuario a gran escala, al tiempo que se garantiza la seguridad alimentaria y nutricional rural en los países de ingresos medios y bajos. Por último, los "Servicios Climáticos y Redes de Protección" abordan

¹ La Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) también se promueve como 'agricultura climáticamente inteligente (ACI)', una traducción literal del concepto de la FAO en inglés 'climate-smart agriculture'. Para más información, ver <http://bit.ly/ASAC-ACI>

las brechas críticas en el conocimiento, la metodología, la evidencia y la capacidad necesaria, para implementar eficazmente un conjunto de intervenciones escalables que utilizan información climática, con el fin de gestionar el riesgo relacionado con el clima.

La investigación participativa se lleva a cabo en lugares que van desde una escala de comunidad hasta una escala de distrito (departamento), en los que se prueban los portafolios de intervención de manera que puedan ser comparados globalmente de la mano con agricultores, agencias de desarrollo y el sector privado. Tales actividades están vinculadas con análisis de alto nivel, como modelos de procesos de escalamiento, sistemas alimentarios y disyuntivas con el fin de generar información relevante que logre responder a preguntas sociales en lo referente a alternativas para el desarrollo agropecuario.

CCAFS, el CGIAR y sus socios producen ciencia de calidad en diversas áreas: evaluación ex-ante de las opciones de clima y nutrición inteligente en múltiples escalas; evaluación participativa de portafolios de ASAC; identificación de prioridades y opciones para el desarrollo con bajas emisiones; productos y programas de seguros agrícolas relacionados con el clima; e investigación sobre género e integración social en un contexto de cambio climático. CCAFS y sus socios también tienen experiencia en generación de impacto. Es así como CCAFS se consolida en un socio eficaz en términos de conocimientos para la implementación de ASAC a través de una amplia gama de socios globales, regionales y nacionales, y otras comunidades globales como Future Earth.

Metodologías propuestas

A continuación se describen las metodologías propuestas para analizar los impactos del cambio climático y la variabilidad climática en las diferentes dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional.

Metodología 1: Escenarios de Alimentos y Nutrición

1. Descripción de la Metodología

1.1. Revisión de literatura sobre la metodología

La formulación de política pública y la toma de decisiones es un reto puesto que debe considerar un gran número de variables interrelacionadas en la búsqueda del bien común, y en temas como la seguridad alimentaria, el proceso trasciende escalas y periodos temporales diversos. Según Laborde et al. (2013), el entendimiento de las dinámicas de la seguridad alimentaria y nutricional debe considerar un amplio número de factores (drivers) inciertos que operan a nivel del hogar (como el ingreso y la educación), a nivel nacional (como las políticas agropecuarias y de protección social) y a nivel global (como el cambio climático y la política comercial).

Diversos estudios se han llevado a cabo con el propósito de proyectar la demanda futura de alimentos (Alexandratos y Bruinsma, 2012), sus precios y tasas de desnutrición (Dijk van y Meijerink, 2014). Los resultados son diversos y difíciles de comparar ya que existen diferencias en los supuestos de los escenarios, en el diseño de los indicadores y en el reporte de resultados (van Dijk et al. 2015). Dentro de los hallazgos se encuentra la necesidad de incrementar la producción alimentaria en un 60% para 2050 (Alexandratos y

Bruinsma, 2012) y la proyección de oscilaciones entre el 9% y 54% en los precios de maíz, arroz y trigo (Dijk van and Meijerink, 2014).

No obstante, más allá de determinar las proyecciones más acertadas los actores involucrados en la formulación de política pública sobre seguridad alimentaria y nutricional, deben conocer cuáles son los principales factores que intervienen en las dinámicas y cómo interactúan para poder garantizar el acceso, disponibilidad y calidad de alimentos a la población.

Dentro de las diversas metodologías para desarrollar proyecciones y escenarios futuros que involucren seguridad alimentaria y nutricional en un contexto de cambio climático y dinámicas socioeconómicas, CCAFS ha desarrollado e implementado una herramienta que combina escenarios socioeconómicos y climáticos para la planificación estratégica de política y de decisiones de inversión. La metodología ha sido implementada a nivel global, regional, nacional y sub-nacional en países en desarrollo, los cuales además de la búsqueda del desarrollo deben abordar sistemáticamente los retos para asegurar una seguridad alimentaria sostenible, requiriendo así de acciones por parte de los tomadores de decisión que consideren el sistema como un todo (Ericksen et al., 2009; Vermeulen et al., 2013). Dichos aspectos son abordados por medio de esta metodología.

1.2. Descripción de la metodología propuesta

Los principales pasos del proceso son el desarrollo de escenarios exploratorios guiados por los actores clave, la cuantificación de dichos escenarios exploratorios a través de múltiples modelos y el uso retrospectivo de los escenarios para evaluar senderos de decisiones con diferentes grupos de usuarios (Vervoort et al. 2014). A través de talleres y colaboraciones estrechas con formuladores de políticas, CCAFS ha facilitado la adaptación y uso de estos escenarios, los cuales ayudan a los diferentes actores a establecer planes, políticas y estrategias más robustas y proveer opciones plausibles en cara a diversos futuros.

La metodología de escenarios futuros incluye el análisis de los retos del sistema agroalimentario mediante variables asociadas como rendimiento, producción y demanda a través de escenarios plausibles y diversos por parte de actores clave. Adicionalmente se incluye en el análisis los factores identificados como clave para los principales retos que enfrentan con respecto a cambio climático, seguridad alimentaria y medio ambiente. Tales factores se caracterizan según su estado y se evalúan en sus diferentes combinaciones con el propósito de identificar cuán diversos y plausibles pueden llegar a ser considerando su nivel de incertidumbre.

La metodología combina métodos cualitativos y cuantitativos. Primero se considera la experticia de los actores clave para determinar los principales retos y los factores asociados, y luego se utilizan herramientas cuantitativas para desarrollar los escenarios posibles. Su aplicación reciente en las regiones de Sur y Sureste de Asia, y Centro y Sur América contó con el uso del modelo OLDFAR para la construcción de diversos escenarios incorporando las posibles combinaciones compatibles entre los factores según su estado. Este software permite maximizar la diversidad entre los escenarios con un rango amplio de posibilidades a considerar por parte de los actores clave (Palazzo et al. 2014). Los factores pueden incluir, por ejemplo, alta-baja disponibilidad de alimentos, alto-bajo acceso a variedades biofortificadas o alta-baja diversidad

de granos básicos para el consumo regular, combinado con factores relacionados con acceso y disponibilidad del recurso hídrico, gobernanza, manejo de los recursos naturales, entre otros.

La metodología incluye escenarios socioeconómicos así como climáticos. Dentro del componente socioeconómico se incluyen variables como población, producto interno bruto, impactos tecnológicos en rendimientos, costos de insumos, precios, entre otras, las cuales se incorporan en dos modelos económicos agropecuarios (modelos de equilibrio parcial): GLOBIOM desarrollado por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA por sus siglas en inglés) e IMPACT (Rosegrant et al. 2009), desarrollado por el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Agroalimentarias (IFPRI por sus siglas en inglés). Adicionalmente, los escenarios se cuantifican mediante un modelo de cambio de uso del suelo (LANDSHIFT; Schaldach et al. 2013) que simula mediante mapas el cambio en el uso del suelo, en servicios ecosistémicos y en biodiversidad (Palazzo et al. 2014).

2. Resultados/Productos

Los modelos de equilibrio parcial proporcionan a los actores clave más que escenarios regionales. Es así como ofrecen insumos sobre cómo la región puede verse afectada por fuerzas fuera de su control como los mercados globales y el cambio climático. Estos factores pueden tener efectos significativos en las dinámicas regionales. Por ejemplo, los efectos negativos del cambio climático en el rendimiento del arroz son equivalentes (en magnitud) a los efectos positivos de varios de los escenarios regionales. Lo anterior sugeriría que algunos supuestos detrás de los escenarios regionales (como alta inversión pública y privada en la agricultura) son capaces de neutralizar los efectos negativos del cambio climático. Los modelos también resaltan cómo la región interactuará con el resto del mundo en términos de intercambio comercial y cómo los países en la región pueden convertirse en más o menos vulnerables a los choques en los precios globales, debido a cambios en los niveles de importación y exportación de productos agropecuarios, lo cual influye en la disponibilidad de alimentos (Palazzo et al. 2014).

El enfoque participativo de la metodología permite abordar una diversidad de actores vinculados directa o indirectamente al sector agropecuario como ambiente, salud, comercio, energía, entre otros, y permite la interacción conjunta para abordar futuros comunes con retos sistémicos e igualmente relevantes para cada sector y en los diversos niveles. Así mismo, la metodología sirve como insumo para complementar con herramientas cuyo énfasis puede ser más específico dando una perspectiva general de diversos escenarios posibles para poder afinar la formulación de políticas y estrategias y la implementación de acciones puntuales en ámbitos relacionados como garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de la población rural.

3. Casos de implementación

La implementación de esta metodología se ha realizado en varias regiones alrededor del mundo incluyendo América Central y América del Sur (países Andinos). El proceso en la región inició con el desarrollo de los escenarios para los [países de Centroamérica](#) y los [países Andinos](#). El uso de la metodología ha servido para robustecer y validar políticas nacionales de agricultura y cambio climático (Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia), para facilitar la contribución a nivel local a la [Estrategia de Adaptación al Cambio Climático del](#)

[Sector Agroalimentario de Honduras](#) y para apoyar la formulación de las [Contribuciones Nacionales Determinadas de Costa Rica](#). A continuación se muestran los principales resultados de los escenarios para Centroamérica y países Andinos, los cuales se pueden encontrar con mayor detalle en Palazzo et al. (2014).

Principales resultados de los escenarios en Centroamérica

Los principales *drivers* identificados para ambas regiones (Centroamérica y países Andinos) por los actores clave fueron el Producto Interno Bruto, los rendimientos en cultivos y ganadería, y los costos de producción. En el caso de Centroamérica los actores clave identificaron los factores de cambio más relevantes e inciertos que consideraban que podrían transformar o afectar significativamente la agricultura y la seguridad alimentaria. Los factores fueron la capacidad institucional, mercados, distribución de la riqueza y el recurso hídrico. Los escenarios desarrollados fueron Apiñados, Batkun: El inicio de la profecía Maya, Libertarios sin Libertad y El nuevo colapso Maya (Figura 2).

Escenarios	Mercados	Capacidad Institucional Del Estado	Recursos Hídricos	Distribución de la Riqueza
Apiñados	Participativo, no regulado	Desigual	Alta	Disponibilidad Inequitativa, impulsado
14 Baktún: El inicio de la profecía Maya	Participativo, regulado	Alta	Alta	Disponibilidad Equitativa, impulsado por el estado
Libertarios sin Libertad	Participativo, no regulado	Baja	Baja	Disponibilidad Inequitativa, impulsado por el mercado
El Nuevo colapso Maya	No participativo, no regulado	Desigual	Baja	Disponibilidad Inequitativa, impulsado por el mercado

Figura 2. Definición de los escenarios de América Central a 2050 para cada factor de cambio. Fuente: Tomado de Palazzo et al. 2014.

En los escenarios la demanda regional es creciente para los productos agrícolas y ganaderos. La oferta de estos productos se modeló utilizando el modelo GLOBIOM para el periodo 2000-2050, considerando también los efectos biofísicos de cambio climático en la producción agropecuaria. La producción agropecuaria crece a lo largo del periodo analizado en todos los escenarios, principalmente debido a la creciente demanda por productos pecuarios proveniente de una población creciente. En consecuencia la producción se incrementa aunque con implicaciones importantes en el medio ambiente para algunos de los escenarios.

En cuanto a la seguridad alimentaria, medida en kilocalorías disponibles diarias per cápita, se incrementa durante el periodo analizado. Las kilocalorías disponibles per cápita disminuyen en uno de los escenarios aproximadamente 5-10% para 2050 en comparación a 2010 (Figura 3). Examinar los cambios en la

demanda de alimentos per cápita permite entender el efecto de la situación del mercado y el efecto del ingreso en el consumo de alimentos.

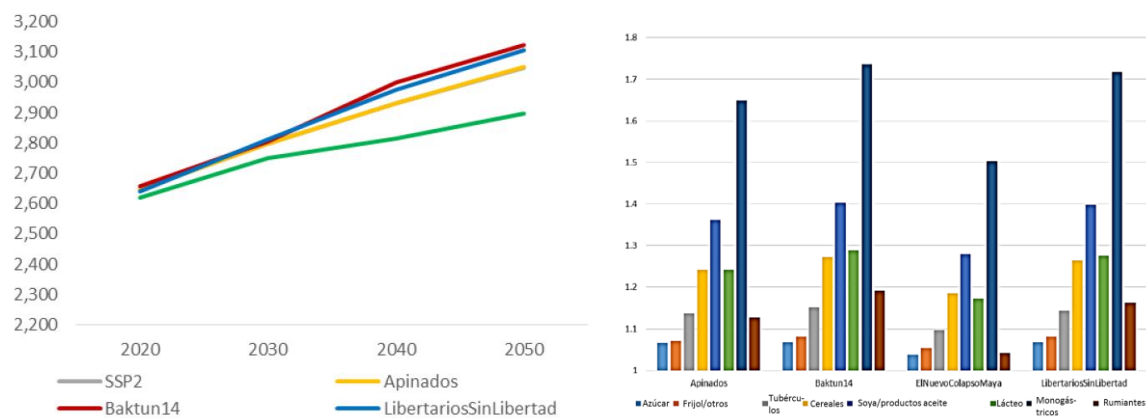


Figura 3. Calorías diarias disponibles per cápita y demanda de alimentos por producto indexado a la demanda per cápita de 2010. Fuente: Tomado de Palazzo et al. 2014.

La demanda por especies monogástricas crece de 2010 a 2050 en todos los escenarios debido a la expansión de la producción de especies monogástricas y el descenso relativo de los precios de la carne de este tipo de especies. Sin embargo, comparado con la demanda de carne de rumiante, uno de los escenarios presenta un incremento mucho menor debido al bajo crecimiento del PIB per cápita y a los altos precios de la carne.

El desarrollo de los escenarios constituye una herramienta mediante la cual se revisan, actualizan y fortalecen las diversas políticas relacionadas con cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. Al analizar las implicaciones de los diversos escenarios se puede determinar qué tan robusta es la política para hacer frente a los retos asociados a cada escenario.

En el caso de Honduras y Costa Rica, se desarrollaron escenarios nacionales con base en el trabajo de escenarios realizado a nivel regional. Lo anterior ejemplifica una de las características de esta metodología representada por la capacidad de adaptarse y ajustarse a los diversos contextos para poder responder a las necesidades particulares de cada proceso.

Metodología 2: Modelación de sistemas alimentarios regionales/nacionales

1. Descripción de la Metodología

1.1. Revisión de literatura sobre la metodología

Desde hace un poco más de 50 décadas, diferentes instituciones a nivel mundial se han enfocado en modelar y proyectar la seguridad alimentaria a través de modelos cuantitativos o cualitativos, basados en proyecciones de tendencias y modelos de comercio global. Sin embargo, el proceso de modelar la seguridad alimentaria a futuro de una manera integral resulta ser complejo. Dado lo anterior, el uso de modelos de simulación para las ciencias agropecuarias resulta ser de gran utilidad. Actualmente, el desarrollo de

modelos agropecuarios ha tenido un gran avance científico y muchos modelos han incluido el cambio climático dentro de sus procesos (MacCalla y Revoredo, 2001). Las proyecciones de los efectos del cambio climático en los sistemas agropecuarios resultan ser un complejo desafío, ya que es necesario incluir tanto variables fisiológicas del cultivo y climáticas como aspectos subyacentes relacionados con comportamiento de mercados, ecosistemas y dinámicas poblacionales.

En este sentido, existen dos tipos principales de análisis. El primero de ellos, consiste en integrar datos de modelos climáticos dentro de un modelo biofísico (más conocido como "modelo de cultivos") con el objetivo de establecer los impactos del cambio climático sobre la productividad de los cultivos. Por otra parte, el segundo tipo de análisis consiste en simular el impacto del clima sobre el rendimiento del cultivo (información a menudo tomada del primer tipo de análisis) en un modelo económico. Dentro de la literatura se encuentran estudios como los de Rosenzweig et al. (2014) y Müller y Robertson (2014) referentes al primer tipo de análisis. Así mismo el estudio de Nelson et al. (2013) realiza una comparación de los resultados de varios modelos bioeconómicos (segundo tipo de análisis). Sin embargo estudios como los de Nelson et al. 2013; Rosegrant, Agcaoili-Sombilla, y Pérez 1995; Nelson et al. 2009; Nelson et al. 2010; Fischer, Shah, y Velthuisen 2002; Rosenzweig et al. 1993 y Rosenzweig y Parry 1994, contienen información de modelos bioeconómicos empleados en la evaluación del impacto del cambio climático en la productividad agrícola, incluyendo algunos de los primeros modelos aplicados al cambio climático. Por su parte los estudios de Rosegrant et al. (2015); Hachigonta et al. (2013); Waithaka et al. (2013); Jalloh et al. (2013) y Thomas et al. (2013A, 2013b) emplean los dos tipos de análisis para identificar tanto los efectos directos como indirectos del cambio climático en la agricultura.

Bajo este contexto, el *Modelo Internacional para el Análisis de Políticas sobre Productos y Comercio Agropecuario* (IMPACT, por sus siglas en inglés) desarrollado por el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por sus siglas en inglés) en 1990, es un modelo modular que integra modelos climáticos, hidrológicos, de simulación de cultivos, de cadenas de valor, de uso del suelo, de nutrición, salud y análisis de bienestar, para apoyar análisis integrales enfocados a la identificación de retos y oportunidades para la seguridad alimentaria, la agricultura y los recursos naturales tanto a escala global como regional. El desarrollo del modelo IMPACT se dio como respuesta a la necesidad de conocer proyecciones relacionadas con mitigación de la pobreza, desarrollo rural y seguridad alimentaria. Desde su creación el modelo ha estado en un proceso constante de desarrollo y mejoramiento, incluyendo el análisis de escenarios e integrando aspectos como el cambio climático dentro del sistema alimentario (Robinson et al. 2015).

Dentro de los desarrollos más recientes de IMPACT se encuentran la integración de módulos de acuicultura y agua, que incluyen modelos de dinámicas de demanda y disponibilidad hídrica a futuro para el sector agropecuario, tales como modelos hidrológicos, modelos de gestión de cuencas hidrográficas y modelos de estrés hídrico. Más recientemente, se incluyeron nuevos módulos de seguridad alimentaria que permiten identificar cambios en la cantidad de niños desnutridos, así como análisis del efecto del cambio climático sobre la agricultura y sus impactos sobre la seguridad alimentaria. Por último, se han adicionado modelos de mercados de tierras agropecuarias y de uso del suelo, con el objetivo de identificar la demanda de tierra y las variaciones a futuro de las emisiones de gases de efecto invernadero como consecuencia del cambio de uso de suelo. Actualmente, el modelo cuenta con información disponible para 62 mercados de productos agropecuarios y 159 países, con un período de proyección hasta el año 2050 (Robinson et al. 2015).

El modelo se encuentra disponible en una interface web ([versión beta](#)), la cual sirve como una herramienta de visualización de datos para facilitar y fomentar el uso de IMPACT en el análisis de políticas (Robinson et al. 2015).

1.2. Descripción de la metodología propuesta

El modelo IMPACT está conformado por cinco componentes interconectados: i) modelos climáticos, ii) modelos hídricos, iii) demanda hídrica, iv) modelación de cultivos y v) modelación multimercado. El primero de estos proporciona información climática, la cual sirve de insumo para los componentes de modelación de cultivos e hídrica. En este componente los datos climáticos se encuentran a nivel mensual, los cuales permiten la generación de datos climáticos diarios para las condiciones del pasado reciente (2005), así como del futuro (2050). El segundo componente integra modelos hidrológicos como el Modelo Mundial Hidrológico-IMPACT (IGHM, por sus siglas en inglés) que simula procesos de lluvia y escorrentía, el Modelo de Simulación de Cuencas-IMPACT (IWSM, por sus siglas en inglés) que modela el funcionamiento de los depósitos de agua y el suministro de agua a los sectores económicos, incluido el riego, y el Modelo de Asignación de Agua y Estrés-IMPACT (ICWASM, por sus siglas en inglés) el cual asigna la cantidad neta de agua de riego a los cultivos y estima el impacto de escasez de agua en los rendimientos (Robinson et al. 2015).

Por su parte, el tercer componente estima la demanda de agua para los cultivos, la industria, los hogares y la ganadería; la demanda de agua de riego es considerada como la cantidad requerida por el cultivo, no satisfecha por la precipitación o humedad del suelo. El componente de modelación de cultivos requiere información de superficie, rendimiento y tipo de sistema (riego o seco) a un nivel subnacional denominado “unidades de producción de alimentos”. Este componente permite modelar la producción pecuaria (número de animales, carne, lácteos) y de productos procesados (oferta, costos de insumos y precios), incluyendo los efectos del cambio climático en los rendimientos de los cultivos y productividad mediante el software DSSAT (Robinson et al. 2015).

En cuanto al componente de modelación multimercado (IMPACT-Multimercado), se incluye información de tendencias macroeconómicas (crecimiento demográfico y económico), cadenas de valor, usos del suelo, mercados nacionales y globales (159 países) y demanda de productos agropecuarios (alimentos, biocombustibles, industrial). Este componente permite identificar cómo las variaciones del mercado (precios e ingresos) afectan la seguridad alimentaria, los efectos potenciales sobre el número de niños desnutridos y la población en riesgo de hambre. Junto con los modelos hidrológicos este componente permite evaluar los efectos de la variabilidad climática e hidroclimática sobre los sistemas de agua y alimento, el crecimiento socioeconómico impulsado por el cambio en la demanda de agua y la inversión en almacenamiento de agua e infraestructura de riego (Robinson et al. 2015).

Adicionalmente, IMPACT posee un módulo “post-solución” el cual brinda recomendaciones respecto a los escenarios proyectados, generando un análisis robusto de interés para los formuladores de política.

Para realizar análisis sobre seguridad alimentaria el modelo IMPACT posee dos módulos específicos. El primero de estos calcula los cambios en el número de niños subnutridos² considerando las variaciones de

² El porcentaje de niños desnutridos menores de cinco años se estima a partir del consumo medio de calorías, el acceso a educación secundaria por parte de mujeres, la calidad de la atención materno-infantil, la salud y el saneamiento, por medio de una regresión econométrica.

disponibilidad de alimentos a nivel nacional³. El segundo módulo, estima los cambios en la población con riesgo de hambre⁴, igualmente basado en las variaciones de disponibilidad de alimentos⁵. Los resultados de estos módulos, se incluyen en el componente de modelación multimercado para ser analizados con información socioeconómica. Es importante recordar que éste último incluye datos de las modelaciones hidrológicas que a su vez están basados en las simulaciones de clima (Robinson et al. 2015).

En este sentido, se observa que la seguridad alimentaria es un aspecto ampliamente analizado con el modelo IMPACT. Esta metodología permite conocer la interacción entre la producción, demanda y comercio de productos agropecuarios, considerando los aspectos fisiológicos del cultivo y las condiciones climáticas cambiantes. De igual manera, permite analizar las implicaciones de estos cambios y factores en el bienestar humano, siendo un aspecto importante a considerar en los escenarios futuros para la toma de decisiones. De esta manera IMPACT determina cambios globales y regionales en la productividad agropecuaria, en las dinámicas económicas del sector y en indicadores de seguridad alimentaria en condiciones de cambio climático.

2. Resultados/productos

Dentro de sus resultados, IMPACT genera información sobre área cosechada, rendimiento, producción, cantidad consumida, cantidad de alimento para consumo del ganado, cantidad utilizada para la producción de biocombustibles, precios y el comercio neto para cada producto agropecuario, por país y año (hasta 2050).

Sumado a esto, el modelo IMPACT genera análisis y herramientas que permiten desarrollar escenarios basados en la lógica interna del modelo. Adicionalmente, permiten la cuantificación y simulación de escenarios, para su verificación y ajuste. Estos modelos permiten a los tomadores de decisiones evaluar la robustez y probar diferentes políticas frente a escenarios alternativos. Adicionalmente, el modelo brinda indicadores de seguridad alimentaria como tasa de desnutrición en niños, promedio de consumo de calorías y población en riesgo de hambre, permitiendo a los gobiernos verificar el estado del cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Robinson et al. 2015).

Para efectos de este documento se realizó un ejercicio para América Latina y el Caribe. De acuerdo a lo anterior, se hicieron proyecciones del cambio de temperatura y precipitación para cada país, basados en cuatro modelos de circulación general (MCG, por sus siglas en inglés) procedentes del quinto informe de evaluación (AR5) del IPCC. Los cambios observados en las variables climáticas mencionadas, permiten identificar la magnitud de los cambios proyectados y sus posibles efectos en la agricultura de la región, así como las áreas de mayor vulnerabilidad por las condiciones geográficamente heterogéneas dentro de cada país.

Continuando con el ejercicio, se evaluaron los siete modelos biofísicos de AgMIP GGCM (Rosenzweig et al., 2014). Sin embargo, y de acuerdo con Rosenzweig et al. (2014), se descartaron tres modelos que

³ Los datos utilizados en este cálculo provienen del Banco Mundial, Naciones Unidas, Modelo IMPACT-Alimentos y FAO.

⁴ La proporción en riesgo es el porcentaje de la población total que está en riesgo de padecer desnutrición.

⁵ Este cálculo se basa en una fuerte correlación empírica entre la proporción de personas desnutridas en la población total y la disponibilidad relativa de los alimentos.

presentaban fallas. Entre los cuatro modelos restantes, se calculó la mediana del impacto del cambio climático para cada cultivo a nivel de cada píxel (medio grado Gridcell) y para cada MCG.

Posteriormente y para que los datos de cada píxel pudieran integrarse con el modelo IMPACT (Robinson et al. 2015) a escala subnacional (a nivel de "unidades de producción de alimentos"), se utilizó MapSPAM (You et al., 2014) para generar una cuadrícula de datos sobre la superficie cultivada para cada uno de los cultivos y así poder agregar los datos de cambios en rendimiento. Adicionalmente, se incluyeron datos estimados del PIB y del crecimiento de la población (considerando el escenario SSP2 del IPCC) al modelo. Con esta información, IMPACT hace supuestos sobre el crecimiento exógeno nominal de la producción agrícola por cultivos y países, asumiendo variaciones de la demanda y la respuesta de la oferta a los precios, y en el caso de la demanda, a los ingresos. El mismo proceso se realiza para la oferta y demanda mundial de los productos agrícolas para cada año.

A continuación, se muestran los cambios en el rendimiento de determinados cultivos de Latinoamérica y el Caribe para el año 2050, bajo escenarios de cambio climático generados por el modelo IMPACT (Figura 4). Si bien se observa disminución del rendimiento de algunos cultivos bajo escenarios de cambio climático, también se encuentran impactos positivos que aumentarán el rendimiento en el futuro. En términos de indicadores de seguridad alimentaria, los resultados del modelo IMPACT muestran el cambio de población en riesgo de hambre bajo condiciones de cambio climático en la región para el mismo periodo (Figura 5). De acuerdo a estos datos se identifica que la tasa de cambio es mayor ante condiciones de cambio climático menos favorables y por el contrario la tasa de cambio indica que hay menor población en riesgo de hambre, cuando las proyecciones climáticas consideran unos escenarios menos negativos.

En términos generales, los datos de salida del modelo indican que es mayor la cantidad de cultivos que se ven afectados negativamente por el cambio climático, por lo cual es importante enfocarse en estrategias hacia la adaptación, tales como aumento de la inversión en investigación agropecuaria, búsqueda de posibles cultivos alternativos, priorización de las zonas para enfocar los esfuerzos de investigación y extensión, y en cierta medida, sugerencias para la mejora de la infraestructura.

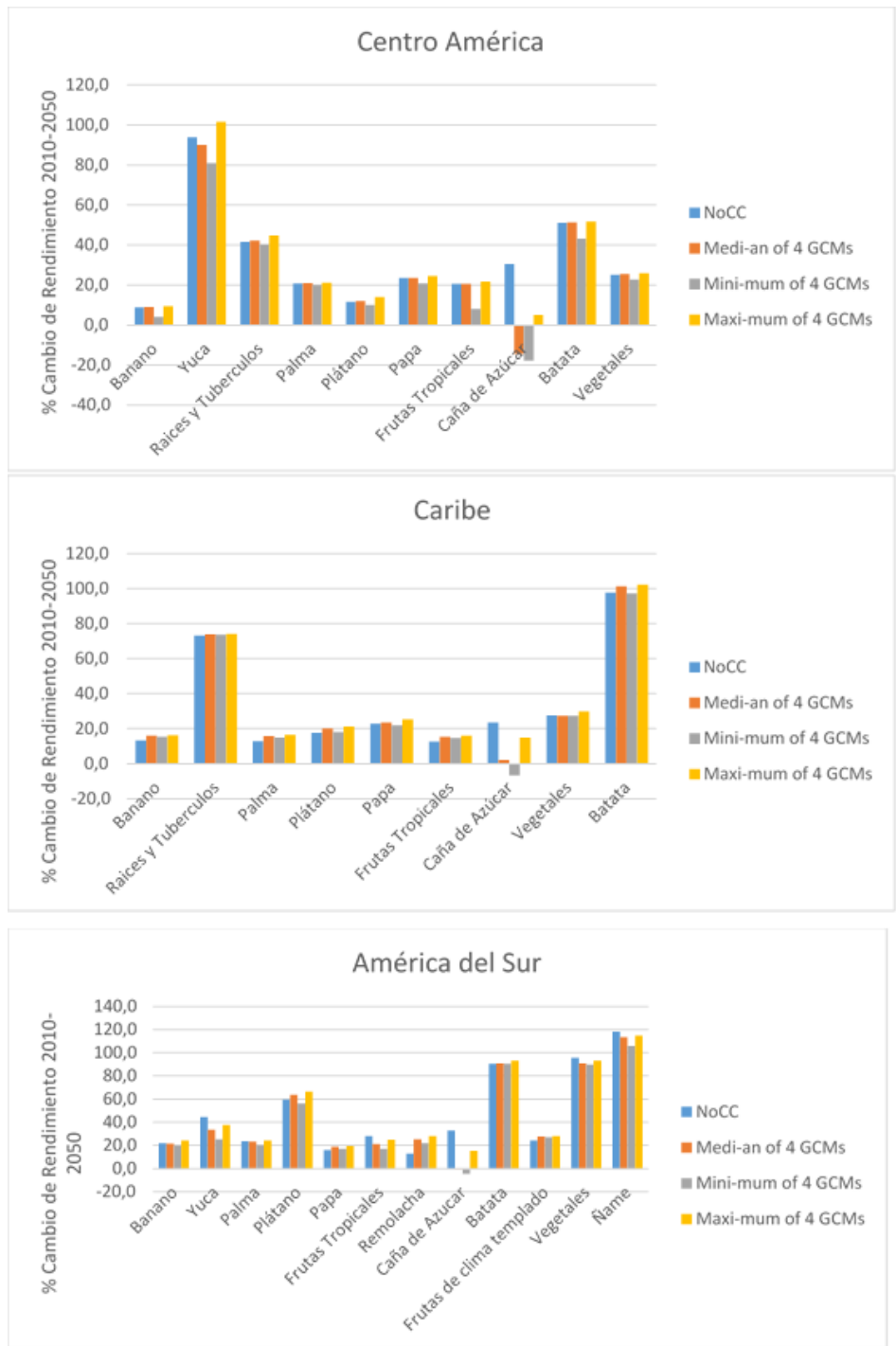


Figura 4. Porcentaje de Cambio de Rendimiento entre 2010 y 2050 bajo escenario de cambio climático para cultivos de América Latina y el Caribe. Resultados del modelo IMPACT.

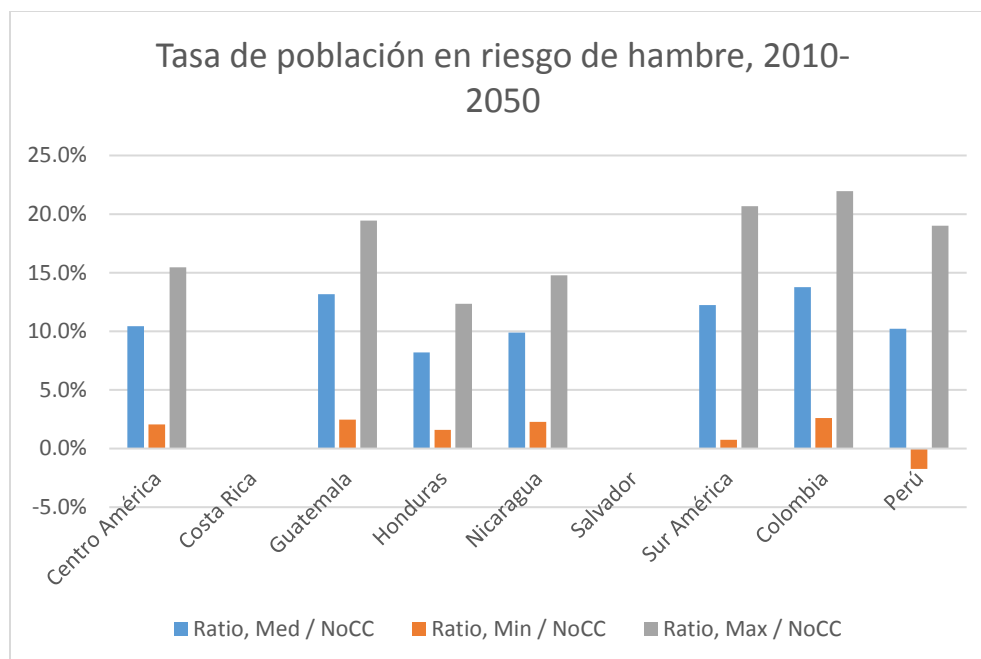


Figura 5. Tasa de cambio de población en riesgo de hambre bajo escenarios de cambio climático (2010-2050). Resultados modelo IMPACT

3. Casos de implementación

Debido a que el modelo IMPACT posee una estructura modular que permite integrar diferentes análisis físicos, biofísicos y socioeconómicos, se ha convertido en una herramienta flexible para el análisis de políticas y la toma de decisiones. Este modelo ha sido empleado en el análisis de los vínculos entre la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria tanto a nivel regional como nacional, así mismo se ha utilizado para el análisis de cultivos y para proyectos interdisciplinarios basados en escenarios.

Análisis de seguridad alimentaria a nivel nacional

Entre los casos de aplicaciones del modelo IMPACT en el análisis de seguridad alimentaria a nivel nacional se encuentran tres estudios desarrollados en África. El primero de estos presenta un análisis robusto de las amenazas que enfrenta la [seguridad alimentaria en once países⁶ de África occidental](#) y las implicaciones que el cambio climático tiene sobre ésta. Dentro de este estudio se realizaron simulaciones de procesos tanto económicos como biofísicos que influyen en la seguridad alimentaria, empleando el modelo IMPACT, el componente de modelación hidrológica de IMPACT y el Software de Soporte de Decisiones para la Transferencia de Agro tecnología (DSSAT, por sus siglas en inglés) (modelo de cultivos). Como resultado se identificó que el cambio climático modificará los patrones de lluvia, reduciendo su intensidad en la mayoría de países y a su vez se presentará un aumento de temperatura (2°C). Las temperaturas altas afectarán la fisiología de las plantas, incluidos los cultivos de primera necesidad en la región, esta situación podría verse agravada por la incapacidad genética de las plantas para sobrevivir a condiciones extremas.

⁶ Países de África Occidental incluidos en el estudio: Benín, Burkina Faso, Costa de Marfil, Ghana, Guinea, Liberia, Níger, Nigeria, Senegal, Sierra León y Togo.

Lo anterior generará consecuencias de largo alcance para las poblaciones pobres y marginadas, las cuales dependen de la agricultura para su sustento y a su vez tienen una menor capacidad de adaptación. Adicionalmente estas poblaciones resultan ser más vulnerables debido a que su economía depende de la agricultura de secano. De acuerdo con los cambios de clima proyectados, se espera que la productividad de los alimentos básicos sea afectada negativamente, principalmente en cultivos como el sorgo, yuca y maní. Un reto importante es aumentar la producción agropecuaria entre los agricultores de escasos recursos sin exacerbar los problemas del medio ambiente y al mismo tiempo hacer frente al cambio climático (Jalloh et al. 2013).

El segundo estudio a nivel nacional realizado en África, corresponde al análisis de las amenazas del cambio climático a la [seguridad alimentaria de ocho países de África del Sur](#)⁷. Al igual que el anterior estudio, se emplearon los mismos modelos para realizar los análisis. Los resultados del modelo IMPACT indican que la producción de maíz incrementará para el año 2050, sin embargo en algunos países la producción no satisficará la demanda, aumentando las importaciones netas de este cultivo y generando un aumento en el precio por encima de \$200/ton. Lo anterior dificultará la accesibilidad a este alimento por parte de las personas que se encuentran por debajo del umbral de pobreza. Para el caso de cultivos como sorgo y millo se espera un incremento en su producción para el 2050. En términos generales, los pequeños agricultores contribuyen con la mayor proporción de producción agropecuaria en los países analizados, por lo cual el sector agropecuario es considerado muy vulnerable ante los impactos del cambio climático (sumado al bajo rendimiento agropecuario). Adicionalmente, la población analizada presenta altas tasas de crecimiento de población y mayores tasas de evapotranspiración, por lo cual se puede esperar una mayor presión sobre los recursos hídricos e inmigración del campo a la ciudad (Hachigonta et al. 2013).

Por último, el tercer estudio a nivel de países desarrollado en África, corresponde al análisis de las amenazas a la [seguridad alimentaria que enfrentan diez países del Este de África](#)⁸. Al igual que los dos estudios mencionados anteriormente, en este estudio se emplearon los mismos modelos para realizar los análisis. Los modelos climáticos indican que para los países del Este de África se espera un aumento de las temperaturas mínimas, precipitaciones más erráticas y fuertes, así como una reducción de la producción de cultivos especialmente de secano y café. Los resultados del modelo IMPACT, indican que la producción de algunos cultivos incrementará a causa de la expansión del área cultivada y otros debido al progreso tecnológico. Así mismo se esperan aumentos de enfermedades en cultivos como café, yuca y plátano. Dado lo anterior, es necesario la formulación de políticas e inversiones enfocadas al crecimiento de la agricultura y productividad de los pequeños agricultores para enfrentar el cambio climático (Waithaka et al. 2013).

Otros casos de aplicación del modelo IMPACT a nivel de países pueden consultarse en Ye et al. 2014 (análisis para China) y Takle et al. 2013 (análisis para Estados Unidos).

Análisis de seguridad alimentaria a nivel regional

A nivel de región el modelo IMPACT ha sido empleado en la Región de Arabia, con el objetivo de identificar cambios en la seguridad alimentaria y la producción agropecuaria a 2050, para la formulación de políticas encaminadas a proteger la seguridad alimentaria de la región. El modelo fue desarrollado a

⁷ Países del sur de África que hacen parte del estudio: Botswana, Lesoto, Malawi, Mozambique, Sudáfrica, Suazilandia, Zambia y Zimbabue.

⁸ Países del Este de África analizados en el estudio: Burundi, República Democrática del Congo, Eritrea, Kenia, Madagascar, Ruanda, Sudán, Tanzania y Uganda.

partir de la comparación de un escenario base y dos escenarios considerando estrategias de inversión y políticas para el sector agropecuario. Dichos escenarios incluyeron proyecciones de cambio climático. Los resultados del modelo IMPACT indicaron la importancia de la investigación agropecuaria para garantizar la seguridad alimentaria de la región, así como la inversión en sistemas de riego, el mejoramiento del mercado y la buena gestión de los recursos naturales (Sulser et al. 2011).

Análisis de productos agropecuarios

Dentro del uso del modelo IMPACT para analizar productos agropecuarios, se encuentra el estudio realizado por Scott et al. (2000). Este estudio pretendía identificar la producción, utilización, comercio y proyecciones de importancia económica de cultivos como raíces y tubérculos, por contribuir a la alimentación, nutrición e ingresos de los agricultores más pobres del mundo. En este caso, el análisis incorporó un escenario base y un escenario alternativo de alta demanda y producción de tubérculos y raíces para el 2020. Los resultados para el escenario base indican que disminuirá la importancia económica relativa en comparación con el resto de los principales productos alimenticios en las próximas tres décadas, a pesar de la disminución de otros cultivos de importancia alimenticia. Por su parte el escenario alternativo de alta demanda y producción indica que la importancia económica de cultivos como las raíces y tubérculos en comparación con los productos básicos aumentará ligeramente. De acuerdo con esto, los autores indican que una mejor comprensión de la producción, la utilización, el comercio y futuros estimados de la importancia económica de estos cultivos tiene implicaciones potencialmente de largo alcance para las inversiones en agricultura.

Proyectos interdisciplinarios basados en escenarios

Dentro de los proyectos interdisciplinarios que han empleado el modelo IMPACT para sus análisis se encuentra la elaboración del libro “*World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*” el cual menciona que es probable que la seguridad alimentaria en el siglo 21 esté estrechamente vinculada con la seguridad hídrica. En este sentido, por medio del modelo IMPACT se analizan diversos escenarios de política y de inversión, asociados con la seguridad alimentaria y el recurso hídrico. El análisis da como resultado que la manera en que se formulan las políticas y se maneja el recurso hídrico realmente impactan el estado de la seguridad alimentaria. En este sentido al mejorar la gestión del recurso hídrico, las políticas y el aumento de la inversión, tiene un efecto positivo sobre los agricultores y otros usuarios del agua (Rosegrant et al. 2002)

Metodología 3: Caja de herramientas de género

1. Descripción de la Metodología

1.1. Revisión de literatura sobre la metodología

El género se refiere tanto a los roles sociales y culturales, visibles e invisibles que los hombres y las mujeres adoptan y las relaciones de poder entre ellos, que a menudo determinan el acceso y control de recursos y la toma de decisiones (Momsen, 2004). Estas diferencias socialmente construidas tienen un profundo efecto en cómo los hombres y las mujeres, los viejos y los jóvenes, manejan sus prácticas de agricultura y sus recursos naturales, y por lo tanto en la forma cómo responden al cambio climático. Las construcciones

sociales implican funciones específicas, posiciones y expectativas que se manifiestan en diferentes niveles, desde la unidad más pequeña de un hogar, hasta la comunidad y en el ámbito nacional. Puesto que son construcciones sociales, varían de una cultura a otra y cambian con el tiempo y el espacio.

La desigualdad de género surge cuando los hombres y las mujeres experimentan diferentes oportunidades y capacidades en términos de acceso y control sobre los recursos, las oportunidades de toma de decisiones y las actividades realizadas. En cuanto al impacto del cambio climático, existen dimensiones de género en la vulnerabilidad a causa de la diferencia de acceso que los hombres y las mujeres tienen a los recursos sociales y ambientales que se requieren para la adaptación. Estos pueden incluir educación, salud, finanzas y el crédito; además del conocimiento y la capacidad de tomar decisiones de adaptación. La relativamente mayor vulnerabilidad de las mujeres y las niñas a los desastres relacionados con el clima, tales como tormentas, inundaciones y sequías, están bien documentados.

Una de las razones de su mayor vulnerabilidad, son los roles de género social y culturalmente determinados. Por ejemplo en el caso de África, a) durante la sequía a los hombres adultos y jóvenes se les permite migrar a otras zonas, mientras que las mujeres y las niñas se deben quedar para atender a los hogares, aumentando su carga de trabajo y, potencialmente, haciéndolas más vulnerables a eventos como inundaciones, b) los hombres pueden acceder a créditos ya que tienen recursos para usar como garantía, y c) los niños asisten a la escuela por más años que las niñas y así acceden a mejores oportunidades, e incluso planes de vida que no estén relacionados con el sector agropecuario. El reconocimiento de estas realidades es un requisito previo e importante para asegurar que las estrategias de adaptación y mitigación sean sensibles al género. Es muy importante señalar que los programas y proyectos de adaptación y mitigación que no son sensibles al género, sin duda corren el riesgo de reforzar las diferencias en vulnerabilidad debidas al género.

En casi todas las sociedades, las mujeres desempeñan un papel fundamental en el logro de la seguridad alimentaria y nutricional del hogar. En este sentido, la “*caja de herramientas de género e inclusión: Investigación participativa en cambio climático y agricultura*” (Jost et al., 2014) aporta al análisis de la seguridad alimentaria y nutricional ya que se constituye en una herramienta para documentar la vulnerabilidad diferencial de hombres y mujeres al cambio climático e identificar las intervenciones sensibles al género. Está diseñada para evaluar las diferencias de género, establecer un análisis de línea base (información existente) y definir las formas en que el género esté integrado en todo el diseño de las intervenciones o programas, desde su ejecución, y seguimiento, hasta la evaluación final. En esencia, la caja de herramientas se puede utilizar para:

- Llevar a cabo el análisis de las diferencias de género en la vulnerabilidad, así como en las estrategias de adaptación y mitigación.
- Documentar datos desagregados por sexo (género) sobre el acceso a recursos productivos, el trabajo y el uso del tiempo, la dotación de recursos (riqueza) y la pertenencia a organizaciones sociales y de agricultores.
- Analizar la idoneidad de las instituciones y las políticas existentes para hacer frente a los impactos del cambio climático sobre el género.
- Usar toda la información mencionada anteriormente, sobre la disparidad de género para informar las intervenciones en agricultura y cambio climático sensibles al género.

Es importante señalar que la caja de herramientas también aumenta el conocimiento y fortalece las habilidades de participación de los ejecutores de proyectos/programas y de los investigadores. Los

ejercicios participativos incluidos en la caja de herramientas también preparan la mentalidad de los ejecutores del proyecto y los investigadores, incluyendo la manera de entender y descubrir la diferencia entre sexo y género, y cómo construir la confianza con los miembros de la comunidad.

1.2 Descripción de la metodología propuesta

La caja de herramientas de género e inclusión es un recurso y herramienta para profesionales de ONGs y diseñadores de programas que sirve para formular programas de cambio climático socialmente incluyentes y sensibles al género para el desarrollo rural. Esta es principalmente una metodología de investigación cualitativa que proporciona herramientas y métodos participativos para realizar análisis situacionales del conocimiento, la Agricultura Sostenible y Adaptada al Clima (ASAC), servicios de información climática y mitigación a nivel de comunidades y hogares. La caja de herramientas puede ser utilizada para recopilar datos sobre las diferencias de género en las prácticas agropecuarias, la disponibilidad de recursos, el acceso a la información de clima, las instituciones y el empoderamiento de la mujer. Sin embargo, ésta herramienta no permite analizar los componentes de los sistemas alimentarios que pueden ser afectados por el cambio climático, tales como disyuntivas por el uso del suelo (intensificación vs extensificación), evaluación y gestión de riesgo, pérdida de alimentos y residuos (fijación de precios, transporte y almacenamiento), nutrición y salud, entre otros.

Específicamente, la caja de herramientas proporciona definiciones de conceptos básicos (que a veces son confusos) como análisis social y de género, cambio climático, participación e investigación cualitativa. Adicionalmente ofrece una oportunidad para la investigación reflexiva, es decir, apoya a las comunidades y a los investigadores a aprender continuamente sobre diversos componentes de sus sistemas de cultivo en un clima cambiante. La caja de herramientas permite una exploración de la relación del género con otros factores tales como la mano de obra, recursos, riqueza, capacitación, información sobre el clima, conocimiento del medio ambiente, gestión del tiempo y cambios en las prácticas agropecuarias. El manual para la aplicación de la caja de herramientas de género puede ser consultado en el siguiente enlace: <https://cgspace.cgiar.org/rest/bitstreams/67165/retrieve>

Algunas de las preguntas generales a las cuales la caja de herramientas da respuesta son:

- ¿Cómo está cambiando el clima dentro de la comunidad y cómo los hombres, las mujeres y los jóvenes se han adaptado al clima cambiante?
- ¿Qué estrategias de adaptación y mitigación son apropiadas para los hombres y las mujeres dados sus calendarios estacionales y diarios, el acceso y control de los recursos y las oportunidades de movilidad?
- ¿Qué instituciones y políticas pueden apoyar la adaptación frente al cambio climático sensible al género?

Una ventaja de la caja de herramientas de género es que puede ser utilizada con pocos datos cuantitativos, ya que se pueden utilizar datos de otras herramientas y métodos que incluyan análisis de seguridad alimentaria y nutricional. Un ejemplo de lo anterior es el conjunto de Estadísticas de Género Agri-Gener (por su nombre en inglés) de la FAO⁹, el cual representa una excelente herramienta para recopilar estadísticas de género, y/o datos desglosados por sexo sobre agricultura, pesca, ganadería y silvicultura. Agri-Gender proporciona más de ocho cuestionarios de evaluación de género relacionados con la

⁹ Agri-Gener: <http://www.fao.org/gender/agrigender/agri-gender-toolkit/en/>

producción agropecuaria, incluida la población agropecuaria y número de hogares, acceso a los recursos productivos, producción y productividad, destino de los productos agrícolas, mano de obra y el empleo del tiempo, ingresos y gastos, organizaciones de agricultores, seguridad alimentaria y niveles de pobreza.

Adicionalmente, la implementación de la caja de herramientas de género puede ser complementada con las directrices que proporciona la investigación de GACSA "*Un enfoque sensible al género sobre Agricultura Sostenible Adaptada al Clima: Evidencia y orientación a los profesionales*", la cual brinda lineamientos para la comprensión y evaluación de un enfoque sensible al género en Agricultura Sostenible Adaptada al Clima. Inicialmente, esta investigación brinda una descripción de cómo las necesidades, prioridades y realidades de hombres y mujeres pueden ser reconocidas y abordadas adecuadamente en el diseño y aplicación de la ASAC para garantizar que mujeres y hombres se beneficien por igual (Nelson y Huyer, 2016).

En esta investigación se analizan las implicaciones de la igualdad de género para cada uno de los tres "pilares" de la ASAC: 1) aumentar de manera sostenible la productividad agropecuaria y los ingresos; 2) adaptarse y aumentar la resiliencia al cambio climático; y 3) reducir y/o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero, siempre que sea posible. Adicionalmente, describe los retos para el enfoque exitoso de ASAC con perspectiva de género, así como las diferentes capacidades, vulnerabilidades y situación de las mujeres y los hombres. Por ejemplo, la falta de voluntad política o compromiso con la igualdad de género, así como barreras culturales que limitan la participación y el liderazgo de las mujeres en actividades y organizaciones, pueden crear obstáculos a enfoques sensibles al género. Hombres y mujeres dentro del mismo hogar agropecuario a menudo con medios de subsistencia diferentes pero relacionados entre sí, incorporan diferentes opciones tecnológicas y de manejo de la producción como consecuencia de ello. Por tanto, es importante tener en cuenta cómo estas diferencias pueden afectar la participación de las mujeres y los hombres en la implementación de prácticas agropecuarias más sostenibles y los beneficios consiguientes (Nelson y Huyer, 2016).

En este estudio, se identifican cinco criterios para la inclusión de género en la ASAC (Nelson y Huyer, 2016):

1. El desarrollo y la aplicación de la práctica de ASAC ha sido permeado por el análisis de género
2. Todo el trabajo relacionado con la práctica de ASAC, debe incluir la participación y el compromiso de los hombres y las mujeres, en particular, de aquellos que se encuentren en la implementación de la misma
3. Se realizan esfuerzos para reducir las restricciones a la adopción de la práctica
4. La práctica se traduce en beneficios inmediatos para los hombres y las mujeres
5. La práctica se traduce en beneficios a largo plazo para los hombres y las mujeres

Finalmente, esta investigación sugiere algunos indicadores de género para medir cambios en el incremento del control de activos productivos, la participación en la toma de decisiones, el conocimiento, los cambios en el comportamiento y la actitud, la sensibilización, el empoderamiento, la mejora del nivel económico, la seguridad alimentaria y la nutrición de las mujeres y los hombres, entre otros.

2. Resultados/Productos

La caja de herramientas de género facilita el desarrollo de investigación con enfoque de género y socialmente más inclusiva y relevante tanto para los hombres como para las mujeres, identificando los roles y las relaciones de género a nivel interpersonal, familiar, y comunitario, en el sector agropecuario. Éste enfoque permite obtener análisis basados en el conocimiento de la comunidad (de abajo hacia arriba) y no basados en el conocimiento de expertos; permitiendo la participación de los hombres y mujeres en el debate sobre el cambio climático. En este sentido, como resultados de esta herramienta se obtienen análisis de datos que, en conjunto, explican cómo mujeres y hombres se adaptan al cambio climático y fortalecen su seguridad alimentaria (Jost et al., 2014).

Los roles y responsabilidades de género asignados por la sociedad y la cultura determinan cómo cada grupo experimenta de forma diferenciada los efectos del cambio climático. Comprender las diferentes opciones que hombres y mujeres adoptan para reducir su vulnerabilidad ante el cambio climático es de gran importancia en el desarrollo de estrategias y políticas. Dado lo anterior la caja de herramientas de género brinda información con enfoque de género para el desarrollo de la planificación de políticas en torno al cambio climático (Jost et al., 2014).

Con respecto a las políticas públicas, hay dos elementos clave que se necesitan mejorar para la integración de género en la ASAC. La primera es la insuficiente atención prestada al género (y sus desigualdades) en los sistemas agropecuarios en general y particularmente en la política agropecuaria. En segundo lugar, la mayoría de los gobiernos no tienen en cuenta los diferentes recursos, la capacidad de adaptación y las necesidades que las mujeres, hombres y jóvenes tienen con relación al manejo de los impactos del cambio climático. Han existido varios compromisos para la lucha en contra de la desigualdad de género en la política de los gobiernos. Estos compromisos piden que los países tomen las medidas apropiadas, incluso de carácter legislativo y la asignación de recursos para asegurar el desarrollo y el avance de las mujeres, especialmente en los países en desarrollo.

Dado lo anterior, para lograr la igualdad de género en cada uno de los tres pilares de la ASAC antes mencionados, se necesita una legislación transformadora de género adecuada a nivel nacional. Esta legislación nacional debe estar basada en información y datos científicos desglosados por sexo. Para esto, las tres herramientas descritas anteriormente: a) caja de herramientas de género, b) herramienta de estadísticas de género Agri-Gender de la FAO y c) prácticas de GACSA, pueden ser útiles para destacar las desigualdades de género mediante la identificación de las diferencias fundamentales entre las mujeres, los hombres y los jóvenes en relación con la ASAC y los determinantes socioculturales de las prácticas agropecuarias, con el fin de apoyar el cambio de política. En este sentido, la recolección de datos desagregados sobre género y la elaboración de reportes sobre tendencias cuantitativas y cualitativas, pueden ayudar a la planificación y transformación de prácticas de ASAC sensibles a género. De igual manera es importante destinar presupuestos orientados al trabajo en género y sistemas de evaluación y monitoreo, desde el nivel local al nacional. Algunos puntos clave que los gobiernos deben tener en cuenta con el fin de desarrollar e implementar políticas agropecuarias de ASAC sensibles al género son:

- El uso de herramientas científicamente robustas para la recolección de datos de alta calidad sobre género, desagregados en diferentes formatos (cuantitativos y cualitativos) y a nivel adecuado (desde el nivel de comunidad hasta el ámbito nacional). Estos datos llamarán la atención y serán la base para la formulación, aplicación y evaluación de políticas públicas planes y programas sensibles al género.

- Compromiso político para invertir en el uso de las cajas de herramientas de género para la recolección de datos, así como la apropiación de los datos recogidos.
- Participación de los actores clave especialmente mujeres y jóvenes agricultores en todos los niveles.
- Compromiso político para destinar recursos financieros y recursos humanos capacitados periódicamente.
- Monitoreo y evaluación regularmente de las políticas (incluyendo la revisión externa), con respecto a la forma cómo éstas están reduciendo o aumentando las desigualdades de género.

3. Casos de implementación

CCAFS ha empleado la caja de herramientas de género e inclusión en países como Ghana, Uganda y Bangladesh en colaboración con ILRI, IWWI, CARE International y FAO (Jost et al., 2016). En Ghana, ésta herramienta se ha implementado en la zona Noroccidental de Ghana para explorar los recursos a los que los hombres, las mujeres y los jóvenes tienen acceso a medida que se enfrentan a un clima cambiante, cómo acceden a información climática, las tendencias en la adopción de prácticas de ASAC, y los arreglos institucionales que permiten o impiden su adopción. Por ejemplo, resultados de este estudio demuestran que las prácticas de ASAC que involucran género son esenciales, ya que los hombres, las mujeres y los jóvenes utilizan diferentes fuentes para obtener la información estacional y diaria del clima, y hacen parte de diferentes organizaciones. Adicionalmente se ha encontrado que los hombres tienen mayor movilidad que las mujeres y recorren distancias más largas fuera de la comunidad, usando bicicletas y camiones mientras que las mujeres se trasladan a pie (Naab y Koranteng, 2012).

Por su parte, la implementación de esta metodología en Bangladesh encontró que los hombres y las mujeres se involucran en diferentes etapas de la cadena de valor. Por ejemplo, en la producción de cultivos los hombres son responsables de la producción primaria y la comercialización, mientras que las mujeres se involucran durante el manejo de la pos-cosecha. Por el contrario en la producción ganadera, las mujeres proporcionan la mano de obra para el manejo del ganado mientras que los hombres se encargan de comercializar la leche y otros productos de la ganadería. En el caso de Uganda, se observan las mismas tendencias en la disparidad de género con respecto a las responsabilidades en el manejo de cultivos y de ganado.

Adicionalmente, en los últimos dos años el uso de esta herramienta se ha promovido en países centroamericanos a través de [talleres participativos](#). Actualmente, se conoce que el Centro Especializado de Atención a la Mujer (CEAMUJER), ha empleado esta metodología para realizar un diagnóstico participativo en el marco del proyecto sobre gestión integrada de recursos hídricos de la comunidad rural Valle de Casa, permitiendo que los participantes lograran identificar los cambios en el clima, la vegetación, los medios de vida y en el recurso hídrico de la comunidad.

Metodología 4: Encuestas y bases de datos como herramientas para conocer y monitorear el estado del sector agropecuario

En términos de conocer el estado del sector agropecuario a nivel de la finca, las encuestas de hogares resultan ser una herramienta importante para la recopilación de datos y su posterior análisis, brindando información real y de gran utilidad para comprender las dinámicas agropecuarias y su planificación a futuro, incluyendo la temática de la seguridad alimentaria y nutricional. Así mismo, la recopilación de datos

agropecuarios mediante plataformas de fácil acceso es una manera de mejorar los análisis del sector para tomar decisiones contextualizadas. Dentro de las encuestas de hogares se encuentra la Encuesta de Indicadores Múltiples de Hogares Rurales (RHoMIS, por sus siglas en inglés), la cual caracteriza de manera rápida un conjunto de indicadores estandarizados abarcando de manera integral todo el sistema alimentario (productividad, seguridad alimentaria, nutrición, comercio, etc.). Por su parte, la Plataforma de Modelación de Sistemas Mixtos de Cultivos y Animales (IMPACTlite, por sus siglas en inglés), permite la captura de información sobre diferentes actividades agropecuarias y caracteriza los principales sistemas de producción agropecuaria. A continuación se describen estas herramientas.

RHoMIS, Encuesta de Indicadores Múltiples de Hogares Rurales

1. Descripción de la metodología

1.1. Revisión de literatura de la metodología

Lograr una Agricultura Sostenible y Adaptada al Clima (ASAC) depende de la comprensión de los vínculos entre las prácticas agropecuarias y de subsistencia, las posibles opciones de adaptación, y sus efectos colectivos sobre el rendimiento en finca. Es así como se necesitan indicadores de rendimiento en finca fiables con el fin de modelar estos vínculos, y posteriormente poder diseñar intervenciones que respondan a las diferentes necesidades de grupos específicos de usuarios. Sin embargo, la falta de estandarización de los indicadores de rendimiento ha dado lugar a una amplia variedad de herramientas e indicadores ad hoc que han sido influenciados por el manejo de la finca y el amplio contexto social-ambiental.

Lo anterior limita la capacidad de comparar entre estudios y extraer conclusiones generales sobre las relaciones y las disyuntivas entre las características y el manejo en finca, por un lado, y la nutrición, la seguridad alimentaria y la pobreza por el otro. RHoMIS (Encuesta sobre Múltiples Indicadores en Hogares Rurales) es una herramienta de encuesta de hogares diseñada para caracterizar rápidamente una serie de indicadores estandarizados, a través de todo el espectro de la producción agropecuaria y la integración de los mercados, nutrición, seguridad alimentaria, pobreza y emisiones de gases de efecto invernadero. La encuesta toma entre 40 y 60 minutos en ser diligenciada por cada hogar, para esto se utiliza una plataforma de implementación digital y un teléfono móvil o tableta.

Esta herramienta fue diseñada de acuerdo a los siguientes principios:

1. La encuesta tiene que ser lo suficientemente rápida para evitar la fatiga o molestia del participante, y así mantener los costos bajos para permitir tamaños de muestra más grandes con un presupuesto limitado.
2. La encuesta debe ser utilitaria. Todas las preguntas realizadas en la encuesta son utilizadas en análisis predefinidos con el fin de reducir al mínimo el levantamiento de datos superfluos.
3. La encuesta tiene que ser fácil de usar, de modo que todos los participantes en el proceso de recolección y análisis de datos puedan realizar las tareas con un mínimo de molestias, lo que aumenta la velocidad y mejora la calidad de los datos.
4. La encuesta tiene que ser flexible, de modo que pueda ser modificada fácilmente para adaptarse al contexto local de los sistemas y los hogares agropecuarios en que ésta sea aplicada.

5. Los datos recogidos tienen que ser fiables, y las preguntas deben ser fáciles para que los encuestados las entiendan fácilmente. Las respuestas deben basarse en criterios observables o la experiencia directa de los encuestados y no en conceptos abstractos.

Una descripción detallada de esta metodología puede encontrarse en Hammond et al. (2016).

1.2. Descripción de la metodología propuesta

Como se había mencionado anteriormente, la herramienta RHoMIS es una encuesta de hogares agropecuarios que se puede realizar a partir del uso de teléfonos inteligentes o tabletas. La información suministrada en la encuesta es directamente cargada a una plataforma, donde se calculan los indicadores por medio de programas específicos, como el software R. La herramienta posee la facultad de incluir módulos adicionales en la encuesta, con el objetivo de incorporar indicadores e información en función de las necesidades locales del estudio que se esté desarrollando (Hammond et al., 2016).

Los indicadores capturados por la herramienta RHoMIS son elegidos para representar factores importantes de la producción agropecuaria, la equidad de género, la nutrición y las relaciones de pobreza, a la vez que captura indicadores clave de interés relacionados con la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero). En total, la herramienta cuantifica 17 indicadores diferentes y está construida de forma modular, donde cada módulo recoge la información necesaria para el cálculo de los indicadores de desempeño que sean de interés. De esta manera, nuevos indicadores de interés para el usuario se pueden añadir fácilmente. Dentro de los indicadores de la herramienta se encuentran disponibilidad de alimentos, diversidad de la dieta, escala de acceso de la inseguridad alimentaria en el hogar¹⁰, índice de progreso de la pobreza, equidad de género, estimación de gases efecto invernadero (GEI) a nivel de fincas, productividad, valor de la producción, ingresos de la finca e intensidad de las emisiones de GEI.

Los datos recogidos se cargan en un servidor, y las etiquetas de la base de datos están vinculadas a un conjunto de procedimientos de análisis automatizados, que permiten una evaluación comparativa inmediata entre sitios y una caracterización dentro del sitio. La herramienta cuantifica el origen de los diferentes alimentos que se consumen durante los períodos buenos y malos en el año: ¿Fueron comprados o producidos en la finca? Esta información permite analizar los resultados a través de diferentes sendas de impacto de los sistemas alimentarios, ya sea a través de fomentar la disponibilidad de diferentes productos alimenticios en el mercado, o por medio de la estimulación de la diversidad del sistema alimentario utilizando la producción en finca.

2. Resultados/Productos

¹⁰ Escala de Acceso de la Inseguridad Alimentaria en el Hogar (HFIAS, por sus siglas en inglés): éste indicador estima la prevalencia de la inseguridad alimentaria y se basa en la idea de que la experiencia de la inseguridad alimentaria (acceso a los alimentos) provoca reacciones predecibles cuyas respuestas se pueden capturar y ser cuantificadas a través de una encuesta y representadas en una escala. Existen nueve preguntas que sirven para identificar el aumento general de la severidad de la inseguridad alimentaria (llamadas preguntas de ocurrencia), y nueve preguntas que se hacen como seguimiento a cada pregunta de ocurrencia para determinar la frecuencia de la condición ocurrida. Se pregunta a los encuestados sobre la inseguridad alimentaria durante el peor mes ('mala temporada') del año anterior, y las opciones de frecuencia pueden ser diaria, semanal, mensual o nunca/menos de un mes. El indicador se califica en una escala de 0 a 27, donde un número más alto significa que un hogar experimenta mayor inseguridad alimentaria.

La herramienta se ha empleado en regiones como América Central, África Subsahariana y el Sudeste Asiático, y ha generado información cuantitativa clave sobre las estrategias agropecuarias actuales que utilizan los agricultores, y cómo éstas, junto con sus recursos productivos, se combinan para generar su seguridad alimentaria y el estado nutricional. Los resultados también muestran claras disyuntivas entre los valores del indicador y cómo las características socio-culturales determinan la equidad de género e influyen fuertemente en las sendas para mejorar las dietas y la seguridad alimentaria. La herramienta también se ha aplicado en el Este de África para evaluar los cambios en los sistemas agropecuarios de los pequeños agricultores a través del tiempo, y para evaluar cómo los pequeños productores tratan de enfrentarse a la variabilidad climática (Fraval et al., 2016).

Los indicadores en las aplicaciones actuales de la herramienta RHoMIS dan una visión adecuada del estado actual de los sitios, y permiten evaluar el nivel de sostenibilidad y adaptación al clima de las estrategias agropecuarias. Los resultados pueden ser utilizados también en evaluaciones de proyectos post-hoc de intervenciones de ASAC específicas. Sin embargo, las aplicaciones no se limitan a prácticas de ASAC, ya que la herramienta RHoMIS busca ser un marco de trabajo de indicadores genéricos. Las adaptaciones de la herramienta, específicas al contexto, podrían ampliar el análisis para incluir el manejo integrado de los recursos naturales, el manejo integrado de nutrientes, la agricultura de conservación, la agricultura orgánica, el manejo integrado de plagas, la agro silvicultura, el manejo integrado de la fertilidad del suelo y muchos otros. De igual manera, la herramienta puede ser usada para construir tipos de fincas, con el objetivo de orientar intervenciones dirigidas a diversos sistemas de finca o para construir los insumos necesarios para la elaboración de evaluaciones de impacto ex-ante. La estandarización de indicadores proporciona múltiples beneficios, pero es un área de investigación que ha sido ignorada en gran medida en la literatura actual.

3. Casos de implementación

La herramienta RHoMIS se ha aplicado en una serie de proyectos orientados al desarrollo (financiados por USAID, BMZ, NORAD, DFID, FIDA, entre otros), con bases de datos recopilados en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Mali, Burkina Faso, Kenia, Tanzania, Malawi, Vietnam, Laos y Camboya, dando como resultado una base de datos con información cuantitativa de ~5000 familias de agricultores, y con muchas más aplicaciones en proceso que estarán listas para finales de 2016 y principios de 2017. Actualmente se está creando un portal de Internet a través del cual se van a distribuir las herramientas de recolección, visualización y análisis de datos. Las primeras bases de datos se distribuirán a través de este portal de Internet a finales de 2016 y principios de 2017. Los primeros datos que se pondrán en línea serán los recogidos en 800 familias de agricultores en cinco sitios ubicados en Nicaragua, El Salvador y Guatemala.

Dentro de las aplicaciones de RHoMIS se encuentra el estudio realizado por Hammond et al. (2016), en el cual se utilizó la herramienta para el levantamiento de la información a nivel de hogar en dos sitios contrastantes y vulnerables al cambio climático. El primer sitio es Trifinio (zona fronteriza entre El Salvador, Guatemala y Honduras) en Centroamérica; y el segundo fue el distrito de Lushoto en Tanzania (*hotspot* de biodiversidad). Los hogares para la aplicación de la encuesta fueron seleccionados por las organizaciones colaboradoras, considerando algunos hogares candidatos procedentes de un experimento de introducción de una variedad de frijol, el restante porcentaje de la población fue seleccionado al azar. Los resultados del estudio muestran que en ambas regiones los indicadores de seguridad alimentaria y diversidad de la dieta en el hogar son bajos, indicando mala nutrición e inseguridad alimentaria. Sin

embargo para el caso de Trifinio los valores en los indicadores de productividad y disponibilidad de alimentos son altos, mientras los indicadores de diversidad de cultivos son bajos, esto último se relaciona con la baja diversidad de la dieta en el hogar. Por ejemplo, en Guatemala se presenta el fenómeno del hambre oculta. Es así como los hogares allí encuestados tienen una ingesta suficiente de calorías pero no la suficiente ingesta total de nutrientes o micronutrientes, relacionada con la baja diversidad de cultivos, ya que principalmente su producción está orientada al cultivo de maíz y frijol. En contraste, en el caso de Lushoto las fincas poseen más diversidad de cultivos y más ganadería, lo cual genera mayores puntajes en diversidad de dieta, aunque la energía total disponible es menor que en Guatemala.

Respecto a las intervenciones de ASAC, el estudio realizó comparaciones entre prácticas orientadas a la intensificación de los sistemas productivos¹¹ y prácticas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas productivos tales como, manejo eficiente de abonos nitrogenados, aumento del peso del ganado y uso de alimentos de mejor calidad para ganado con el objetivo de reducir emisiones. El estudio encontró que las prácticas orientadas a mejorar la eficiencia de los sistemas productivos contribuyen a reducir las emisiones y mejorar la seguridad alimentaria, esto debido a que los sistemas productivos presentes en las zonas de estudio son de pequeña escala, particularmente en Trifinio. Adicionalmente, la aplicación de la herramienta RHoMIS identificó que la afectividad de las intervenciones de ASAC no sólo depende de la estrategia o la intervención en sí, sino que también está determinada por una interacción entre las características del hogar agropecuario y el manejo de la finca. Siendo este uno de los usos más importantes de la herramienta RHoMIS (Hammond et al., 2016).

IMPACTlite, Plataforma de Modelación Integrada de Sistemas Mixtos de Cultivos y Animales

1. Descripción de la metodología

1.1. Revisión de literatura de la metodología

Numerosos estudios han tratado de comprender cómo las decisiones de los agricultores se ven influenciadas por las características socio-económicas, ambientales y socio-políticas de la región en que viven. A pesar de que se han establecido bases de datos estándar para captura de datos teniendo en cuenta los componentes de los sistemas (cultivos, ganado, suelo), se han desarrollado pocos para la captura de datos a nivel de sistema (Herrero et al, 2005). Con base en esto, fue creada la Plataforma de Modelación Integrada de Sistemas Mixtos de Cultivos y Animales (IMPACT), desarrollada por el Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI, por sus siglas en inglés) para fomentar el intercambio de datos mediante el uso de protocolos estándar, permitiendo el uso de herramientas para facilitar los análisis de diversos sistemas productivos. Desde sus inicios la herramienta ha tenido mejoras, la más reciente de estas ha sido llamada IMPACTlite, la cual se ha desarrollado en conjunto con CCAFS. Esta versión mejorada tiene una interfaz más amigable, siendo más fácil y eficaz de utilizar.

IMPACTlite proporciona un marco unificado para recopilar información detallada sobre los recursos agropecuarios, las estrategias de manejo agropecuario, la productividad agropecuaria y la economía doméstica en los hogares (Yasub, 2013). Dentro del conjunto de datos que recopila la plataforma, se ha

¹¹ En algunos casos se ha identificado que la intensificación agrícola puede reducir la intensidad de gases de efecto invernadero en las grandes explotaciones agrícolas (Hammond et al., 2016).

incluido información con enfoque de género sobre el control de los recursos, la propiedad de la tierra y la asignación de actividades (Odongo, 2014).

1.2. Descripción de la metodología propuesta

La plataforma IMPACTlite está conformada por 17 formatos para la recopilación de información agropecuaria. El primer formato corresponde a información relacionada con integrantes del hogar, incluyendo información que abarca desde cuestiones relacionadas con la estructura familiar hasta temas de educación. Por su parte el segundo formato corresponde a información sobre la distribución de las parcelas, los requerimientos y producción, tipos de sistemas de riego, entre otras. El formato 3 de la encuesta, hace referencia a la clasificación de actividades agropecuarias dentro de las fincas (Silvestri et al., 2014).

Los formatos de recopilación de información pueden ser modificables, es decir pueden introducir nuevas preguntas o eliminar otras, de acuerdo con el contexto de la región. El manual de usuarios para la implementación de esta metodología puede encontrarse en la base de datos de IMPACTlite¹².

2. Resultados/Productos

IMPACTlite recopila datos característicos que pueden generar tipologías de los hogares agropecuarios, suministrar datos para los modelos de simulación y generar información como base para las evaluaciones de impacto, con una especial atención en las zonas tropicales (ILRI, s.f.).

Otro tipo de información que es recolectada por los formatos de la encuesta está relacionado con cantidad de tierra, propiedad de tierra, mano de obra, tipos de actividades agropecuarias e insumos empleados, cantidad de producción, principales cultivos producidos, tipos y uso de residuos de cosecha, inventario ganadero, actividades ganaderas y sus insumos, tipo y cantidad de alimento para ganado, y tipos de productos de ganadería. Así mismo indaga sobre la composición del hogar, los ingresos y gastos del hogar, incluyendo un enfoque de género, y por supuesto recolecta información sobre el consumo de productos tanto de la finca como por fuera de esta y la propiedad de bienes (Silvestri et al., 2014).

De la plataforma IMPACTlite se pueden descargar fácilmente los datos y cifras que se han generado. De igual manera es posible replicar la encuesta en otros sitios, incluso para realizar comparaciones con datos existentes. Adicionalmente los usuarios de esta plataforma pueden modificar y generar otras encuestas con las herramientas existentes.

Uno de los usos de los datos generados por IMPACTlite es la elaboración de modelos para realizar evaluaciones de impacto de un manejo alternativo de los cultivos o de una nueva intervención de política. Adicionalmente, permite la caracterización de los cultivos generando un mejor conocimiento del funcionamiento del sistema, para evaluar diferentes escenarios de manejo (Herrero et al. 2005). Sumado a esto, los datos de IMPACTlite permiten una evaluación ex-ante de los impactos del cambio climático sobre la producción y el consumo de alimentos, la identificación de medidas de adaptación y mitigación, así como indicadores de medios de vida y emisiones que permitan estimar el impacto de la agricultura sobre el medio ambiente (Rufino et al., 2012).

¹² El manual de usuario puede encontrarse en el siguiente enlace:

https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/24751&studyListingIndex=0_d1e3eb1ade9384807a3162ac334f

Actualmente IMPACTlite, posee una base de datos con información recopilada para 15 sitios de muestreo en países de África Oriental, África Occidental y del Sur de Asia, la cual puede ser consultada en el siguiente link <http://data.ilri.org/portal/dataset?q=impactlite>

3. Casos de implementación

Dentro de las aplicaciones de IMPACTlite se encuentra el estudio realizado por Douchamps et al. (2015), en el cual se utilizó la herramienta para la recopilación de datos que fueron empleados en la identificación de los vínculos entre determinadas estrategias de adaptación (diversidad de cultivos, conservación de suelos y agua, árboles en sistemas agropecuarios, pequeños rumiantes, variedades mejoradas de cultivos, fertilizantes), la seguridad alimentaria, las características del hogar agropecuario y la productividad agropecuaria en tres lugares agroecológicos contrastantes de África Occidental (Burkina Faso, Ghana y Senegal). El protocolo de recolección de datos se describe en detalle en Rufino et al. (2012). Para los tres sitios de estudio se recolectaron datos de 600 hogares, a través de una estrategia de muestreo estratificado. Los datos se encuentran disponibles en el siguiente enlace <https://dataverse.harvard.edu/dataverse/harvard?q=CCAFS+baseline> (Silvestri et al. 2014).

En este estudio, la atención se centró en uno de los pilares fundamentales de la seguridad alimentaria, es decir, la disponibilidad de alimentos, donde el objetivo es obtener cantidades suficientes de alimentos y de calidad adecuada, disponible a nivel de hogares a lo largo del año. Para estimar esto, se calcularon los coeficientes de seguridad alimentaria y de autosuficiencia alimentaria. La tasa de seguridad alimentaria es la relación entre la energía consumida en un hogar, proveniente tanto de las explotaciones agropecuarias del hogar, como de los productos comprados, dividida entre la necesidad de energía del hogar. La tasa de autosuficiencia de alimentos es la relación entre la energía consumida por un hogar proveniente de productos de las explotaciones agropecuarias, dividido por las necesidades de energía. Se considera que los hogares tienen seguridad alimentaria si la relación es mayor que uno.

En este sentido, los resultados del estudio demuestran que las diferencias entre el área de tierra per cápita y la productividad de la tierra explican en gran medida la variación de la seguridad alimentaria en los diferentes sitios. Adicionalmente, los ingresos aumentan de forma constante con respecto al tamaño de la tierra, y tanto los ingresos como la productividad de la tierra aumentan con el grado de orientación al mercado. Por su parte, la adopción de estrategias de adaptación fue generalizada, aunque la intensidad de la práctica varió entre los tipos de hogares. Se encontró que las estrategias de adaptación mejoran la seguridad alimentaria de algunos hogares, pero no de todos. Algunas estrategias tuvieron un impacto positivo significativo en la productividad de la tierra, mientras que otras redujeron la vulnerabilidad representada en un flujo de caja más estable durante todo el año. La base de datos generada en este estudio, forma parte de un estudio de línea base para estos tres sitios, y las encuestas se repetirán en el futuro (utilizando los mismos instrumentos de estudio) con el fin de monitorear el progreso de indicadores clave, tales como ingresos familiares y los indicadores de seguridad alimentaria descritos anteriormente.

Finalmente, dentro de este tipo de herramientas, cabe mencionar los estudios de línea base implementados por CCAFS, los cuales constituyen un componente clave del monitoreo, aprendizaje y evaluación de CCAFS. Los datos de la línea base se recolectan al principio del establecimiento de los Territorios Sostenibles Adaptados al Clima (TeSAC). El propósito es monitorear los cambios clave en el comportamiento y prácticas a lo largo del tiempo, buscando no atribuir los cambios a una intervención específica sino observar los cambios e inferir si la resiliencia de los agricultores está incrementando o no.

Estos estudios contribuyen a priorizar la investigación futura y soportan la relación con socios estratégicos como parte de la investigación para el desarrollo. Los estudios de línea base de CCAFS se realizan a nivel de hogares, comunidades y organizaciones. En la primera dimensión es donde se trabajan los aspectos relacionados con la seguridad alimentaria y nutricional. El número de alimentos consumidos por hogar que provienen de la finca es uno de los indicadores del estudio, así como el número de alimentos que tienen que comprar por fuera. La metodología sugiere un índice de seguridad alimentaria basado en el número de meses que la familia no tiene suficiente alimento para abastecer su alimentación mínima. De igual forma, se establecen indicadores para determinar cuántos cultivos principales están asociados a la seguridad alimentaria y las fuentes de alimento fuera del hogar. Los análisis de los estudios de línea base permiten contar con información para priorizar las opciones de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima que se deben promover e implementar para reducir los efectos negativos en la seguridad alimentaria en un contexto de clima cambiante.

Metodología 5: Territorios Sostenibles Adaptados al Clima (TeSAC)

1. Descripción de la metodología

1.1. Revisión de literatura de la metodología

Los retos que hoy en día enfrentan los agricultores con respecto al clima se están convirtiendo en una barrera cada vez más importante para mantener la productividad de las actividades agropecuarias. Hoy, cerca del 32-39% del rendimiento agropecuario mundial está explicado por el clima, lo que se traduce en fluctuaciones de producción anuales de aproximadamente 2 a 22 millones de toneladas para cultivos como maíz, arroz, trigo y soya (Ray et al. 2013). Sumado a esto, los análisis de producción de alimentos realizados por FAO basados en las proyecciones de crecimiento de población para el 2050 prevén la necesidad de incrementar al menos en 60% la producción mundial para abastecer la demanda de alimentos y al mismo tiempo el IPCC plantea que según los escenarios de cambio climático, se espera una disminución de al menos 5% de la producción global por cada 1°C que incremente la temperatura.

En este sentido, para mantener el crecimiento de la producción agropecuaria mientras se minimiza el impacto sobre el medio ambiente, es clave tener una producción sostenible de alimentos y alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. La Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) busca aportar en este sentido a través de tres pilares: i) incrementar de manera sostenible la productividad agropecuaria, para apoyar los aumentos equitativos en los ingresos agropecuarios, la seguridad alimentaria y el desarrollo; ii) adaptar y fortalecer la resiliencia de los sistemas de seguridad alimentaria al cambio climático a múltiples niveles; y iii) reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) de la agricultura (incluyendo cultivos, ganadería y pesca).

Si bien hay esfuerzos orientados a la promoción de ASAC a nivel global, la generación de evidencia sobre qué tanto las diferentes prácticas, tecnologías, servicios, procesos y arreglos institucionales contribuyen a sus pilares es fundamental. Esta evidencia será útil para poder identificar las diferentes sinergias y disyuntivas entre los pilares en las diversas agroecologías y contextos socioeconómicos de la población rural en los diferentes países del mundo. Es así como, los Territorios Sostenibles Adaptados al Clima

(TeSAC)¹³ promovidos por CCAFS tienen como propósito contribuir a cerrar los vacíos de evidencia a través de la investigación participativa con plataformas multi-actores, teniendo como eje fundamental los pequeños agricultores, y sus retos tanto en términos de la relación clima-agricultura como aquellos asociados al desarrollo rural.

Respondiendo a la necesidad de opciones de ASAC probadas y efectivas, CCAFS desarrolló el enfoque de TeSAC, un enfoque escalable para mejorar la resiliencia de agricultores pequeños ante un clima variable y cambiante, y donde sea posible, reducir las emisiones de GEI. Los TeSAC reúnen conocimiento relevante a nivel local y global en prácticas, tecnologías y servicios de ASAC que funcionan en sinergia con las intervenciones institucionales y políticas.

1.2. Descripción de la metodología propuesta

Un TeSAC es un espacio para generar evidencia significativa y sistemática de la eficiencia de la ASAC en un escenario de la vida real a través del co-desarrollo, prueba, evaluación y promoción de opciones de ASAC integradas e innovadoras (incluyendo opciones tecnológicas, sociales, institucionales, financieras, cadenas de valor y políticas) (Figura 6). Los TeSAC se fundamentan en los principios de **investigación participativa** para aterrizar la investigación en condiciones habilitadoras locales y contexto-específicas. El enfoque genera innovaciones metodológicas de Investigación para el Desarrollo (I+D) mediante el uso de plataformas colaborativas multi-actor, que facilitan el co-desarrollo de mecanismos de escalamiento hacia los niveles de paisaje, sub-nacional y nacional. En el establecimiento de los TeSAC y la selección de las actividades a implementar, el énfasis siempre debe estar en el escalamiento, involucrando a socios y procesos desde el inicio con el fin de alcanzar dicha meta.

En otras palabras, los TeSAC son “**laboratorios vivos**” donde las comunidades prueban, co-desarrollan y adoptan portafolios integrados de ASAC que ameritan inversión para el **escalamiento**. Los TeSAC proporcionan un marco sólido para elaborar investigación en relación a ambientes habilitadores (contextos específicos socio-económicos, barreras e incentivos financieros, institucionales y políticos) y construyen la evidencia base para un escalamiento amplio de la ASAC. Además de ser un *vehículo* para facilitar el escalamiento, el enfoque de TeSAC cataliza la convergencia de iniciativas y acciones a lo largo de las diferentes escalas (ej. programas de adaptación y mitigación nacional y sub-nacional) con el propósito de promover desarrollo rural sostenible en el contexto de cambio y variabilidad climática.

El enfoque de TeSAC promueve la adaptación local e incremental y el fortalecimiento de capacidades locales para continuar la innovación, experimentación y adaptación. El principal objetivo del enfoque es tener un impacto positivo sobre las comunidades dependientes de la agricultura lo cual incluye garantizar la participación de las mujeres y comunidades marginales. Según aplique, los aspectos diferenciados de género son evaluados para asegurar que la priorización y desarrollo de portafolios de las tecnologías, mejores prácticas y servicios de ASAC aborden temas de **género e inclusión social**.

¹³ En inglés “Climate Smart Villages”.



Figura 6. Componentes de un TeSAC

2. Resultados

Los TeSAC buscan ser generadores de evidencia de la efectividad de las tecnologías, prácticas y servicios de ASAC conjuntamente con las comunidades y los actores locales. Es así como estos territorios sirven como puente para escalar e implementar las diferentes opciones de ASAC, que hayan demostrado una contribución a la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación al cambio climático.

En los TeSAC se genera evidencia en cuanto a opciones de adaptación asociadas al **recurso hídrico** (cosecha de agua lluvia, nivelación láser del suelo, micro-riego, siembra en cama, cambio en los métodos del establecimiento del cultivo); **a los nutrientes** (manejo sitio específico de nutrientes, fertilizantes de precisión, manejo de residuos); **al carbono y energía** (agroforestería, bombas solares, labranza de conservación, legumbres, manejo de ganadería); **al manejo del clima** (servicios de extensión basado en tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), seguros indexados, variedades tolerantes a estrés); y **al conocimiento** (aprendizaje campesino a campesino, fortalecimiento de capacidades, bancos de semilla comunitarios y cooperativas, diversificación de cultivos, información de cultivos y manejo del riesgo fuera de la finca) (Figura 7).



Figura 7. Opciones de ASAC que se pueden implementar en los TeSAC

Los resultados esperados están asociados al incremento de la producción y del ingreso de los agricultores, así como a la estabilidad en el ingreso ante eventos de riesgo climático y la adaptación en el largo plazo al cambio climático. De igual forma, se busca un desarrollo bajo en emisiones, la convergencia de los programas de gobierno y el acceso y generación de finanzas climáticas y de desarrollo. Sin embargo, **no hay un paquete fijo** de intervenciones de ASAC o un enfoque que se ajuste a todos. Las intervenciones difieren de acuerdo con la región, sus características agroecológicas, nivel de desarrollo, y capacidad e interés de los agricultores, actores y gobiernos locales.

3. Casos de implementación

Territorio Sostenible Adaptado al Clima en Los Cerrillos (Cauca, Colombia)

El TeSAC está ubicado en el departamento del Cauca, Colombia. Esta zona representa una de las regiones del país más afectadas por el conflicto armado. En el contexto del próximo acuerdo de paz, esta región constituye un laboratorio adecuado para investigar cómo un entorno habilitador podría promover el desarrollo rural basado en un enfoque territorial. Este TeSAC se caracteriza por una importante diversidad cultural (indígenas, afro-descendientes), y los problemas sociales y económicos exacerbados por la vulnerabilidad climática y ambiental. A pesar de diversas dificultades, la organización social a través de las Juntas de Acción Comunal (JAC) ha permitido la cohesión entre la población que se ha fortalecido a través del proceso de titularización de tierras liderada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Este entorno ha facilitado la evolución orgánica de una plataforma de actores que incluía inicialmente a la Fundación Ecohabitats (socio estratégico local de CCAFS), la Asociación JAC que reúne a 14 veredas y a CCAFS. La plataforma ha ido evolucionando y ahora incluye otras instituciones locales y regionales de gobierno, universidades, centros de investigación, instituciones técnicas (ej. SENA -. Instituto Nacional de Servicios de Aprendizaje), entre otros. Esta plataforma de innovación apoya la co-creación de

conocimiento mediante la implementación de prácticas, tecnologías y servicios de ASAC y la consolidación de una comunidad resiliente que aprovecha los cambios generados por el clima, pero al mismo tiempo mejora los medios de vida y aspira a conseguir una agricultura sostenible (Figura 8). Lo anterior se facilita si se tiene en cuenta que los jóvenes y los niños juegan un papel fundamental en la implementación del enfoque. Los jóvenes de la vereda están co-diseñando un futuro plausible para su pueblo y al ser parte de este proceso se han reconocido como pieza fundamental del desarrollo en donde encuentran oportunidades interesantes para mejorar la calidad de vida de ellos y de sus padres (CCAFS, 2016).

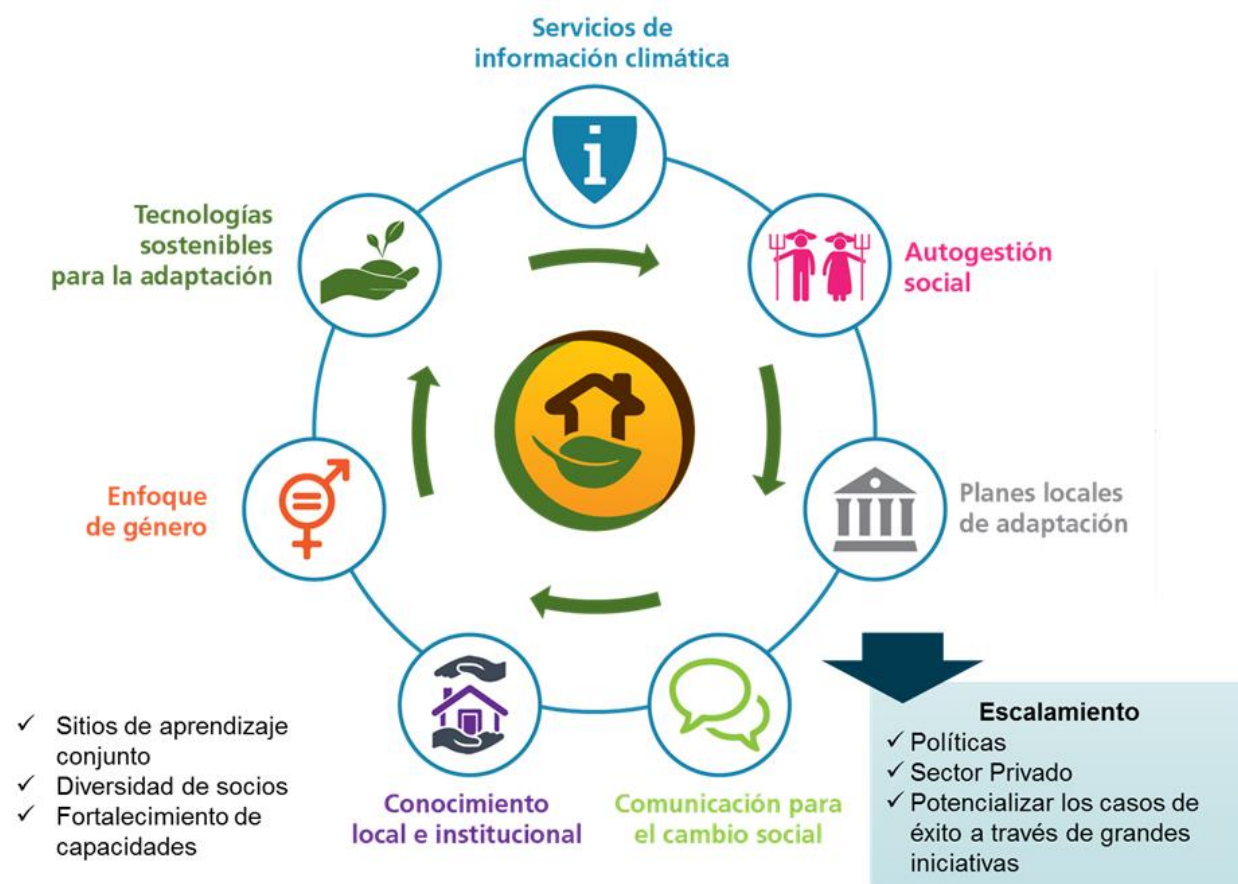


Figura 8. Frentes de acción en el TeSAC de Los Cerrillos en Cauca, Colombia

El proceso comenzó por asimilar y entender lo que el clima y sus cambios significan para la población del pueblo y sus medios de vida. Con esta información, la misma comunidad desarrolló análisis de la vulnerabilidad a nivel de su finca con el fin de entender las amenazas, e identificar las acciones para reducir dicha vulnerabilidad (Figura 9). Estas acciones fueron priorizadas en los planes de adaptación locales elaborados por cada familia teniendo en cuenta su capacidad y riesgos e incluyendo no sólo sus principales cultivos/actuales (café y caña de azúcar), sino también cultivos potenciales que pudieran ser incluidos en sus sistema agrícolas (por ejemplo, frijol y yuca). Estas acciones se están materializando por medio de la implementación de medidas específicas de adaptación: monitoreo de las variables a nivel de finca (precipitación, temperatura y humedad) y la participación en la Mesa Técnica Agroclimática del Cauca, cosecha de agua lluvia, construcción de huertas verticales, circulares y tradicionales, biodigestores y evaluación de variedades mejoradas de frijol, entre otros (CCAFS, 2016).



Figura 9. Proceso de priorización de opciones de ASAC en el TeSAC.

Como parte del proceso de implementación de los planes de adaptación local, mecanismos de aprendizaje entre campesinos e intercambios entre comunidades se están adelantando con el fin de compartir experiencias y lecciones aprendidas. De igual manera se está trabajando con los jóvenes a través del entrenamiento en comunicación y sistemas de información geográfica, y al mismo tiempo las instituciones académicas de la comunidad a nivel municipal están sirviendo como enlace con la política nacional. Como resultado de ello, la Secretaría de Agricultura de Popayán, en cumplimiento de la Política Nacional de Educación, incluirá como parte del proceso Municipal de Educación Ambiental la metodología para formular planes de adaptación local, pondrá en marcha un proyecto piloto en el TeSAC, y fortalecerá la "Red de Jóvenes para el Medio Ambiente" a nivel municipal (CCAFS, 2016).

El seguimiento y la evaluación de las prácticas priorizadas por la comunidad se están desarrollando dentro de la plataforma de innovación. Es así como se incluyen indicadores relativos a la mejora del rendimiento, la productividad, la diversificación y otros, así como las relacionadas con la evolución y la dinámica de la propia plataforma. La investigación alrededor de las emisiones de GEI en los sistemas agropecuarios incluye la modelación de los flujos de GEI provenientes de diferentes opciones de uso de la tierra, la recolección de datos sobre los sumideros de carbono y emisiones de GEI potenciales de las fincas seleccionadas, la validación de los modelos mecanicistas seleccionados a partir de datos de las áreas críticas en términos de emisiones de GEI, análisis del impacto de la mitigación del cambio climático y la adaptación estrategias teniendo en cuenta las emisiones de GEI y la calidad del suelo (CCAFS, 2016).

Conclusiones y recomendaciones

El cambio climático impactará todas las dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional, desde la disponibilidad, acceso, uso y estabilidad, afectando todo el sistema alimentario. Sin embargo, la mayor parte de los esfuerzos de investigación en la región se están enfocando en conocer los impactos sobre la productividad y rendimiento agropecuario. Dado lo anterior, es importante realizar investigaciones orientadas a conocer los impactos en todas las dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional, que permitan una mejor planificación a largo plazo y continuar con el cumplimiento de objetivos de seguridad alimentaria de la región.

Aunque actualmente no existe un marco de análisis exhaustivo y aceptado para conocer los vínculos e impactos entre el cambio climático y la seguridad alimentaria y nutricional, este documento brinda una propuesta de marco de análisis, que incluye las interrelaciones entre el sistema alimentario y el cambio climático y que resalta la importancia de los ambientes habilitadores. Esta propuesta puede servir como herramienta para el inicio de investigaciones de este tipo en la región.

Si bien dentro de las metodologías propuestas ninguna ofrece una evaluación o análisis integral que contemple las interacciones entre los diferentes componentes del sistema alimentario y el impacto del cambio climático sobre éstos, el uso en conjunto de varias de estas metodologías, como por ejemplo IMPACT y la caja de herramientas de género, puede contribuir a generar una visión más integral de las interrelaciones entre cambio climático y seguridad alimentaria. Lo anterior es información supremamente útil para la planificación y la toma de decisiones.

Ante la necesidad e importancia de conocer las interrelaciones entre cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional de una manera integral, y de esta manera reducir los riesgos que el cambio climático impone en el sistema alimentario, se propone trabajar en los siguientes 4 frentes de trabajo (Campbell, B.M., et al., 2016): a) Cambiar la cultura de investigación para centrarse en una agenda orientada a la acción; b) Construir portafolios de opciones para los agricultores, las comunidades y los países mediante un proceso participativo donde los actores clave lideren dichos procesos; c) Asegurar que las medidas de adaptación sugeridas sean relevantes para los más vulnerables al cambio climático; y d) Promover y generar información sobre acciones que combinen adaptación y mitigación, a la vez que se garantiza la seguridad alimentaria. Consideramos que seguir esta agenda de trabajo nos acercará cada vez más a lograr encontrar soluciones que apunten a un sistema alimentario resiliente donde la variable climática sea gestionada satisfactoriamente de manera que afecte lo menos posible a nuestras poblaciones más vulnerables.

Referencias

- Alexandratos, N., Bruinsma, J., 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper Rome, FAO.
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., Timmermann, A., Santoso, A., McPhaden, M.J., Wu, L., England, M.H., Wang, G., Guilyardi, E., Jin, F.F. 2014. Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change* 4, 111–116. doi:10.1038/nclimate2100
- Campbell, B.M., et al., Reducing risks to food security from climate change. *Global Food Security* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2016.06.002i>
- CCAFS. 2016. The Climate-Smart Village Approach: A novel strategy for scaling up climate-smart agriculture options. To be published. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. Available online at: www.ccafs.cgiar.org
- CCAFS, 2015. Testing climate and agriculture policy against future scenarios. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/65082/CCAFS%20Future%20Scenarios.pdf>
- CDKN. 2014. Reporte de evaluación del IPCC ¿Qué implica para Latinoamérica? Climate & Development Knowledge Network (CDKN).
- CEPAL, FAO, ALADI. 2016. Seguridad alimentaria, nutrición y erradicación del hambre CELAC 2025: Elementos para el debate y la cooperación regionales. Santiago: Naciones Unidas.
- CGIAR. 2015. CGIAR strategy and results framework 2016-2030. Disponible en: <http://www.cgiar.org/our-strategy>.
- 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. doi:10.1038/nclimate2153
- Dijk van, M., Meijerink, G.W., 2014. A review of global food security scenario and assessment studies: Results, gaps and research priorities. *Glob. Food Secur., SI: GFS Conference 2013* 3, 227–238. doi:10.1016/j.gfs.2014.09.004
- Douxchamps S, Van Wijk M, Silvestri S, Moussa A, Quiros C, Ndèye Badiane Y, Buah S, Somé L, Herrero M, Kristjanson P, Ouedraogo M, Thornton P, Van Asten P, Zougmore R, Rufino M. 2015. Linking agricultural adaptation strategies and food security: evidence from West Africa. *Regional Environmental Change*, DOI 10.1007/s10113-015-0838-6
- Ericksen, P.J., 2007. Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*. doi:10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002
- Ericksen, P.J., Ingram, J.S.I., Liverman, D.M., 2009. Food security and global environmental change: emerging challenges. *Environ. Sci. Policy* 12, 373–377.
- Falconi, C., Torero, M., Maruyama, E., Hernández, M., & Robles, M. 2012. A framework for sustainable food security for Latin America and the Caribbean. Technical Note 441. Inter-American Development Bank.
- FAO. 2011. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. 2015. Panorama de la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe. La región alcanza las metas internacionales del hambre. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAOSTAT. 2016. División de estadística de la FAO. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>
- Fischer, G., M. Shah, and H. Velthuisen. 2002. *Climate Change and Agricultural Vulnerability*. Vienna: International Institute for Applied Systems Analysis.

Grindle, MS. 2007. Good Enough Governance Revisited. *Development Policy Review* 25:553-574.

Hachigonta, Sepo, Gerald Nelson, Timothy S. Thomas, and Lindiwe Majele Sibanda, eds. 2013. *Southern African Agriculture and Climate Change: A Comprehensive Analysis*. IFPRI Research Monograph. Washington: International Food Policy Research Institute. Available at <http://www.ifpri.org/publication/southern-african-agriculture-and-climate-change>.

Hammond, J., et al. 2016. The Rural Household Multi-Indicator Survey (RHoMIS) for rapid characterisation of households to inform climate smart agriculture interventions: Description and applications in East Africa and Central America. *Agricultural Systems* (In press) <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.003>

Havlík, P., H. Valin, M. Herrero, M. Obersteiner, E. Schmid, M. C. Rufino, A. Mosnier, P. K. Thornton, H. Böttcher, R. T. Conant, S. Frank, S. Fritz, S. Fuss, F. Kraxner and A. Notenbaert. 2014. Reference scenario 2016 - LULUCF modelling methodology 24 "Climate change mitigation through livestock system transitions." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(10): 3709-3714

Headey DD, 2013. Developmental drivers of nutritional change: a cross-country analysis. *World Development* 42, 76-88.

Herrero M., González-Estrada E., Thornton P.K. and Hoogenboom G. 2005 *IMPACT: Integrated Modelling Platform for Mixed Animal-Crop Systems*; version 1.1. Edited by ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 130 pages.

HLPE. 2012. *Food security and climate change*. Roma: A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security.

ILRI. s.f. *ILRI Tools Portal*. International Livestock Research Institute. Disponible en línea: <http://data.ilri.org/tools/dataset/impactlite>

IFPRI. 2015. *Global Nutrition Report: Actions and accountability to advance nutrition and sustainable development*. International Food Policy Research Institute, Washington, DC

IPCC. 2014. *Cambio Climático 2014: Informe de Síntesis*. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra: IPCC.

IPCC. 2012: *Summary for Policymakers*. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 1-19.

Jalloh, Abdulai, Gerald C. Nelson, Timothy S. Thomas, Robert Zougmore, and Harold Roy-Macauley, eds. 2013. *West African Agriculture and Climate Change: A Comprehensive Analysis*. IFPRI Research Monograph. Washington: International Food Policy Research Institute. Disponible en: <http://www.ifpri.org/publication/west-african-agriculture-and-climate-change>.

Jost C et al. 2016. Understanding gender dimensions of agriculture and climate change in smallholder farming communities. *Climate and Development* 8(2): 133–144

Jost, C; Ferdous, N; Spicer, TD. 2014. *Caja de herramientas de género e inclusión; investigación participativa sobre cambio climático y agricultura*. Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), CARE International y Centro Mundial Agroforestal (ICRAF). Copenhage, Dinamarca.

Krishnamurthy, K., Lewis, K., Choularton, R. n.d. *Climate impacts on food security and nutrition: A review of existing knowledge*. World Food Programme.

- Laborde, D., Tokgoz, S., Torero, M., 2013. Long-term drivers of food and nutrition security. FOODSECURE Working Paper No. 6.
- León, A., Martínez, R., Espíndola, E., Schejtman, A. 2004. Pobreza, hambre y seguridad alimentaria en Centroamérica y Panamá. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.
- Lipper L, Thornton PK, Campbell B, Baedeker T, Braimoh A, Bwalya M, Caron P, Cattaneo A, Garrity D, Henry K, Hottle R, Jackson L, Jarvis A, Kossam F, Mann W, McCarthy N, Meybeck A, Neufeldt H, Remington T, Sen PT, Sessa R, Shula R, Tibu A, Torquebiau EF. 2014. Climate smart agriculture for food security. *Nature Climate Change* 4, 1068-1072.
- Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.-P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano, and S. Vicuña, 2014: Central and South America. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566.
- Martínez, R., Palma, A. (2014). Seguridad alimentaria y nutricional en cuatro países andinos: Una propuesta de seguimiento y análisis. Santiago: Naciones Unidas.
- MacCalla, A., Revoredo, C. 2001. Prospects for global food security: a critical appraisal of past projections and predictions. International Food Policy Research Institute. Brief 71.
- Misselhorn, A., Aggarwal, P., Ericksen, P., Gregory, P., Phathanothai, L.H, Ingram, J. And Wiebe, K. 2012. A vision for attaining food security. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4, 7–17.
- Mogelgaard, K., Darden, M., & Zaino, C. (2015). Climate change adaptation and population dynamics in Latin America and the Caribbean. Wilson Center. United States Agency for International Development.
- Momsen JH. 2004. Gender and development. London. Routledge
- Müller, C., Robertson, R. 2014. Projecting future crop productivity for global economic modeling. *Agricultural Economics*. Volume 45, Issue 1 Pages 37–50
- Naab, J.B. Koranteng, H. 2012. Gender and Climate Change Research Results: Jirapa, Ghana Working Paper No. 17. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Nairobi, Kenya.
- Necco, G. 2012. Impactos potenciales del cambio climático en la seguridad regional en América Latina. Friedrich Ebert Stiftung. Proyecto Regional de Energía y Clima. Programa de Cooperación en Seguridad Regional.
- Nelson, G.C., Mensbrugge, D., Ahammad, H., Blanc, E., Calvin, K., Hasegawa, T., Havlik, P., Heyhoe, E., Kyle, P., Lotze-Campen, H. and Lampe, M., 2014. Agriculture and climate change in global scenarios: why don't the models agree? *Agricultural Economics* 45, 85-101.
- Nelson, G. C., H. Valin, R. D. Sands, P. Havlík, H. Ahammad, D. Deryng, J. Elliott, S. Fujimori, T. Hasegawa, E. Heyhoe, P. Kyle, M. von Lampe, H. Lotze-Campen, D. Mason D’Croz, H. van Meijl, D. van der Mensbrugge, C. Müller, A. Popp, R. Robertson, S. Robinson, E. Schmid, C. Schmitz, A. Tabeau, and D. Willenbockel. 2013. “Climate Change Effects on Agriculture: Economic Responses to Biophysical Shocks.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (9): 3274–3279.
- Nelson GC, Rosegrant MW, Palazzo A, Gray I, Ingersoll C, Robertson R, et al. 2010. Food Security, Farming, and Climate Change to 2050. Washington, DC:International Food Policy Research Institute.
- Nelson G, Rosegrant MW, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, et al. 2009. Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. Washington, DC:International Food Policy Research Institute.

Nelson, S., Huyer, S. 2016. A Gender-responsive Approach to Climate-Smart Agriculture Evidence and guidance for practitioners. Parctice Brief. FAO. CCAFS. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/rest/bitstreams/74482/retrieve>

Odongo, D. 2014. ImactLite survey tool improves understanding of on-farm reality. Climate Change, Agriculture and Food Security. Disponible en línea: <https://ccafs.cgiar.org/es/blog/impactlite-survey-tool-improves-understanding-farm-reality#.V9rNDyjhDcu>

Palazzo A, Vervoort J, Havlik P, Mason-D’Croz D, Islam S. 2014. Simulating stakeholder-driven food and climate scenarios for policy development in Africa, Asia and Latin America: A multi-regional synthesis. CCAFS Working Paper no. 109. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. Available online at: www.ccafs.cgiar.org

Purdon M 2014. The Comparative Turn in Climate Change Adaptation and Food Security Governance Research. CCAFS Working Paper no. 92. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. Disponible en: www.ccafs.cgiar.org

Ray DK, Mueller ND, West PC, Foley JA. 2013. Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. PLoS ONE 8(6): e66428. doi:10.1371/journal.pone.0066428

Rippke, U., Ramirez-Villegas, J., Jarvis, A., Vermeulen, S.J. Parker, L., Mer, F., Diekkrüger, B., Challinor, A.J., Howden, M. 2016. Nature Climate Change 6, 605–609. doi:10.1038/nclimate2947

Robinson, Sherman; Mason d’Croz, Daniel; Islam, Shahnila; Sulser, Timothy B.; Robertson, Richard D.; Zhu, Tingju; Gueneau, Arthur; Pitois, Gauthier; and Rosegrant, Mark W. 2015. The International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model description for version 3. IFPRI Discussion Paper 1483. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/129825>

Rosegrant, M.W., R. Valmonte-Santos, T. Thomas, L. You, and C. Chiang. 2015. Climate Change, Food Security, and Socioeconomic Livelihood in Pacific Island Countries. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank and International Food Policy Research Institute. Disponible en <http://www.adb.org/sites/default/files/publication/175046/climate-change-food-security-pacific.pdf>.

Rosegrant M W, Fernandez M, Sinha A, Alder J, Ahammad H, de Fraiture C, Eickhout B, Fonseca J, Huang J, Koyama O, Omezzine A M, Pingali P, Ramirez R, Ringler C, Robinson S, Thornton P, van Vuuren D, Yana-Shapiro H, Ebi K, Kruska R, Munjal P, Narrod C, Ray S, Sulser T, Tamagno C, van Oorschot M and Zhu T. 2009. Looking into the future for agriculture and AKST (Agricultural Knowledge Science and Technology). Chapter 5 (pp 307-376) in Agriculture at a Crossroads (eds. B D McIntyre, H R Herren, J Wakhungu, R T Watson), Island Press, Washington DC.

Rosegrant, Mark W. Ximing Cai, Sarah A. Cline. 2002. World water and food to 2025: Dealing with Scarcity. International Food Policy Research Institute. ISBN 0-89629-646-

Rosegrant, M. W., M. Agcaoili-Sombilla, and N. D. Perez. 1995. Global Food Projections to 2020: Implications for Investment. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 5. Washington, DC: International Food Policy Research Institute. www.ifpri.org/sites/default/files/publications/vp5.pdf.

Rosenzweig, C., J. Elliott, D. Deryng, A. C. Ruane, C. Müller, A. Arneth, K. J. Boote, C. Folberth, M. Glotter, N. Khabarov, K. Neumann, F. Piontek, T. A. M. Pugh, E. Schmid, E. Stehfest, H. Yang, and J. W. Jones. 2014. "Assessing Agricultural Risks of Climate Change in the 21st Century in a Global Gridded Crop Model Intercomparison." Proceedings of the National Academy of Sciences, published ahead of print December 16, 2013, doi:10.1073/pnas.1222463110.

Rosenzweig, C. and Parry, M.L. 1994. Potential Impacts of Climate Change on World Food Supply. *Nature* 367:133–138. Disponible en línea en: <http://pubs.giss.nasa.gov/abs/ro05500b.html>

Rosenzweig, C., Parry, M.L., Fischer, G. and Frohberg, K. 1993. Climate Change and World Food Supply. Research report no. 3. Oxford, UK, University of Oxford Environmental Change Unit.

Rutten M, 2013. What economic theory tells us about the impacts of reducing food losses and/or waste: implications for research, policy and practice? *Agriculture & Food Security* 2:13, DOI: 10.1186/2048-7010-2-13

Rufino, M.C., Quiros, C., Teufel, N., Douxchamps, S. Silvestri, S., Mango, J., Moussa, A.S., Herrero, M. 2012. Household Characterization Survey- IMPACTlite TRaining Manual. Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

Rufino MC, Quiros C, Boureima M, Desta S, Douxchamps S, Herrero M, Kiplimo J, Lamissa D, Joash M, Moussa AS, Naab J, Ndour Y, Sayula G, Silvestri S, Singh D, Teufel N, Wanyama I. 2012. Developing generic tools for characterizing agricultural systems for climate and global change studies (IMPACTlite-phase 2). CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Copenhagen

Samaniego, J. (2009). Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: Una reseña. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Naciones Unidas.

Schaldach, R., Wimmer, F., Koch, J., Volland, J., Geißler, K. and Köchy, M., 2013. Model-based analysis of the environmental impacts of grazing management on Eastern Mediterranean ecosystems in Jordan. *Journal of environmental management*, 127, pp.S84-S95.

Scholes RJ, Palm CA, Hickman JE. 2014. Agriculture and climate change mitigation in the developing world. CCAFS Working Paper No. 61. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).

Scott, G., Rosegrant, W., Ringler, C. 2000. Global Projections for Root and Tuber Crops to the Year 2020. *Food Policy* 25 (2000) 561-597.

SDSN. 2015. Sustainable Development Solutions Network. United Nation. Disponible en línea en: <http://unsdsn.org/>

Silvestri, S., Douxchamps, S., Teufel, N., Quiros, C., Singh, D., Ndungu, A. 2014. Data Quality Summary: CCAFS Detail Household Characterization Survey- Impact Lite Survey. Climate Change, Agriculture and Food Security.

Silvestri S, Rufino MC, Quiros C, Douxchamps S, Teufel N, Singh D, Mutie I, Ndiwa N, Ndungu A, Kiplimo J, Van Wijk MT, Herrero M. 2014. ImpactLite surveys. CCAFS, Harvard Dataverse Network, Cambridge.

Smith, P. et al. 2013. How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals?. *Global Change biology*. DOI: 10.1111/gcb.12160

Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Garnett, T., Godfray, H.C.J., Gollin, D., Rayner, M., Ballon, P. and Scarborough, P., 2016. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. *The Lancet*, 387(10031), pp.1937-1946.

Sraboni E., Malapit, H.J., Quisumbing A.R., Ahmed, A.U. 2014. Women's Empowerment in Agriculture: What Role for Food Security in Bangladesh?. *World Development* Vol. 61, pp. 11–52.

Sulser, T.B., Nestorova, B., Rosegrant, M.W. et al. 2011. The future role of agriculture in the Arab region's food security. *Food Sec* 3: 23. doi:10.1007/s12571-010-0100-

Swaminathan, M. S., & Kesavan, P. C. (2012). Agricultural Research in an Era of Climate Change. *Agricultural Research* 1 (1): 3-11, doi:10.1007/s40003-011-0009-z.

- Takle, E. S., D. Gustafson, R. Beachy, G. C. Nelson, D. Mason-D’Croz, and A. Palazzo. 2013. “US Food Security and Climate Change: Agricultural Futures.” *Economics: The Open-access, Open-assessment E-journal* 7 (2013-34). Accessed October 20, 2015. <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2013-34>.
- Tirado MC, Hunnes D, Cohen MJ, Lartey A, 2015. Climate change and nutrition in Africa. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition* 10, 22-46. DOI: 10.1080/19320248.2014.908447
- Thomas, Timothy, Tin Ponlok, Ros Bansok, Thanakvaro De Lopez, Cathy Chiang, Nang Phirun, and Chhim Chhun. 2013b. "Cambodian Agriculture: Adaptation to Climate Change Impact", IFPRI Discussion Paper 01285 (August). Washington: IFPRI. Available at <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp01285.pdf>.
- Thomas, Timothy, Khandaker Mainuddin, Catherine Chiang, Aminur Rahman, Anwarul Haque, Nazria Islam, Saad Quasem, and Yan Sun. 2013a. "Agriculture and Adaptation in Bangladesh: Current and Projected Impacts of Climate Change", IFPRI Discussion Paper 01281 (July). Washington: IFPRI. Available at <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp01281.pdf>.
- Thomson, Madeleine; Fanzo, Jessica. 2015. Climate change and nutrition. In *Global Nutrition Report 2015: Actions and accountability to advance nutrition and sustainable development*. Chapter 6. Pp. 74-84. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/129450>
- Thornton, P., Ericksen, P., Herrero, M., Challinor, A.J. 2014. Climate variability and vulnerability to climate change: a review. *Global Change Biology*. 20, 3313-3328. DOI: 10.1111/gcb.12581
- Van Dijk, M., Gramberger, M., Laborde, D., Mandryk, M., Shutes, L., Stehfest, E., Valin, H., Zellmer, K., 2015. Scenarios to explore global food security up to 2050: Development process, storylines and quantification of drivers. International conference of agricultural economists (ICAE), Università degli Studi di Milano.
- Vergara, W., Ríos, A., Trapido, P., & Malarín, H. 2014. Agricultura y clima futuro en América Latina y el Caribe: Impactos sistémicos y posibles respuestas. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Vermeulen, S.J., Challinor, A.J., Thornton, P.K., Campbell, B.M., Eriyagama, N., Vervoort, J.M., Kinyangi, J., Jarvis, A., Laëderach, P., Ramirez-Villegas, J., Nicklin, K.J., Hawkins, E., Smith, D.R., 2013. Addressing uncertainty in adaptation planning for agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110, 8357–8362.
- Vermeulen S, Zougmore R, Wollenberg E, Thornton P, Nelson G, Kristjanson P, Kinyangi J, Jarvis A, Hansen J, Challinor A, Campbell B, 2012. Climate change, agriculture and food security: a global partnership to link research and action for low-income agricultural producers and consumers. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4(1), 128-133.
- Vervoort, J.M., et al., 2014. Challenges to scenario-guided adaptive action on food security under climate change. *Global Environmental Change*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.03.00>
- Waithaka, Michael, Gerald Nelson, Timothy S. Thomas, and Miriam Kyotalimye, eds. 2013. *East African Agriculture and Climate Change: A Comprehensive Analysis*. IFPRI Research Monograph. Washington: International Food Policy Research Institute. Available at <http://www.ifpri.org/publication/east-african-agriculture-and-climate-change>.
- Wollenberg, L., Richards, M., Havliok, P., Smith, P., Tubiello, F., Carte, S., Herold, M. 2015. Will sustainable intensification help us avoid exceeding 2°C. *Global Science Conference* March 16-18, 2015. Le Corum, Montpellier France.
- Woltjer, G.B. and M.H. Kuiper, 2014. The MAGNET Model: Module description. Wageningen, LEI Wageningen UR (University & Research centre), LEI Report 14-057. 146 p

World Bank. 2009. World Development Report 2009: Reshaping Economic Geography. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5991> License: CC BY 3.0 IGO

World Bank, 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development: A Strategy for Large-Scale Action. Overview. Washington DC.

Ye, L., H. Tang, W. Wu, P. Yang, G. C. Nelson, D. Mason-D’Croz, and A. Palazzo. 2014. “Chinese Food Security and Climate Change: Agriculture Future.” *Economics: The Open-access, Open-assessment E-journal* 8 (2104-1). Accessed October 20, 2015.

Yasabu, S. 2013. African RISING uses IMPACT-Lite Survey tool to document baseline data in Ethiopia. Africa RISING: Research in sustainable intensification for the next generation. Disponible en línea: <https://africa-rising.net/2013/09/08/impactlite/>.

You, L., S. Wood, U. Wood–Sichra, W. Wu. 2014. “Generating Global Crop Distribution Maps: From Census to Grid.” *Agricultural Systems* 127 (May): 53–60.



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CGIAR EN

**Cambio Climático,
Agricultura y
Seguridad Alimentaria**



El Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), liderado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), reúne algunos de los mejores investigadores del mundo en la ciencia agrícola, investigación para el desarrollo, las ciencias del clima y de la tierra, para identificar y abordar las interacciones más importantes, las sinergias y disyuntivas entre el cambio climático, la agricultura y la seguridad alimentaria.

Para más información, visite www.ccafs.cgiar.org.

La serie 'Documentos de trabajo CCAFS' tienen el propósito de difundir investigación en curso y prácticas en cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria, así como estimular la retroalimentación de la comunidad científica.

CCAFS es liderado por:

Socio estratégico:



Apoyados por:



Fund

