



NACIONES UNIDAS



Department for  
International  
Development

Distr.  
LIMITADA

7 de mayo de 2010

**ORIGINAL: ESPAÑOL**



SEDE SUBREGIONAL EN MÉXICO

## BELICE: EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA



Este reporte ha sido preparado por Diana Ramírez, Juan Luis Ordaz, Jorge Mora, y Alicia Acosta bajo la supervisión de Braulio Serna Hidalgo, Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola de la CEPAL/México.

## ÍNDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
I. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	6
1. Enfoques metodológicos .....	6
2. Estudios previos para la región y Belice .....	9
II. EL SECTOR AGROPECUARIO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	13
1. La importancia del sector agropecuario .....	13
2. Belice ante el cambio climático .....	23
3. Reflexiones sobre el mercado de tierras en Belice.....	26
III. METODOLOGÍAS .....	34
1. Enfoque de la función de producción .....	35
IV. EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR AGROPECUARIO .....	38
1. Impacto sobre la producción de frijol, maíz y café .....	39
2. Impacto en las funciones de producción agropecuaria .....	52
V. LOS ESCENARIOS FUTUROS: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR AGROPECUARIO .....	67
1. Impactos económicos sobre la producción agropecuaria .....	67
2. Impactos económicos sobre los rendimientos de frijol, maíz y café .....	73
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA .....	84
ANEXOS .....	88

## RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático representa una seria amenaza para las sociedades centroamericanas por sus múltiples impactos previstos en la población y en los sectores productivos. En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas de los gobiernos por varias generaciones. Se estima que para 2030 Centroamérica aun producirá menos de 0,5% de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) del planeta<sup>1</sup>, pero al mismo tiempo ya es una de las regiones más vulnerables ante los embates del cambio climático.

El incremento de la temperatura atmosférica y del mar, la reducción y la inestabilidad del régimen de lluvias y el aumento del nivel del mar, aunado a la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos —como las sequías y los huracanes— impactarán en la producción, la infraestructura, los medios de vida, la salud y la seguridad de la población, además de que debilitarán la capacidad del ambiente para proveer recursos y servicios vitales.

Como respuesta al mandato de la Cumbre Presidencial Centroamericana sobre Cambio Climático de mayo de 2008, la Sede Subregional en México de la CEPAL está implementando el proyecto *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica* con las Autoridades de Ambiente, los Ministerios de Finanzas/Hacienda de esta región, la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) y la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). El proyecto fue aprobado por las Autoridades de Ambiente, iniciando en enero de 2009 con financiamiento del Ministerio para el Desarrollo Internacional (DFID) del gobierno británico.

Su finalidad es alertar a los tomadores de decisiones y actores claves de Centroamérica, particularmente los de los ámbitos económicos y sociales, sobre la urgencia de enfrentar el reto de cambio climático y propiciar un diálogo sobre opciones de políticas y acciones nacionales y regionales. Su objetivo específico es realizar una evaluación económica del impacto del cambio climático en Centroamérica con diferentes escenarios de desarrollo y trayectorias de emisiones, frente a los costos y beneficios de potenciales respuestas de inacción (conocida como “business as usual” en inglés) y de opciones de reducción de vulnerabilidad y adaptación, y la transición hacia una economía sostenible y baja en carbono.

El Comité Directivo del proyecto está constituido por los Ministros de Ambiente y Hacienda/Finanzas de los siete países de Centroamérica. Cuenta con un Comité Técnico Regional con delegados de dichos Ministerios, CCAD/SICA y SIECA; la Sede Subregional de la CEPAL en México funge como Unidad Coordinadora del Proyecto. La iniciativa se coordina con otros proyectos en América Latina y la red global de proyectos de la economía del cambio climático con el equipo Stern del gobierno británico.

Durante 2009, el proyecto ha implementado los siguientes componentes: Escenarios climáticos, Escenarios macroeconómicos y demográficos, Cambio de uso de tierra, Recursos hídricos, Agricultura, Biodiversidad, Energía, Valorización económica de impactos (etapa inicial), Pobreza y adaptación (etapa inicial), Mitigación, Opciones de políticas de adaptación y mitigación (etapa inicial). El componente de desastres está siendo ejecutado por la Unidad de Desastres de la CEPAL con financiamiento del Reino de Dinamarca. Los componentes pendientes de iniciar en los próximos meses son Salud, Ecosistemas y Bosques/cambio de uso de tierra. Continuarán los componentes de pobreza, valorización económica de impactos, opciones de adaptación y mitigación y sus costos. Adicionalmente, los socios del proyecto están considerando opciones para responder a otras necesidades que se han hecho más evidentes en el

---

<sup>1</sup> Suponiendo que las emisiones de cambio de uso de tierra se mantienen a los niveles de 2000.

último año, como lo es un mayor análisis sobre aspectos de financiamiento y fiscales, y la importancia de fortalecer las capacidades nacionales y regionales.

El sector agropecuario es sensible a variaciones climáticas y puede ser uno de los más afectados a consecuencia del calentamiento global. El presente documento tiene como objetivo analizar los posibles impactos de las modificaciones en el clima sobre el sector agropecuario de Belice, en particular se presentan los resultados de los efectos de variaciones en temperatura y precipitación utilizando dos escenarios climáticos y distintos horizontes temporales.

El presente trabajo forma parte de la serie de documentos realizados por la CEPAL en el marco del proyecto: uno para la región centroamericana y Belice en su conjunto y siete por país (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá). Los estudios se basan en los resultados de proyecciones climáticas usando funciones de producción y un modelo ricardiano que mide el efecto del cambio climático sobre el valor de la tierra. Sin embargo, en el caso de Belice no fue posible realizar el modelo ricardiano debido a la falta de información. Para la construcción del modelo ricardiano en los seis países restantes se recurrió a utilizar encuestas a nivel de hogares, tomando como variables relevantes el valor de la renta de la tierra o los ingresos agropecuarios. En Belice se localizó la encuesta “2002 Belize Living Standards Measurement Survey (LSMS)”, la cual se solicitó al Instituto de Estadística, sin embargo, aun se está a la espera de ella.

Para el sector en su conjunto los resultados de las funciones de producción exhiben pérdidas en la producción. Para el año 2100 las pérdidas acumuladas en el sector oscilan alrededor del 77% del PIB de 2007 según el escenario climático A2<sup>2</sup>. Asimismo el examen de impacto sobre algunos de los cultivos más importantes (maíz, frijol, caña de azúcar y naranja) muestra disminuciones importantes en los rendimientos, para el año 2100 estas disminuciones en los rendimientos representan entre el 6% y 20% del PIB del 2007<sup>3</sup>.

Tanto la temperatura como la precipitación que se presentaron en Belice en el año 2005 se encuentran muy cerca del nivel óptimo que la función de producción agropecuaria en su conjunto requiere para maximizar la producción. Lo anterior indica que modificaciones en las condiciones climáticas podrían ocasionar efectos negativos en la producción. Asimismo de no tomarse medidas que busquen compensar las tendencias climáticas, las pérdidas económicas podrían ser considerables, sobre todo para los pequeños agricultores, quienes son más vulnerables a los embates del clima.

---

<sup>2</sup> A una tasa de descuento del 0,5%.

<sup>3</sup> *Ibidem*.

## INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas han ocasionado que las concentraciones atmosféricas mundiales de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)) aumenten de manera considerable. Según el informe del IPCC (2007) estas concentraciones son actualmente muy superiores a los valores preindustriales.

Debido a la variación en las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y a diversos factores como el cambio de uso de suelo, el sistema climático sufre alteraciones, un ejemplo de ello es el incremento de la temperatura en los continentes y en los océanos.

De los años comprendidos entre 1995 y 2006, once figuran entre los doce años más cálidos de los registros instrumentales de la temperatura mundial en superficie (desde 1850). Las regiones terrestres se han calentado más aprisa que los océanos. Las observaciones efectuadas desde 1961 indican que, en promedio, la temperatura del océano mundial ha aumentado hasta en profundidades de 3000 m como mínimo, habiendo absorbido los océanos más del 80% del calor incorporado al sistema climático<sup>4</sup>.

El aumento de la temperatura se ha proyectado para los próximos 100 años, basándose en escenarios de emisiones (IEEE). Los IEEE representan los escenarios descritos en el Informe Especial del IPCC sobre escenarios de emisiones (IEEE, 2000). Estos últimos están agrupados en cuatro familias (A1, A2, B1 B2) que exploran vías de desarrollo alternativas incorporando toda una serie de fuerzas demográficas, económicas y tecnológicas, junto con las emisiones de GEI resultantes. Los escenarios IEEE no contemplan otras políticas climáticas además de las existentes. Las proyecciones en general muestran como consecuencia del crecimiento de las emisiones un calentamiento considerable del planeta. Este calentamiento no se ha registrado nunca en la historia de la humanidad y los efectos físicos resultantes limitarían gravemente el desarrollo, IPCC (2007). El cuadro 1 resume algunos de los posibles impactos del calentamiento global en el sector agropecuario.

A medida que aumenta la temperatura también varía la precipitación y la frecuencia de fenómenos climáticos extremos, sequías, inundaciones e incendios forestales, se intensifica. Por otro lado, la elevación del nivel del mar amenaza las zonas costeras densamente pobladas. Como consecuencia, la población pobre de los países en desarrollo se enfrenta a pérdidas de cosechas, derrumbe de la productividad agrícola, y consecuentemente riesgos en su seguridad alimentaría acompañada de hambre, desnutrición y enfermedades.

El cambio climático afectará a todos los países, sin embargo se prevé que este fenómeno aumente la brecha entre países desarrollados y en desarrollo. Los países de ingreso elevado aun cuando sufrirán las consecuencias de este fenómeno, están en mejores condiciones para hacer frente a sus efectos. Algunas evaluaciones (Mendelson y otros, 2001) indican que serán los países en desarrollo quienes soportarán la carga principal de los efectos del cambio climático. En estos países, el cambio climático representa una gran amenaza, al incrementar la vulnerabilidad de los pobres, puesto que son ellos quienes tienen una mayor dependencia de los ecosistemas.

---

<sup>4</sup> IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, Ginebra, Suiza,

Gran parte de la población de los países en desarrollo vive en lugares físicamente expuestos y en condiciones económicas precarias. Asimismo, un porcentaje importante de los ingresos de estos países dependen en forma directa de recursos naturales sensibles al clima; la mayoría se ubica en regiones tropicales y subtropicales ya sujetas a un clima variable.

**CUADRO 1**  
**EJEMPLOS DE POSIBLES IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR EFECTO DE LA**  
**ALTERACIÓN DE LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS Y CLIMÁTICOS EXTREMOS,**  
**BASADOS EN PROYECCIONES HASTA MEDIADOS O FINALES DEL SIGLO XXI**

Fenómenos y dirección de la tendencia	Probabilidad de las tendencias futuras de las proyecciones para el siglo XXI basadas en escenarios IEEE	Impactos proyectados en agricultura, silvicultura ecosistemas
En la mayoría de las áreas terrestres, días y noches más cálidos y menos frecuentemente fríos, días y noches más cálidos y más frecuentemente muy cálidos	Prácticamente seguro <sup>a</sup>	Cosechas mejores en entornos más fríos; peores, en entornos más cálidos; plagas de insectos más frecuentes
Períodos cálidos/ olas de calor. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las extensiones terrestres	Muy probable	Empobrecimiento de las cosechas en regiones más cálidas, por estrés térmico; mayor peligro de incendios incontrolados
Episodios de precipitación intensa. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las regiones	Muy probable	Daños a los cultivos; erosión de los suelos, incapacidad para cultivar las tierras por inundación de los suelos
Área afectada por el aumento de las sequías	Probable	Degradación de la tierra; menor rendimiento, deterioro e incluso malogramiento de los cultivos; mayores pérdidas de cabezas de ganado; aumento del riesgo de incendios incontrolados
Aumento de la intensidad de los ciclones tropicales	Probable	Daños a los cultivos; descuajamiento de árboles; daños a los arrecifes de coral
Mayor incidencia de subidas extremas del nivel del mar (con excepción de los tsunamis) <sup>b</sup>	Probable <sup>c</sup>	Salinización del agua de irrigación, de los estuarios y de los sistemas de agua dulce

Fuente: IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, Ginebra, Suiza,

Nota: Estas proyecciones no contemplan variaciones de la capacidad adaptativa.

<sup>a</sup> Calentamiento de los días y noches más extremos de cada año.

<sup>b</sup> La subidas extremas del nivel del mar dependen del promedio del nivel del mar y de los sistemas atmosféricos regionales. Se define como el 1% más elevado de los valores horarios del nivel del mar observado en una estación para un período de referencia dado.

<sup>c</sup> En todos los escenarios, el promedio mundial proyectado del nivel del mar para 2100 es mayor que el del período de referencia. El efecto de la alteración de los sistemas atmosféricos regionales sobre los valores extremos del nivel del mar no ha sido evaluado.

Según algunas estimaciones, los países en vías de desarrollo soportarán aproximadamente entre el 75% y el 80% del costo de los daños provocados por la variación del clima. Incluso un calentamiento de 2°C por encima de las temperaturas preindustriales podría generar en África y Asia meridional una reducción permanente del producto interno bruto (PIB) de entre el 4% y el 5% (Banco Mundial, 2009).

Como se mencionó anteriormente, los países en desarrollo están más expuestos y tienen una menor capacidad de resistencia a los riesgos climático. En base a este panorama se espera que los objetivos de desarrollo del milenio resulten más difíciles alcanzar, y se ponga en riesgo garantizar un futuro seguro y sostenible después de 2015. Por ejemplo según el informe del IPCC en América Latina, hacia la mitad del siglo, los aumentos de temperatura y la disminución del agua en los suelos podrían producir pérdidas económicas importantes. La productividad de ciertos cultivos como los cereales disminuiría, influyendo en la productividad pecuaria, con consecuencias adversas para la seguridad alimentaría. En conjunto, aumentaría el número de personas amenazadas de hambre.

El aumento del nivel del mar intensificaría las inundaciones, las mareas de tempestad, la erosión y otros fenómenos costeros, amenazando la infraestructura y, los asentamientos, afectando la subsistencia de las comunidades insulares. El deterioro de las condiciones costeras, por erosión de las playas o decoloración de los corales, afectaría los recursos locales de países como Belice.

Con el propósito de brindar elementos que sirvan para la toma de decisiones, este estudio analiza los impactos potenciales del cambio climático sobre el sector agropecuario de Belice. El documento está organizado en seis capítulos. En el primero se realiza la revisión de la literatura referente al impacto del cambio climático en el sector agropecuario, haciendo énfasis en los trabajos de la región y Belice, en el segundo capítulo se presenta un panorama general sobre la situación actual del sector agropecuario, así como las estrategias adoptadas por el gobierno de Belice ante el cambio climático. El tercer capítulo expone la metodología de funciones producción, la cual es empleada para analizar los impactos futuros del cambio climático, el capítulo cuatro expone los resultados econométricos. La cuantificación de los impactos económicos del cambio climático sobre el sector agropecuario se presentan en el capítulo cinco y el capítulo seis presenta las conclusiones.

## I. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En la actualidad diferentes estudios de vulnerabilidad analizan las implicaciones del cambio climático sobre el sector agropecuario, la mayoría muestra la creciente amenaza que representa este cambio para el desarrollo sostenible de los países de bajos ingresos y para la seguridad alimentaria mundial. En el análisis del IPCC (2007), sobre los impactos del cambio climático, se estima una reducción general de los rendimientos potenciales de los cultivos y una disminución en la disponibilidad de agua para la agricultura y la población en muchas partes del mundo en vías de desarrollo.

En este apartado se describe la literatura referente a los principales trabajos que analizan los efectos del cambio climático sobre el sector agropecuario, así como los enfoques metodológicos en los que se insertan. Se trata en la medida de lo posible de poner énfasis en los estudios realizados para la región centroamericana y Belice.

Los métodos adoptados para calcular los efectos del cambio climático sobre el sector agropecuario se pueden clasificar en dos enfoques: estructural y espacial (McCarl, y otros, 2001; Molua, y Lambi, 2007, Schimmelpfennig, y otros, 1996). El primero combina las respuestas físicas de los cultivos con las respuestas económicas de los productores agrícolas, mientras que el enfoque espacial se caracteriza por analizar la producción agrícola y el clima de las diferentes regiones y a partir de ello estimar las diferencias.

### 1. Enfoques metodológicos

La mayoría de los análisis emplean los enfoques de forma individual, sin embargo, pueden ser considerados como complementarios.

#### a) Enfoque estructural

El enfoque estructural utiliza modelos interdisciplinarios para simular la respuesta de cultivos, y con base en los efectos estimados se simulan cambios en la producción. La utilización de este enfoque metodológico tiene como ventaja el permitir obtener información detallada de las respuestas físicas, biológicas y económicas, así como los posibles ajustes. Sin embargo, entre sus desventajas se encuentra la necesidad de múltiples inferencias para grandes áreas y sistemas diversos de producción a partir de pocos lugares y cultivos (Schimmelpfennig y otros, 1996).

En general los estudios que usan el enfoque estructural parten de una función de producción empírica para predecir los efectos del clima sobre los cultivos. El análisis contempla que los agricultores minimizan costos o maximizan su bienestar sujeto a las restricciones climáticas impuestas en el modelo. En este tipo de modelos se parte de medir las respuestas de los cultivos a diferentes escenarios climáticos, los cuales contienen datos de un cierto conjunto de atributos climáticos, comúnmente, temperatura y precipitación.

Una vez que los efectos son estimados, estos se incluyen en los modelos económicos del sector agrícola, de tal manera que permitan simular cambios en la oferta de los cultivos y los precios del mercado. Entre los primeros estudios que utilizaron esta metodológica se encuentran los de Warrick

(1984), quien usó una regresión para simular incrementos en la temperatura, similares a los ocurridos en la década de los años treinta, y encontró que la producción de los cultivos declinaba. Terjung, y otros (1984), dedujeron que las cantidades de agua para irrigación tendrían que ser mayores ante la elevación de la temperatura si no existieran cambios tecnológicos. Por su parte, Easterling, y otros (1993) hallaron que el cambio climático en Estados Unidos, en ausencia de modificaciones tecnológicas e incrementos en el CO<sub>2</sub>, provocaría reducciones en la producción y como consecuencia pérdidas económicas.

La mayor dificultad a la que se enfrenta este enfoque metodológico es incorporar la adaptación de los agricultores en los modelos para reducir la posible sobreestimación de los aspectos negativos.

## **b) Enfoque espacial**

Mediante la metodología del enfoque espacial se pueden determinar los efectos del cambio climático en el sector agropecuario a través de las diferencias entre: el tipo de tierra, producción agrícola y otras variables regionales que relacionan al clima con el sector. Los modelos que caracterizan este enfoque utilizan métodos estadísticos o de programación para analizar cambios en los patrones espaciales de producción, entre los modelos usados se encuentran los modelos Ricardianos, Mendelsohn y otros (1994), los modelos de Equilibrio General Computable (CGE, por sus siglas en inglés) y modelos de Sistemas de Información Geográfica.

De esta manera, los modelos del enfoque espacial identifican los patrones de producción usando alguna técnica estadística. Entre los supuestos que se asumen se encuentra el considerar que los productores tienen la disposición y la capacidad de adoptar nuevos sistemas de cultivo y cultivos de otras regiones, además considera que los ajustes físicos y económicos impuestos a cultivos y agricultores se realizan de manera automática. Este último supuesto, hace innecesario modelar las conductas de adaptación de los agricultores que se relacionan con los costos de ajuste en el corto y mediano plazos. Los modelos inscritos dentro del enfoque espacial tienen la desventaja de ser altamente dependientes de la disponibilidad de información.

i) Modelo Ricardiano. Este enfoque se basa en relaciones estadísticas entre variables climáticas e indicadores económicos. Una ventaja del este enfoque es que la adaptación del productor a las condiciones locales del clima es considerada implícitamente. Entre las desventajas, se encuentra que los precios de los alimentos y los precios de la producción de la finca son considerados constantes, y que los factores clave que determinan la producción agrícola, tales como la disponibilidad de agua y la fertilización de carbono, generalmente no son considerados. El modelo Ricardiano ha adquirido popularidad entre los economistas y parte de considerar que derivado de un uso eficiente de la tierra y bajo la existencia de mercados competitivos, el valor de la tierra representa el valor presente de los ingresos netos esperados. Este modelo, empleando información desagregada, calcula los efectos de variaciones en variables climáticas, económicas y no económicas, sobre el valor de la tierra agrícola.

Entre las investigaciones basadas en el modelo ricardiano y que abordan los efectos del clima en el sector agropecuario, se encuentra la realizada por Mendelsohn y otros (1994), quienes estudiaron el efecto del cambio climático sobre el valor neto de la tierra agrícola en Estados Unidos. Utilizando información de corte transversal a nivel de condados, encontraron que mayores temperaturas a lo largo del año (excepto en la temporada de otoño), tienen un efecto negativo en los valores promedio de las tierras. Por su parte Schlenker y otros (2006), también utilizando datos a nivel de condado en Estados Unidos junto con indicadores climáticos, características del suelo y condiciones

socioeconómicas, mostraron que el calentamiento global ocasiona pérdidas de ganancias para los diferentes condados estadounidenses.

Igualmente, Maddison, y otros (2007), generaron un modelo Ricardiano usando datos de once países africanos, encontraron que para el 2050 algunos países africanos sufrirán pérdidas importantes en la producción agrícola. Simultáneamente, Molua y Lambi (2007), estudiaron, con datos de 800 granjas agrícolas de Camerún, los vínculos entre el clima y la ganancia neta de los agricultores. Hallaron que la ganancia neta disminuye a medida que la precipitación decrece y la temperatura aumenta.

El enfoque Ricardiano también permite comparar los efectos potenciales en economías desarrolladas y en vías de desarrollo. Por ejemplo Mendelsohn, y otros (2001), compararon la sensibilidad al cambio climático que podría sufrir Estados Unidos y la India. Sus resultados sugieren que la función Ricardiana de la India es mucho más sensible a sufrir los efectos negativos del calentamiento global que la función de Estados Unidos. Encontraron que el nivel de desarrollo tiene un efecto importante en la sensibilidad al cambio climático. Bajo los mismos argumentos de análisis, Mendelsohn y otros (2007) utilizan información de Brasil y Estados Unidos y hallan evidencia de que ante un incremento en la temperatura los efectos más severos serán para el país sudamericano.

En la mayoría de estos estudios se encontró evidencia de que los mayores efectos negativos recaerán en países en vías de desarrollo, destacando que el grupo de países más susceptibles de sufrir pérdidas son los que se localizan cerca del ecuador y con latitudes bajas, donde las temperaturas tienden a ser más elevadas. Adams, y otros (1999), coinciden en que los impactos de los cultivos tienden a ser más negativos en las latitudes más bajas, en particular los rendimientos de trigo y maíz.

Respecto al sector pecuario Seo y Mendelsohn (2008a) desarrollaron un modelo Ricardiano estructural que toma en cuenta las decisiones de adaptación de los productores. Los resultados indican contrastes importantes para el año 2100, dependiendo del grupo de animal en cuestión. Por ejemplo, el ingreso neto derivado del ganado bovino para carne disminuirá entre 10% y 50% (dependiendo del escenario climático). Mientras que el ingreso neto proveniente de ganado bovino para leche se incrementará de 30% a 50%. Estos resultados revelan que el ingreso neto ganadero presentará pérdidas en el futuro, pero conforme los productores se adaptan hacia especies más tolerantes, el ingreso neto ganadero presentará incrementos significativos.

Seo y Mendelsohn (2006) realizan un estudio para 11 países africanos. Los resultados apuntaron que el ingreso neto de grandes productores se reduce a medida que aumenta la temperatura, mientras que el de los pequeños productores se incrementa. Los autores explican que estos resultados se pueden deber a que los pequeños productores manejan especies tolerantes a altas temperaturas, mientras que los grandes productores ganaderos dependen principalmente del ganado bovino, el cual es menos tolerante a incrementos en temperatura.

ii) Modelos de Equilibrio General Computable (CGE). Darwin, y otros (1995) señalan que existen dos limitaciones que no se consideran cuando se trabajan estudios a nivel agregado: 1) los efectos del cambio climático en otras regiones; pues asumen que el clima fuera del área de estudio se mantiene constante, y 2) el comercio mundial. Para corregir este tipo de restricciones, los CGE ofrecen la posibilidad de modelar la agricultura respecto a otros sectores económicos, permitiendo la movilidad de recursos entre las regiones cuando existen los incentivos económicos para hacerlo. A pesar de que los CGE tienen la ventaja de tomar los precios como endógenos y consideran vínculos intersectoriales, una limitación importante es que lo hacen a costa de agregaciones bastante considerables (Schlenker, y otros, 2006).

Bajo este enfoque se encuentran el estudio de Rosenzweig y Parry (1994), donde se examinaron los efectos del cambio climático sobre la producción mundial de cereal y la distribución de dichos impactos entre los países desarrollados y en desarrollo hasta el año 2060. El escenario planteado pronosticó que la producción mundial de cereales podría disminuir entre 1% y 8% y los precios se incrementarían entre 24% y 145%. El incluir las adaptaciones de los agricultores a nivel de granja contribuyó a mitigar los impactos anteriores; así, los cambios en la producción mundial de cereal oscilaron entre -2,5 al 1%, mientras que los cambios en el precio mundial se ubicaron en -5% a 3,5%.

## **2. Estudios previos para la región y Belice**

### **a) Estudios previos para la región**

El clima es un determinante esencial para la agricultura. En regiones como Centroamérica el clima es muy variable y existen problemas relacionados con sequías e inundaciones que afectan directamente a la producción de alimentos. Asimismo, las plagas, malezas y enfermedades relacionadas con el clima tienden a causar daños en países en desarrollo como los centroamericanos.

El caso específico de Sudamérica fue abordado por Mendelsohn y Seo (2007), quienes usando datos para 2,000 agricultores, encontraron evidencia empírica del efecto del cambio climático sobre las actividades agrícolas. En este estudio se modelan las elecciones de los productores (dedicarse a la agricultura o a la ganadería, e instalar riego), y prueban si sus elecciones están influidas por variables climáticas, como la temperatura o la precipitación. Los resultados muestran que tanto la elección de la actividad como el uso de riego son sensibles al clima. Los agricultores tienen más probabilidades de elegir dedicarse a la agricultura en temperaturas frías, mientras que eligen la ganadería en lugares secos. Además tienen más posibilidades de elegir una combinación de agricultura y ganadería en lugares calientes. Conjuntamente, tienden a utilizar riego en lugares que son a la vez frescos y secos. Concluyen que una temperatura más fría que el promedio y aumentos de la precipitación incrementan el valor de la tierra para todos los tipos de fincas. Con un escenario futuro donde el clima es muy caliente y seco, se espera para el 2100 que el valor de la tierra se reduzca en un tercio.

Seo y Mendelsohn (2008b), en un estudio donde también utilizan información de 2000 agricultores de Sudamérica, encontraron que el valor de la tierra agrícola disminuirá a medida que se incremente la temperatura y la precipitación, excepto en el caso que exista riego. Bajo el escenario climático extremo los agricultores perderán 14% de sus ingresos para el año 2020, 20% el año 2060, y 53% para el año 2100. Indican que los pequeños predios son altamente vulnerables, y los grandes son más sensibles a un aumento de la precipitación. El estudio predice que los predios de secano y los de riego perderán más del 50% de sus ingresos para el año 2100.

Una aplicación para México del modelo Ricardiano fue realizada por Mendelsohn, y otros (2009). Encontraron resultados similares a los de la región sudamericana; las pérdidas pronosticadas para 2100 se encuentran entre el 42% y 54%, dependiendo de la severidad del escenario climático utilizado. El segmento de productores mayormente afectado sería el de temporal. No obstante, no se encontró evidencia suficiente que permitiera distinguir efectos diferenciados para pequeños y grandes productores, pero las pérdidas causadas por el cambio climático a los productores agrícolas son negativas.

Un estudio reciente realizado por de la Torre, Fajnzylber y Nash (2009) sobre países latinoamericanos concluye que el tamaño de los efectos sería heterogéneo entre países e incluso también a nivel de regiones dentro de los mismos. Por ejemplo, en el caso mexicano, algunas regiones podrían resultar beneficiadas por el cambio climático. Sin embargo, los hallazgos sugieren que los efectos negativos tienden a acrecentarse conforme el análisis se centra en el Ecuador, con potenciales beneficios en el sur del continente.

Gay y otros (2004) aplicaron un modelo econométrico para explorar la sensibilidad de la producción de café, en el estado de Veracruz México, a cambios en variables climáticas y económicas. Las estimaciones de la producción futura del café muestran que para el 2050 se espera se reduzca de manera importante, entre 73% y 78%. Las implicaciones económicas de esta caída en la producción podrían ser devastadoras, en particular para los pequeños productores, para quienes sus ingresos no alcanzarían a cubrir sus costos de producción.

Otro estudio importante desarrollado para los países de Mesoamérica es el de Magrin y Gay (en Alfaro y Rivera, 2008), ellos plantean que de no poner atención en las secuelas del CO<sub>2</sub>, el rendimiento de los granos en la región podría alcanzar disminuciones hasta del 30% para el 2080 si se considera un escenario bastante cálido. Asimismo, este estudio pronostica que la demanda de agua para irrigación se incrementará notablemente ante un clima más caliente y ocasionará mayor competencia entre el uso doméstico y el agrícola. Por otra parte, estos autores muestran que el cambio climático ocasionará la salinización y desertificación de las tierras agrícolas y que para el 2050, estos fenómenos afectarán el 50% de dichas tierras.

Los estudios realizados brindan estimaciones de cómo el cambio climático podría afectar los mercados agrícolas. Los resultados generalmente han descubierto que los efectos pueden ser bastante severos si no se ponen en marcha mecanismos de adaptación.

## **b) Estudios previos para Belice**

Los efectos negativos del cambio climático se agravan en países como Belice donde existen regiones y grupos particularmente vulnerables que están relativamente más expuestos a los cambios climáticos y que poseen pocas capacidades de adaptación y poco potencial de recuperación.

La economía del Belice depende del clima. Un buen desempeño en actividades como la agricultura, la pesca, la madera y la industria del turismo depende en gran medida de un clima estable y previsible. Los efectos devastadores de los huracanes han demostrado la fragilidad de Belice a los caprichos del clima.

Se realizó un estudio de vulnerabilidad agrícola en 1995 por US Country Studies Program (citado en Belice First National Communication to the Conference of the parties of the United Nations 2002) en éste se simuló el rendimiento de arroz, frijol y maíz, bajo escenarios climáticos que consideraban incrementos de 1 y 2° C y un cambio de +/- 20% en la precipitación. El modelo proyectó entre 14% y 19% de reducción en la producción de frijol, por su parte se proyectó una reducción de entre 10% y 14% en la producción de arroz, y de 17% a 22% de reducción en la producción de maíz. Este estudio demostró que el aumento de la temperatura, acortó el período de crecimiento de los cultivos, y por consecuencia disminuyó el rendimiento. Por otro lado se demostró que el cambio en la precipitación no afectó el periodo de crecimiento, pero sí afectó el rendimiento, especialmente el del maíz.

El estudio no incorporó el efecto de fertilización del dióxido de carbono en el rendimiento, lo que podría compensar algunas pérdidas, sin embargo, tampoco incorporó los efectos del aumento del nivel del mar, el cual se espera tenga un efecto negativo en Belice. El estudio recomienda algunas medidas de adaptación como desarrollar variedades más resistentes al calor, así como impulsar una infraestructura adecuada para sistemas de riego eficientes, y mejorar el manejo de los cultivos.

El US Country Studies Program (citado en Belice First National Communication to the Conference of the parties of the United Nations 2002) también financió un estudio de vulnerabilidad de las zonas costeras, el cual proyecta un aumento de 50 cm del nivel del mar para 2075. Esto daría lugar a la intrusión de agua y tendría consecuencias en la agricultura, sobre todo en la caña de azúcar y el banano. La inundación de la costa ocasionaría la necesidad de usar nuevas tierras agrícolas y buscar nuevas fuentes de agua potable en el interior del país, poniendo más presión sobre los escasos terrenos agrícolas y forzando a los agricultores a utilizar tierras marginales y laderas, incrementando la necesidad de cultivos intensivos. La caña de azúcar no se espera que se vea afectada significativamente por el cambio climático ya que tolera una amplia gama de temperaturas y prospera en suelos calcáreos. Asimismo es un cultivo que podrían beneficiarse de la fertilización de dióxido de carbono.

En el estudio de Santos y García (2008), se realizaron simulaciones de rendimientos en los cultivos con diferentes escenarios. Se encontró que los posibles efectos del cambio climático en el sector agrícola de Belice varían dependiendo de los sistemas de producción y la zona analizada. Sin embargo, en general el cambio climático afecta las condiciones necesarias por los cultivos, en consecuencia, se afectan sus ciclos. Algunos cultivos son más vulnerables a los cambios en el clima que otros. Sin embargo, una disminución considerable en el rendimiento podría ocurrir a consecuencia de un aumento de la temperatura. Algunos cultivos requieren bajas temperaturas en algún momento de su ciclo de crecimiento, como la etapa de floración, y temperaturas altas reducen la duración de este ciclo, afectando el desarrollo de las plantas. El maíz que se produce en Belice bajo temporal será afectado por la falta de agua durante el verano. Las condiciones ambientales para el cultivo de maíz se agravan cuando los pronósticos climáticos implican una disminución en la precipitación. Por otro lado, el aumento potencial en la temperatura puede resultar en una disminución del rendimiento debido a una reducción en la duración del ciclo de cultivo. El cambio climático podría favorecer la producción de maíz sólo si la cantidad de lluvia durante el verano aumentara, siempre que las deficiencias de nitrógeno sean controladas.

También en el estudio señalado se simuló los rendimientos de la caña de azúcar a partir de dos escenarios climáticos, los cuales prevén aumentos entre 1 y 2.5° C, acompañados de un +/- 12% en precipitación para el año 2028 y +/- 20% para el año 2050. Se advierte una reducción de 11,9% en el rendimiento de la caña de azúcar para 2028, y el 17,4% de reducción para 2050. El aumento de la temperatura acorta el período de crecimiento de los cultivos, y por ende disminuyen sus rendimientos. Los cambios en la precipitación no afectaron la estación de crecimiento. Sin embargo, sí afectan el rendimiento, especialmente cuando hay periodos de baja o alta precipitación. La caña de azúcar es un cultivo que tolera un amplio rango de temperaturas e incrementa sus rendimientos con el CO<sub>2</sub> siempre y cuando existan condiciones favorables para desarrollar los sistemas de riego.

Las simulaciones de los rendimientos de los cítricos proyectaron para 2028 una reducción del rendimiento de 3,4% y del 5% para 2050. El aumento de la temperatura acorta el período vegetativo de los cultivos, los cuales disminuyeron su rendimiento. Por otra parte Really y otros (2002) (tomado de Santos y García (2008)) llegan a la conclusión de que la producción de cítricos se beneficia de las temperaturas más altas en todos los escenarios proyectados.

## II. EL SECTOR AGROPECUARIO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

La agricultura mundial enfrenta graves problemas, tales como la degradación del suelo y contaminación de los recursos hídricos. La situación empeora si se consideran fenómenos como el cambio climático. Una de las consecuencias directas de este cambio (que incluye incremento de la temperatura y variación en la precipitación) y de la degradación del suelo, es la presión que han generado sobre la seguridad alimentaría, ocasionando que la oferta mundial de alimentos se reduzca, favoreciendo el incremento de los precios. En este capítulo se describe el sector agropecuario de Belice, con el fin de proveer un panorama del sector.

### 1. La importancia del sector agropecuario

Belice se encuentra en el territorio continental de América Central, que forma parte de la Península de Yucatán, limita al norte con México, al oeste y al sur con Guatemala y al este con el Mar Caribe. La superficie total del país es de 22,965 kilómetros cuadrados (véase el cuadro 2) de los cuales 95% se encuentra en la parte continental y cinco por ciento se distribuye a lo largo de más de 1,060 islas<sup>5</sup>. Belice es un país con la mayor parte de su territorio a nivel del mar. Las zonas costeras y las pequeñas islas son vulnerables a desastres naturales y a inundaciones. Asimismo, es un país donde existen ecosistemas frágiles -selva tropical, arrecifes de coral- y muy propenso a desastres naturales, como los huracanes.

**CUADRO 2**  
**BELICE: USO DE SUELO, 2007**

	Miles de hectáreas	Porcentaje <sup>a</sup>
Total	2 297	
Superficie terrestre	2 281	
Superficie agrícola	152	6,66
Tierras arables y Cultivos permanentes	102	4,47
Tierras arables	70	3,07
Cultivos permanentes	32	1,40
Praderas y pastos permanentes	50	2,19
Superficie forestal	1 653	72,47
Otras tierras	476	20,87
Agua interior	16	0,70

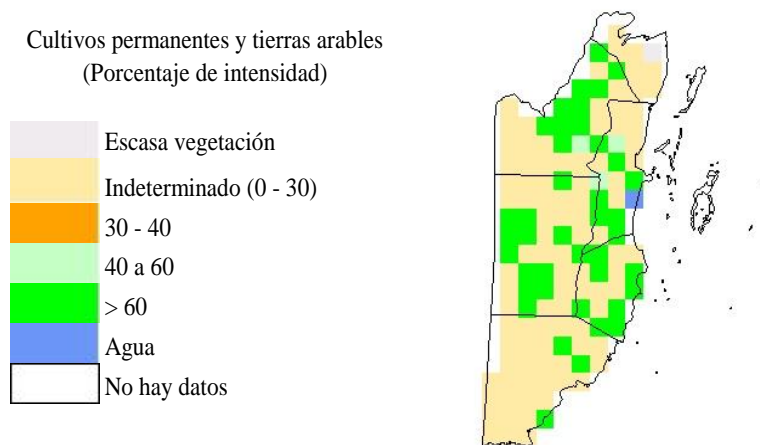
Fuente: FAOSTAT.

<sup>a</sup> Porcentaje con respecto a la superficie terrestre.

<sup>5</sup> First National Communication to the Conference of the parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Las estadísticas sobre el uso de tierras varían según la fuente consultada. Considerando los datos presentados en la “First National Communication to the Conference of the parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change”, más del 70% del territorio está cubierto por vegetación, sin embargo, sólo el 33% del país se considera apto para la agricultura (véase el mapa 1).

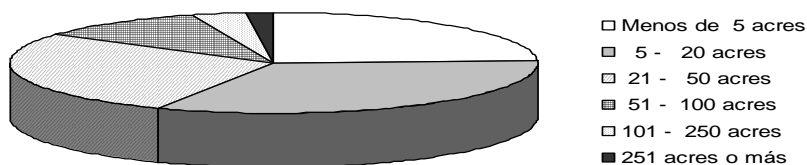
**MAPA 1**



Fuente: FAO. Perfiles de países.

La alteración del clima afecta directamente la producción y la productividad agrícola. Los más vulnerables son los pequeños productores, quienes enfrentarán mayores problemas de adaptación. El país cuenta con 9,696 agricultores registrados en el “Belize Farm Registry”<sup>6</sup> de los cuales el 60% son “pequeños agricultores” que poseen menos de 20 acres (véase el gráfico 1).

**GRÁFICO 1**  
**BELICE: UNIDADES AGRÍCOLAS REGISTRADAS POR TAMAÑO**



Fuente: Belize Farm Registry (BFR), Ministerio de Agricultura y Pesca.

<sup>6</sup> Última actualización al 1 de febrero de 2003.

a) **Panorama económico**

La economía de Belice depende en gran medida de las condiciones climáticas. La agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y el turismo son actividades que dependen significativamente del clima. El cuadro 3 muestra el porcentaje del PIB que representan estas actividades.

**CUADRO 3**  
**BELICE: CONTRIBUCIÓN AL PRODUCTO INTERNO BRUTO**  
**POR ACTIVIDAD, 2000-2008**  
*(En porcentajes)*

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agricultura	9	7,3	6,7	6,8	7,1	7	7,5	6,9	6,3
Ganadería	1,5	1,8	2	2	2,2	1,9	1,5	1,6	1,5
Silvicultura	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
Pesca	3,7	3,4	3,4	5	4,4	3,8	3,1	1,5	2,2
Hoteles y restaurantes	3,5	3,8	3,7	4,2	4,6	4,6	4,4	4,6	4,3

Fuente: Instituto de Estadística de Belice.

El cuadro 4 muestra los principales indicadores económicos de Belice para el periodo 2000-2008. Se observa que en el año 2008 el sector agropecuario representó alrededor del 11% del PIB total. Sin embargo, al considerar el PIB agroalimentario ampliado su participación se incrementa a 17%. En términos de crecimiento para el periodo, el PIB agropecuario presentó un menor dinamismo —tasa promedio anual de 3%— que el observado para el total de la economía —tasa promedio anual de 5%—.

La participación del sector agropecuario en el comercio exterior es importante para la economía. De acuerdo con las cifras del cuadro 4, las exportaciones agropecuarias respecto a las exportaciones totales, han tenido una reducción significativa, de representar 62% en el año 2000, se redujeron a 34 % en 2008. Por su parte, la participación de las importaciones agropecuarias en las importaciones totales se mantuvieron en alrededor de 12%.

El cuadro 4 también muestra los indicadores relacionados con la población. Alrededor de la mitad de la población habita en zonas rurales, cifra que se ha mantenido constante en el periodo de estudio. Este mismo comportamiento se observa en la proporción de la PEA rural con la PEA total, que representa una proporción de alrededor del 30%. El porcentaje de mujeres en la PEA rural es reducido y decreció entre 2000 y 2008, demostrando poca participación de la mujer en las actividades laborales del país. En cuanto al desempleo, en promedio se mantuvo alrededor del 10%.

**CUADRO 4**  
**BELICE: PRINCIPALES INDICADORES, 2000-2008**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 <sup>a</sup>
<b>Indicadores sectoriales</b>									
	Tasas de crecimiento								
Producto interno bruto agropecuario a precios de mercado (dólares del 2000)	9,5	-0,4	0,5	38,9	9,5	3,0	-6,4	-20,7	-9,6
Producto interno bruto agropecuario por habitante (dólares del 2000)	6,8	-2,8	-1,8	35,7	7,0	0,03	-8,4	-22,1	-11,5
	Porcentajes								
PIB agropecuario/PIB total	14,7	13,9	13,3	16,9	17,7	17,7	15,8	12,4	11,0
PIB agroindustrial	7,6	6,9	6,5	6,1	6,1	6,0	6,1	6,0	5,9
PIB agroalimentario ampliado <sup>b</sup>	22,3	20,8	19,8	23,0	23,8	23,7	21,9	18,4	16,9
Exportaciones agropecuarias/exportaciones totales de bienes	62,4	53,3	44,3	54,2	58,3	55,9	46,4	39,3	34,1
Importaciones agropecuarias/importaciones totales de bienes	12,3	13,6	13,3	12,1	16,3	12,4	12,9	12,3	11,5
Gasto agropecuario/Gasto gobierno central total	...	...	...	...	...	...	...	...	1,6
Crédito agropecuario/Crédito total	10,2	10,9	11,4	11,4	18,3	17,3	15,9	18,9	15,9
Precios implícitos en el sector agropecuario <sup>c</sup>	50,0	53,2	51,6	59,8	61,8	64,9	58,3	52,4	...
	Índices (2000 = 100)								
IPAB/IPC general <sup>d</sup>	99,7	100,4	101,7	101,8	101,5	99,9	99,2	97,5	88,2
Precios de las principales exportaciones agropecuarias	100,0	81,4	88,3	66,9	61,8	57,4	66,2	83,9	77,6
<b>Indicadores sociales</b>									
	Porcentajes								
Población rural/población total	49,4	49,4	49,4	49,4	49,4	49,6	49,6	49,5	49,5
PEA en actividades agrícolas/PEA total	30,1	30,2	30,3	29,3	29,5	29,6	28,7	28,5	28,2
PEA en actividades agrícolas mujeres/PEA rural total	4,0	3,8	3,7	3,7	3,6	3,4	3,4	3,4	3,4
Población ocupada sector rural/población ocupada total	...	...	...	...	...	...	...	...	40,0
Tasa de desempleo abierto total	11,1	9,1	10,0	12,9	11,6	11,0	9,4	8,5	8,2
Tasa de desempleo abierto rural	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Años promedio de educación a nivel rural	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Analfabetismo a nivel nacional	6,8	...	...	...	...	...	...	...	...
Analfabetismo rural	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Gasto público en educación en relación con el PIB	5,3	...	...	5,7	5,8	...	...	...	...
<b>Indicadores macroeconómicos</b>									
	Tasas de crecimiento								
Producto interno bruto a precios de mercado	12,3	5,0	5,1	9,3	4,6	3,0	4,6	1,2	2,1
Índice de precios al consumidor (promedio anual)	1,0	0,9	3,2	2,3	3,1	3,4	3,7	4,1	4,4
	Porcentajes								
Déficit fiscal/PIB	8,4	11,3	5,8	10,9	6,3	6,8	1,9	1,2	1,1
Cuenta corriente/PIB	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>Tasas de interés reales<sup>e</sup></b>									
Promedio	15,8	15,3	13,9	13,3	12,7	12,6	12,1	11,7	11,0
Construcción	14,7	13,9	12,8	11,6	11,5	11,5	11,1	10,7	10,0
Comerciales	15,5	14,7	13,7	13,0	12,7	12,5	11,7	11,3	10,6
Tipo de cambio real ajustado <sup>f</sup>	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
Tipo de cambio nominal (dólares belicianos por dólar)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Fuente: Sobre la base de cifras oficiales de la CEPAL, Banco Central de Belice, Ministerio de Finanzas, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Estadísticas y CEPAL.

<sup>a</sup> Cifras preliminares.

<sup>b</sup> Incluye el PIB agropecuario primario y el PIB de la industria manufacturera a precios básicos en la siguiente actividad: la rama de alimentos, bebidas y tabaco.

<sup>c</sup> Se calculó en base a dividir los valores a precios corrientes por los respectivos valores a precios constantes.

<sup>d</sup> Se refiere al índice de precios al consumidor (IPC) entre el índice de precios de los alimentos y bebidas no alcohólicas (IPAB).

<sup>e</sup> Deflactadas por el IPC.

## b) Estructura y dinámica productiva

Los cultivos de mayor importancia dentro del valor bruto de la producción agropecuaria son los cítricos (véase el cuadro 5), los cuales representaron alrededor del 20% del total del producto agropecuario en el 2007. El segundo producto en importancia es la caña de azúcar. Por su parte, en 2007 los productos pecuarios representaron cerca del 20% del producto agropecuario.

**CUADRO 5**  
**BELICE: VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN**  
**AGROPECUARIA, 2006 Y 2007**  
*(En porcentajes)*

	2006	2007
Total agropecuario	100	100
Cítricos	16,17	19,83
Caña de azúcar	15,84	15,6
Banana	11,68	10,24
Frutas	8,2	7,45
Granos / Leguminosas	6,86	11,97
Hortalizas	4,7	3,75
Pecuario	16,67	20,63
Pesca	19,88	10,52

Fuente: Belice, Ministerio de Agricultura y Pesca, Reporte anual 2007.

La caña de azúcar, el banano y los cítricos son los cultivos más importantes de exportación y representan una parte sustancial de los ingresos nacionales. Los datos sobre el uso de la tierra agrícola (mostrados en el cuadro 6) calculan que la mayor parte del área agrícola sembrada -aproximadamente 68 660 acres- se destina a la caña de azúcar, principalmente en los distritos de Corozal y Orange Walk. Asimismo, 46 133 acres se destinan al cultivo de naranja, principalmente en el valle de Stann Creek. En lo que respecta a los granos básicos, los más importantes son frijol, sorgo, maíz y arroz. El maíz (amarillo y blanco) ocupa la mayor superficie cultivada, con alrededor de 17 300 acres.

**CUADRO 6**  
**BELICE: PRINCIPALES CULTIVOS , ÁREA TOTAL BAJO CULTIVO**  
*(En acres)*

	Corozal	Orange Walk	Belice	Cayo	Stann Creek	Toledo	Total
Cultivos permanentes							
Caña de azúcar	33,290	35,227	99	17	5	21	68,660
Naranja	247	1,250	2,800	14,303	23,222	3,310	46,133
Toronja	2	50	76	1,236	5,739	6	7,109
Banano	26	24	37	26	5,193	743	6,049
Cultivos cíclicos							
Fríjol rojo	6,744	2,958	13	1,993	149	243	12,100
Sorgo	1,221	8,043	0	526	0	0	9,790
Maíz amarillo	585	5,482	113	2,195	211	344	8,931
Maíz blanco	327	425	4	1,634	540	5,475	8,407
Arroz	1	5,284	6	193	278	752	6,513

Fuente: Belize Farm Registry (BFR), Ministerio de Agricultura y Pesca

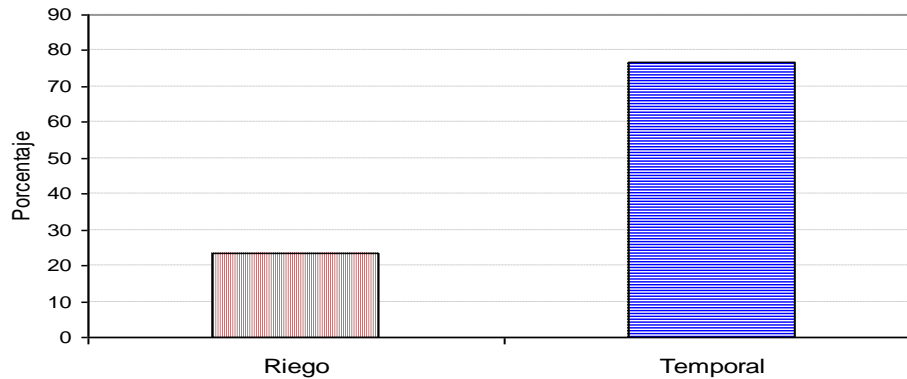
Como consecuencia del aumento en el nivel del mar, las inundaciones y la salinización de las tierras agrícolas (filtración de agua salada en ríos de donde se extrae agua para la irrigación) se han generado amenazas potenciales en las tierras agrícolas. Por ejemplo la intrusión de agua salada es una gran preocupación en la mayoría de las islas y en varias comunidades de las llanuras costeras. Las tierras agrícolas de las planicies costeras podrían experimentar problemas de salinidad a medida que aumente el nivel del mar, al igual que una disminución de la disponibilidad de agua dulce para riego. Asimismo, la elevación del nivel del mar tiene efectos sobre la erosión. Las inundaciones en el norte de Belice en 1998 afectaron la calidad de la caña de azúcar y la producción neta de azúcar<sup>7</sup>.

En Belice, la mayor parte de los agricultores dependen de las lluvias para una buena cosecha (según el "Belize Farm Registry", cerca del 76 % de los agricultores dependen de las lluvias de temporal). Al mismo tiempo, existe un uso limitado de irrigación en las grandes plantaciones. En los últimos años, las fincas de banano y papaya, y un número importante de campos de arroz han instalado sistemas de riego para compensar el déficit de humedad del suelo durante la estación seca<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Véase, First National Communication to the Conference of the parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change

<sup>8</sup> *Ibidem*.

**GRÁFICO 2**  
**BELICE: ÁREA BAJO RIEGO**



Fuente: Belize Farm Registry (BFR), Ministerio de Agricultura y Pesca.

**c) Inserción comercial y competitividad internacional**

Belice posee un mercado externo poco diversificado (véase el cuadro 7). El principal destino de las exportaciones es el mercado de Estados Unidos y Reino Unido. Sin embargo, la importancia de estos mercados ha venido disminuyendo, en mayor medida las exportaciones dirigidas a Reino Unido. Por otro lado, los países de América Central han adquirido una mayor importancia como destino de las exportaciones, sobre todo desde el año 2006. El porcentaje que representaban los países centroamericanos pasó de 0,24% en el año 2000 a 20,56% en el año 2008.

**CUADRO 7**  
**BELICE: PORCENTAJE DE EXPORTACIONES POR PRINCIPALES DESTINOS, 2000-2008**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos	48,73	52,04	53,12	55,49	54,97	51,32	41,84	26,55	42,42
América Central	0,24	0,80	0,84	0,30	0,54	0,72	12,67	28,45	20,56
Reino Unido	28,76	24,22	24,61	24,52	19,51	21,11	16,50	18,04	19,80
Otros países de la Unión Europea	10,63	6,94	9,36	5,40	10,11	7,54	14,94	14,37	7,24
Países del CARICOM	4,66	6,71	7,09	9,18	11,33	10,96	8,28	7,03	5,24
Otros países	4,93	8,25	3,04	3,51	1,80	2,61	2,46	3,52	2,69
México	0,65	0,63	1,20	1,45	1,53	5,69	3,22	1,94	1,68
Canadá	1,40	0,41	0,74	0,16	0,21	0,06	0,10	0,11	0,37

Fuente: Instituto de estadísticas de Belice.

Los principales productos de exportación de Belice son el concentrados de naranja el azúcar. Aun cuando ambos productos han perdido importancia relativa dentro de las exportaciones, en 2008 sumaron alrededor del 30% de las exportaciones totales (véase el cuadro 8). Por su parte, la importancia de los productos del mar disminuyó. Representaron 16,74 % del total de las exportaciones en 2000 y sólo 7,57% en 2008. Lo mismo sucede con el banano. La importancia de este producto decreció de 15.64% en el año 2000, a 11,22% en el año 2008. Las exportaciones de petróleo han cobrado importancia, representaron cerca de 39,46 % en 2008.

**CUADRO 8**  
**BELICE: PRINCIPALES PRODUCTORES DE EXPORTACIÓN, 2000-2008**  
*(En porcentajes)*

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Productos del mar	16,74	20,41	22,22	28,87	26,25	23,05	16,04	8,30	7,57
Azúcar	17,68	18,24	20,84	18,68	19,89	16,42	18,66	17,35	12,20
Concentrado de naranja	22,64	21,16	16,89	17,18	13,70	20,63	16,07	19,92	17,08
Bananas	15,64	13,15	10,58	13,79	12,78	11,48	9,43	8,19	11,22
Papayas	2,72	3,15	4,90	4,39	5,57	6,31	5,78	5,13	3,83

Fuente: Instituto de Estadística de Belice.

Como parte de este estudio se analizó la competitividad de los productos de Belice en los mercados internacionales a partir del cambio porcentual de la participación de mercado y la cantidad de productos exportados hacia Estados Unidos en el periodo 2002-2007 (con base en las cifras del Módulo para Analizar el Crecimiento del Comercio Internacional, MAGIC). Los resultados del análisis de 25 grupos de productos agropecuarios y agroindustriales se presentan en el cuadro 9.

De los 25 grupos que conforman el sector agroindustrial y agropecuario, solamente el sector de frutos comestibles es un mercado dinámico, debido a su importancia relativa en los flujos comerciales y el aumento en la participación en el mercado. Por el contrario, el café y el tabaco, son productos que han permanecido estancados y han perdido participación relativa.

Pese a que productos como azúcares, artículos de confitería, legumbres, hortalizas y frutas, bebidas, semillas y frutos oleaginosos ganan participación, se encuentran en mercados estancados.

**CUADRO 9**  
**BELICE: COMPETITIVIDAD DE LAS EXPORTACIONES AGROALIMENTARIAS**  
**A LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, 2002 – 2007**

Código	Producto	Tipología/1
<b>Agropecuarios</b>		
1	Animales Vivos	No definido
2	Carne bovina fresca y refrigerada	No definido
3	Peces vivos	Retirada
4	Lácteos y miel	No definido
5	Demás productos de origen animal	No definido
6	Plantas y flores	Estrella Menguante
7	Legumbres y hortalizas	Oportunidad Perdida
8	Frutos comestibles	Estrella Naciente
9	Café sin tostar, té, yerba mate y especias	Retirada
10	Cereales	No definido
12	Semillas y frutos oleaginosos	Oportunidad Perdida
<b>Agroindustriales</b>		
11	Productos de la molinería	No definido
13	Gomas y resinas	No definido
14	Materias trenzables y demás productos	No definido
15	Grasas y aceites animales o vegetales	No definido
16	Preparaciones de carne	No definido
17	Azúcares y artículos de confitería	Oportunidad Perdida
18	Cacao y sus preparaciones	No definido
19	Preparaciones a base de cereales	No definido
20	Preparación legumbres, hortalizas y frutas	Oportunidad Perdida
21	Preparaciones alimenticias diversas	Oportunidad Perdida
22	Bebidas, líquidos alcohólicos	Oportunidad Perdida
23	Alimentos balanceados y residuos	No definido
24	Tabaco y sucedáneos del tabaco	Retirada
44	Madera y manufacturas de madera	No definido

Fuente: Magic 2009.

Nota: Estrellas nacientes: mercados dinámicos y los productos ganan participación. Estrellas menguantes: mercados dinámicos y los productos pierden participación. Oportunidades pérdidas: mercados estancados y los productos ganan participación. Estrellas en retirada o retroceso: mercados estancados y los productos pierden participación. No definido: No participa en el comercio con Estados Unidos. Los sectores dinámicos son los que aumentan su importancia relativa en los flujos comerciales entre un año base y un año final. Los sectores estancados son los que disminuyen su importancia relativa en los flujos comerciales entre un año base y un año final. Los sectores competitivos son los que aumentan su participación en el mercado, contribución o especialización entre un año base y un año final. Los sectores no competitivos son los que disminuyen su participación en el mercado, contribución o especialización entre un año base y un año final.

**d) Acuerdos comerciales<sup>9</sup>**

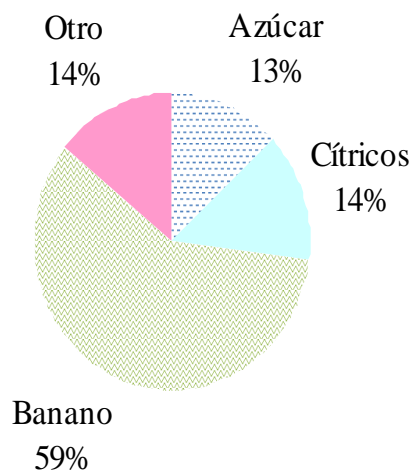
Belice no forma parte de los acuerdos comerciales del RD- CAFTA, pero cuenta con un acuerdo con los países miembros de la OMC, firmado en 1995 como parte contratante del GATT, al cual se unió en 1963. También cuenta con un acuerdo comercial con los países del CARICOM, firmado el 4 de Julio de 1973 y revisado en 2001. Cuenta con acuerdos de arancel parcial con Colombia, iniciado en 1994, y con Venezuela, firmado en 1992.

**e) Crédito en el sector agropecuario.**

Según datos del Banco Central de Belice, el crédito agropecuario en Belice representó el 15,9% del crédito total en el año 2008. Aunque el crédito agropecuario se ha incrementado 280% en el periodo 2000-2008, su participación en el crédito total ha pasando de 10 en el año 2000 a 15,9% para el 2008.

La mayor participación en el crédito agrícola para el año 2008 corresponde al cultivo de bananas con 59% del total (véase el gráfico 3). Sin embargo, el crédito para el cultivo de la caña de azúcar ha sido el de mayor incremento entre los años 2004 y 2008, mientras el apoyo a los cítricos ha disminuido en el mismo periodo.

**GRÁFICO 3  
BELICE: DISTRIBUCIÓN DEL CRÉDITO AGRÍCOLA, 2008**



Fuente: Banco Central de Belice "Reporte Anual (2008)

<sup>9</sup> Fuente: Sistema de Información Sobre Comercio Exterior (SICE), [http://www.sice.oas.org/default\\_s.asp](http://www.sice.oas.org/default_s.asp)

## 2. Belice ante el cambio climático

### a) Efectos del cambio climático en la agricultura en los últimos años

Durante los últimos años se han intensificado los fenómenos climatológicos extremos repercutiendo en pérdidas económicas para los países. Los países centroamericanos han sido de los más afectados por los fenómenos climáticos. El cuadro 10 enlista los países centroamericanos y el lugar que ocupan según el índice de riesgo climático (IRC). El IRC muestra los países que han sido afectados en la década 1998-2007 por eventos climáticos extremos y tiene en cuenta el número total de muertes por cada 100.000 habitantes, las pérdidas absolutas en millones de dólares de los Estados Unidos y las pérdidas como porcentaje del PIB. Estos indicadores implican niveles de desarrollo y la vulnerabilidad de los países a los riesgos. Este índice refleja, tanto los efectos físicos de los fenómenos meteorológicos extremos, así como las circunstancias nacionales que determinan la capacidad de adaptación de los países y su población (Harmeling, Sven (2008)).

Belice ocupa el lugar número 34, sin embargo las pérdidas en porcentaje del PIB es de 5,5%, el porcentaje más alto entre los países centroamericanos.

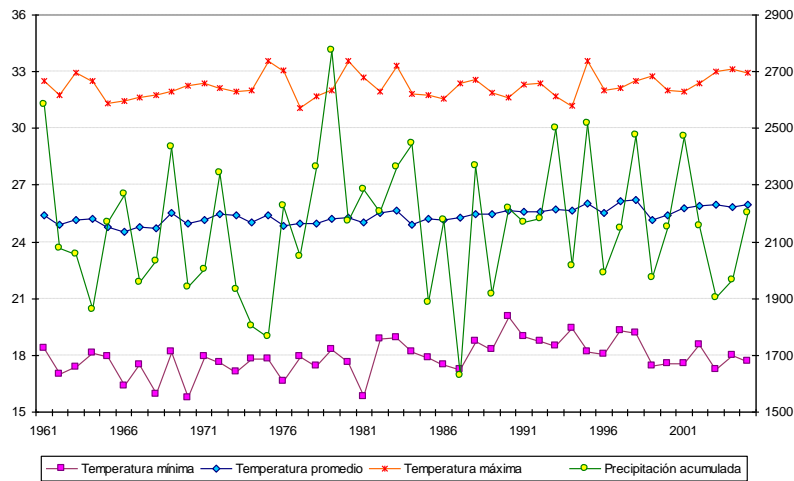
**CUADRO 10**  
**ÍNDICE DE RIESGO CLIMÁTICO (IRC): RESULTADOS DE LOS INDICADORES**  
**ESPECÍFICOS DE LOS PAÍSES DEL ISTMO CENTROAMERICANO AFECTADOS**  
**POR LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS, 1998-2007**

Posición en IRC 1998-2007	País	IRC	Muertos promedio	Promedio anual de defunciones por cada 100.000 habitantes	Pérdidas totales promedio. Millones de dólares de los EE.UU. PPP)	Las pérdidas promedio PIB en % del PIB
1	Honduras	6,75	579	8,5	1,166	5,15
3	Nicaragua	11,67	308	5,7	528	4,3
4	República Dominicana	14,83	414	5	503	0,98
11	Guatemala	26,67	132,1	1,14	243	0,5
30	El Salvador	43,25	38	0,58	103	0,32
34	Belice	49,33	3,4	0,41	98	5,51
84	Costa Rica	80	5,8	0,14	33	0,1
100	Panamá	90,42	13,7	0,45	2	0,01

Fuente: Harmeling, Sven (2008)

En las últimas décadas, en Belice la temperatura promedio anual ha mostrado una ligera tendencia creciente. Por su parte, la precipitación acumulada anual muestra una gran variación año con año (véase el gráfico 4).

**GRÁFICO 4**  
**BELICE: TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN, 1960-2005**



Fuente: elaboración propia con base en datos del Grupo de Cambio Climático y Radiación Solar del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Debido a su posición geográfica Belice es afectado fuertemente por huracanes, los cuales generan pérdidas materiales y humanas, además de graves daños a la infraestructura que afectan considerablemente al sector agropecuario. Asimismo, hay que considerar que son los pequeños productores, que no cuentan con ninguna forma de asegurarse contra estos fenómenos, quienes sufren los mayores impactos negativos de este tipo de peligros naturales. El cuadro 11 muestra los desastres naturales que han ocurrido en los últimos años. El Huracán Keith, ocurrido en 2002 causó una pérdida económica de alrededor de 30% del PIB. Por su parte, el Huracán Dan, ocurrido en 2007, ocasionó una pérdida equivalente a 90 millones de dólares (7% del PIB), de los cuales el 64% correspondió a las pérdidas en el sector agropecuario.

**CUADRO 11**  
**BELICE: DAÑOS Y PÉRDIDAS EN EL SECTOR AGROPECUARIO POR LOS DESASTRES**  
*(En millones de dólares)*

Evento	Daños y pérdidas totales	Total	Agropecuario		Porcentajes			PIB corriente	Daños y pérdidas totales/PIB
			Daños <sup>a</sup>	Pérdidas <sup>b</sup>	Agropecuario/ total	Daños/ agropecuario	Pérdidas/ agropecuario		
Huracán Keith - 2002 Belice	280,1	62,2	38,7	23,4	22,2	62,3	37,7	932,2	30,0
Huracán Dean - 2007 Belice	89,9	57,9	21,2	36,7	64,4	36,7	63,3	1 276,8	7,0

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales de la Base de Datos de la Unidad de Desastres.

<sup>a</sup> Se refiere a la destrucción total o parcial del acervo o capital.

<sup>b</sup> Se refiere a las pérdidas o alteraciones en los flujos.

## b) Las estrategias, políticas y programas frente al cambio climático

En 1992, Belice firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y fue ratificada en 1994. El Gobierno de Belice designó a su Servicio Meteorológico Nacional (SMN) como punto focal referente a los asuntos relacionados con el cambio climático.

En 2002 presentó la Primera Comunicación Nacional para la CMNUCC y en 2007 la Segunda Comunicación Nacional (versión preliminar). Igualmente ha desarrollado inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (1994, 1997 y 2000) y esbozó la primera estrategia de mitigación y adaptación, reflejando las circunstancias y problemáticas nacionales, principalmente en los sectores de Recursos Hídricos y Agricultura.

Gracias a su participación en la CARICOM, Belice es un socio en la Alianza de los Pequeños Estados Insulares (AOSIS). Su posición de negociación es coordinada dentro de este órgano. Belice es también un miembro de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y colabora en el "Caribbean Community Climate Change Center".

La preparación de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero es parte de la respuesta internacional al cambio climático. Mediante estos, se pretende documentar la cantidad neta de gases de efecto invernadero que se producen o son eliminados (sumideros), así como la actividad sectorial y los gases que intervienen en cada sector. De conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Belice tomó los años 1994, 1997 y 2000 para sus inventarios nacionales de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero. Los resultados del primer inventario muestran que Belice es un sumidero neto de gases de efecto invernadero, es decir, que absorbe más de lo que emite.

Belice es vulnerable a los impactos adversos del cambio climático. Por lo tanto, el objetivo nacional debe ser identificar las opciones de adaptación viables para enfrentar el cambio climático.

Según la primera comunicación, El Departamento de Agricultura tiene el mandato de:

1. Realizar estudios de vulnerabilidad al cambio climático en todos los principales cultivos.
2. Preparar las opciones de adaptación para los cultivos, las cuales están amenazadas.
3. Promover el uso de nuevas variedades y prácticas agrícolas en la comunidad.
4. Incluir un informe sobre las actividades relacionadas con el cambio climático en el informe anual del Ministerio
5. Proporcionar un informe sobre sus actividades de cambio climático.

### 3. Reflexiones sobre el mercado de tierras en Belice

Ante la imposibilidad de llevar a cabo un modelo ricardiano, se realizaron algunas reflexiones sobre el mercado de tierras, para brindar una perspectiva de cómo se encuentra este sector en la actualidad.

Como se mencionó anteriormente Belice es un país con una superficie total de 22,960 km<sup>2</sup>, 5% de la cual está distribuida en más de 1.060 islas. Las tierras de propiedad privada representan 54% (aproximadamente 12.400 km<sup>2</sup>) de la extensión total del territorio nacional.

Más de 10.000 km<sup>2</sup> de esas tierras privadas se mantienen distribuidas como parcelas rurales de más de 0,4 km<sup>2</sup> (40 ha), mientras que las pequeñas parcelas privadas urbanas representan menos de 0,1% de la extensión total del territorio nacional. Las tierras públicas representan 46% (aproximadamente 10.560 km<sup>2</sup>) de la superficie total de Belice. Esas tierras se dividen además de la siguiente manera: (a) zonas protegidas y reservas forestales que representan más de 30% del total del territorio nacional; y (b) otras “tierras nacionales” (16% del territorio nacional) que están asignadas con arreglo a un contrato de arrendamiento del Estado o son tierras públicas no arrendadas. Se calcula que existen entre 200.000 y 225.000 parcelas (100.000 en zonas rurales) que pueden llegar a formar parte del catastro nacional y contribuir a un dinámico mercado de inversiones (Barnes 2001).

El Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente (MNRE) tiene la responsabilidad de administrar los recursos naturales renovables y no renovables, incluidas las tierras, así como de reglamentar el medio ambiente con el propósito de fomentar el desarrollo sostenible de Belice. Adscrito al MNRE, el Departamento de Tierras y Agrimensura (DLS) se encarga de supervisar el registro de los derechos de propiedad de tierras, la valoración de la tierra para determinar el monto del arrendamiento y los impuestos, la asignación de tierras públicas mediante contrato de arrendamiento o venta a particulares, el trabajo de cartografía y la gestión de la información sobre tierras.

Este apartado está organizado en tres partes. En la primera se hace una revisión histórica sobre la evolución de los patrones de tenencia de la tierra en Belice, la segunda presenta una perspectiva del marco actual en el manejo y administración de la tierra. La tercera parte ofrece las principales iniciativas internacionales en materia de ordenación de tierras en Belice.

#### a) Patrones e iniciativas en la tenencia de la tierra: una perspectiva histórica

Durante el periodo colonial, la administración de la tierra en Belice se distinguió por una alta concentración en la tenencia de la tierra, beneficiando a un grupo reducido de personas, y a una enorme exclusión del resto de la población. En el transcurso de los años, la administración ha evolucionado hacia un papel del Estado más activo y enfocado a realizar cambios que impulsen la actividad productiva y con

ello la participación del sector privado. La evolución en la administración y manejo de la tierra ha estado impulsada por cambios en el marco legal, así como la transformación en el manejo de las tierras públicas.

Aunque la administración de la tierra y las funciones del DLS iniciaron en 1862, la planeación en el uso de la tierra, la colección de datos y el desarrollo de las capacidades en la información sobre el recurso, se establecieron hasta 1992 (Iyo, y otros, 2003).

i) Principales patrones en el uso de la tierra. Actualmente Belice está caracterizado por una importante variedad en las formas de la tenencia de la tierra que van desde títulos privados de dominio pleno hasta títulos de arrendamiento, tanto para las áreas rurales como urbanas. De manera adicional, las tierras nacionales del Estado están disponibles para arrendamiento o en proceso de aplicación de contratos para su usufructo, lo que representa un total de 8% de las tierras rurales disponibles. Existen estimaciones de que cerca del 1% de las parcelas nacionales disponibles están involucradas en algún proceso de arrendamiento y en la mayoría de los casos sus arrendatarios han solicitado la tenencia total de las mismas. En 2001 se reportó que la estimación de las propiedades de tierra por ser asignadas oscilaba entre 90.000 y 100.000 parcelas. Aunque la evidencia a partir de trabajos recientes apunta a que el dato anterior puede ser una subestimación considerable del problema (Iyo, y otros, 2003).

Una combinación en el incremento del uso de tierras cercanas a las reservas forestales que emplean técnicas de cultivo tipo *milpa*, aunado a la pérdida (erosión) de la superficie del suelo, provocada principalmente por los periodos cortos entre los barbechos, han empezado a llamar la atención del Gobierno de Belice y distintas ONG's (Barnes 2001).

En diferentes periodos de la historia de Belice, la distribución y la propiedad de la tierra han estado determinadas por las políticas del Estado, la raza y la etnicidad, entre otros factores. Distinto al caso de otros países del Caribe que fueron dominados por la industria de las plantaciones, el uso de la tierra en Belice precolonial y colonial estuvo fuertemente determinado por la industria del aprovechamiento de los recursos forestales. Además, las políticas del Estado respecto a la tierra estuvieron influenciadas por el hecho de que los asentamientos en Belice operaron sin estatus colonial desde el siglo XVII hasta la segunda mitad del siglo XIX. Hasta la mitad de los años 1700, prácticamente no existían leyes sobre la propiedad de la tierra en el territorio, ya que el número de colonizadores británicos fue bastante reducido, no existía la necesidad de regular la tenencia de la tierra. Así, el modo operado en la adquisición de la tierra era simplemente aprovechar cierta extensión de tierra en una actividad determinada y en el momento de emprender otra actividad, simplemente se apropiaban de otra extensión del territorio (Belice, 1988).

La influencia del estado sobre los patrones de tenencia de la tierra después del establecimiento del estatus colonial fue restringido por arreglos previos. En específico, las políticas de tierra en Belice antes de 1871 estuvieron caracterizadas por el control privado de todas las tierras.

La Ley de Tierras de la Corona (CLA) de 1872 marcó el proceso de adquisición de los derechos de usufructo de las tierras nacionales, la adquisición de derechos de propiedad para las tierras nacionales, y el establecimiento de las reservas de los indios y caribeños, además de las reglas para su operación. La Ley también marcó el proceso en la delimitación de las reservas forestales y de las tierras agrícolas. Sobre todo, dicha Ley impidió de manera exitosa que los Mayas y los Garifuna tuviesen el derecho de ser dueños de la tierra y solamente se les proporcionó una pequeña extensión de tierra previamente definido por la Corona (Bolland, 1988).

Un cambio mayor en las políticas de la tierra ocurrió entre 1920 y 1968. Esto fue influenciado en primera instancia por el desplazamiento del factor trabajo enmarcado por la mecanización en la operación de la industria extractiva forestal (Barnett, 1991).

El uso de la tierra en Belice, desde la llegada de los británicos en el siglo XVII, ha estado vinculado históricamente con los medios de producción. La adquisición y acumulación de tierra ha considerado la naturaleza y el carácter de su distribución y propiedad. Antes de 1862 las actividades en la agricultura solo fueron complementarias a las actividades forestales. Aquéllos habitantes involucrados de una manera constante en la producción agrícola fueron las personas de edad avanzada, los débiles y las mujeres. El resto de la población trabajaba en sus pequeñas plantación especialmente en la época donde el aprovechamiento de la caoba estaba ausente (Bolland y Assad, 1977). Durante este periodo no es posible determinar el área total de acres destinada al cultivo, ello es un indicador del carácter secundario que la actividad agrícola representaba. Sin embargo, justo después de 1871 (el inicio del periodo de la Corona), la promoción de la agricultura por el Estado y el declive en las dotaciones forestales cambio la situación, de esta manera para 1889 se registraron más de 60, 000 acres de tierra cultivados (las cosechas principales fueron maíz, caña de azúcar y plátano). Ya para 1911, 15% de la población de Belice estaba involucrada en la agricultura y 50% de este número se clasificaba como “trabajadores agrícolas” y el resto clasificado como pequeños agricultores y “milperos” (Iyo, 1998).

La aparición de la Ley de Registro de Tierras tuvo el efecto de simplificar la ley y los procedimientos relacionados a la posesión de la tierra. La eficacia de esta regulación en particular fue apoyada por la introducción de la Ley de Títulos por Estrato (Strata Titles Act) de 1990, además de la Ley de Adjudicación de la Tierra de 1992. Esta última ley ayudó en la clarificación de los derechos de propiedad en el caso de propiedades en disputa, así como hizo más eficiente y efectivo el sistema de registro de la tierra. La Ley de Títulos por Estrato proporciona los elementos para el registro y aseguramiento de títulos condominales (Iyo, y otros, 2003).

Durante el periodo posterior a la independencia, algunos tipos de sistema de tenencia de la tierra (incluyendo las reservas agrícolas) habían sido descontinuados, predominando los contratos de arrendamiento y de compra en todo el territorio, lo que originó que el volumen de venta de propiedades privadas de incrementara significativamente. Este cambio en el patrón de la propiedad alentó la decisión en 1981 de introducir la Ley de Utilización de la Tierra (LUA, por sus siglas en inglés). El propósito principal de esta ley fue asegurar el mejor uso de la tierra y disminuir o prevenir la fragmentación y subutilización.

La administración de tierras nacionales (las tierras en propiedad del gobierno, excluyendo las reservas forestales y los parques nacionales) se transformó a partir del surgimiento de la Ley de Tierras Nacionales (NLA, por sus siglas en inglés) en 1992, lo cual sustituyó y reemplazó a la Ley de Tierras de la Corona. La NLA estableció un comité consultivo de la tierra para proveer las sugerencias pertinentes sobre las políticas generales relacionados con la tierra, entre ellas las recomendaciones necesarias para un nuevo régimen para la distribución de la tierra a través de los comités locales.

Se debe notar que en el periodo anterior y justo después de la independencia se registraron los mayores intentos para cambiar los patrones en la tenencia de la tierra, por medio de la implementación de leyes para regular la adquisición de la tierra dentro del territorio de Belice. Lo que caracterizó a esta época fue una combinación en la distribución progresiva de tierras nacionales, incluso aquéllas tierras privadas adquiridas por el Estado con el propósito de pasar de propiedades de grandes extensiones a propiedades de pequeña escala. Otra característica notable en la tenencia de la tierra después de la independencia fue el incremento de plantaciones agrícolas, que a su vez ocasionó tenencias de tierras

mezcladas, es decir propiedades que van desde pequeños productores agrícolas a propiedades de grandes empresas. El período también se caracterizó por un descenso en la compra de tierra por parte del gobierno, así como por un aumento en los contratos de arrendamiento. A pesar de estos intentos, en 1986 cerca del 85% de los propietarios privados poseían el 4% de las tierras, mientras que existía un 3% de grandes propietarios que tenían en su poder cerca del 90% de la tierra (Iyo, y otros, 2003).

## **b) Marco actual en el manejo de la tenencia de la tierra**

Durante el periodo colonial (1871-1964), el Estado se había convertido en el mediador de la distribución de tierra en Belice, influyendo en las políticas de tierra que incluía el acceso y equidad en términos de distribución. Al mismo tiempo, el estado funcionó como un facilitador y competidor con propietarios privados por dos razones. Primero, fue la institución financiera que promovió la venta de tierras, y segundo utilizó el poder político para acumular grandes extensiones de tierra.

De esta manera, el Estado pasó de jugar un papel pasivo como formulador de políticas sobre el manejo de la tierra a uno activo y participativo en el cambio sobre la política de la tierra. No obstante lo anterior, los esfuerzos del gobierno han estado enfocados en atraer inversionistas extranjeros, prestando poca atención a los ciudadanos locales del país quienes permanecen sin tierras y que sólo pueden poseer un pedazo de tierra a través del sistema de arrendamiento (en el Norte) o a través de la ocupación de tierras sin autorización en las áreas centrales y las reservas de tierra en el Sur. Más de 75% de la tierra productiva aún permanece en manos de grandes propietarios que se vieron beneficiados desde la época de la Colonia. Basta notar que la distribución desigual de la propiedad privada de tierra todavía afecta a la actividad en el mercado actual de tierras (Barnes, 2001)

Comenzando con el Programa de Reforma Agraria del período 1968-1977 y aún más adelante marcado por el derecho a "un pedazo de tierra para cada ciudadano," se apuntaló a cada gobierno a utilizar el asunto de redistribución de tierra como la piedra angular de su estrategia de desarrollo. Sin embargo, hasta ahora, los diferentes gobiernos no han podido traducir efectivamente las promesas de campaña en un esquema real de política, aún cuando enfrentan las grandes demandas y las fuertes presiones por cumplir.

Los esfuerzos del gobierno en la redistribución han tenido un efecto significativo en el estado actual del mercado de tierra, además de que existe en consenso de que ha afectado el dinamismo de este mercado. A pesar de su intervención, como se discutió anteriormente, su participación ha sido criticada de manera especial en las cuestiones de equidad. Una comparación de las tasas de precios para la tierra comprada del sector público en relación con tierras vendidas por agentes del sector privado e individuos es el indicador más claro. La evidencia muestra que en promedio un terreno es vendido en el sector privado (mercado secundario) entre cinco y siete veces el valor de un terreno equivalente en tamaño vendido por el Gobierno de Belice (Iyo, y otros, 2003). El resultado de esta discrepancia es una demanda continua por la tierra en propiedad del Estado, aún en los casos donde clientes no son compradores de primera instancia ni asalariados de bajos ingresos. El efecto de la intervención del gobierno, desde una perspectiva histórica en los esfuerzos de redistribución, y en un reconocimiento a la necesidad para el acceso al desfavorecido, señala la necesidad de una política de precios equitativa y completa.

Además del efecto negativo por la falta de una política de precios equitativa que influye sobre el dinamismo del mercado de tierras, existe evidencia de un mercado paralelo, donde la venta secundaria de tierra opera en gran medida a nivel internacional. Debido a la reticencia de los corredores de bienes raíces, a la amplitud del comercio y al valor agregado en este mercado, ha sido difícil que dicho mercado

se implemente y se consolide de una manera eficaz. Sin embargo, la entrada de compañías acreditadas como Century 21 y REMAX sugiere que este mercado continúa en expansión. Además, este crecimiento ha dejado atrás los regímenes regulatorios, en particular aquéllos relacionados a la protección del inversionista (Barnes, 2001).

Durante la última década, el MNRE ha venido llevando a cabo un gran proceso de modernización de sus servicios de ordenación de tierras con el propósito de promover las inversiones en sectores económicos clave, como la agricultura, mediante la protección de los derechos de propiedad. Esta labor procura responder a un problema de envergadura relacionado con la poca seguridad de la propiedad de las tierras, debido en parte al uso de dos sistemas de registro de propiedad, de los cuales sólo uno (de conformidad con la Ley de Tierras Registradas) permite una gestión más eficaz de la documentación de tierras y la obtención de títulos de propiedad más seguros con la asignación de un número único de identificación para cada una de las parcelas registradas. Otros problemas que requerían atención eran las ineficiencias y retrasos resultantes del uso de expedientes físicos que debían consultarse manualmente, actividad que tomaba mucho tiempo y dificultaba la tarea de vincular la titularidad de la propiedad con el valor de la misma y la ubicación de la parcela, objetivos que se han venido cumpliendo a partir de la implementación de una serie de programas de iniciativa internacional y que se describen a continuación.

#### **c) Iniciativas Internacionales y el Desarrollo de la Política Nacional de Tierras**

Debido a que la demanda por tierra y el desarrollo del mercado de tierra se incrementan, y de manera adicional, las modalidades relacionadas con la gestión de la tierra se transforman, tanto para el sector público y como para el privado, la cuestión del manejo de la información, la disseminación, y la formulación de políticas de planeación se convierten en un tema central en todos los asuntos relacionados con el manejo, venta y distribución de la tierra.

El Programa de Ordenación de Tierras brinda este apoyo y apunala el esfuerzo institucional de planificación en la utilización de la tierra, y tiene como propósito impulsar aún más las mejoras necesarias en la estructura nacional para la planificación y el desarrollo en los requerimientos físicos de este recurso. El trabajo previo a la implementación del Programa de Ordenación de Tierras empezó en 1999/2000, con las negociaciones realizadas en 2001 y la puesta en marcha en marzo de 2002. En su primera etapa, el programa fue aprobado para su ejecución en julio de 2002. El financiamiento de este programa proviene del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y una aportación del Gobierno de Belice.

Aprovechando los logros alcanzados con la implementación de la primera fase del proyecto de Ordenación de Tierras, se diseñó el Programa de Ordenación de Tierras (LMP II) con el fin de apoyar la transición de una porción importante del país hacia un solo Registro Catastral para las zonas tanto rurales como urbanas, con actividades piloto en estas últimas. Paralelamente a esta actividad, se trabajó en el fortalecimiento de capacidades para cumplir funciones más complejas de ordenación de tierras, como la valoración de predios, la planificación del uso de la tierra y la aplicación de la política nacional de tierras. Un concepto clave de la estrategia fue organizar las inversiones y actividades de manera secuencial con un proceso de fortalecimiento institucional, a fin de que los cambios que produjera el Programa de Ordenación de Tierras se integrasen adecuadamente al MNRE, organismo ejecutor del Programa.

El préstamo otorgado por el BID logró sus principales objetivos: los propietarios de más de 16.000 parcelas rurales ubicadas en los distritos de Corozal, Orange Walk y Belice recibieron títulos seguros sobre las tierras que ocupaban. Se han levantado otras 7.000 parcelas rurales que se han declarado como secciones de registro (lo que quiere decir que es obligatorio registrar las transacciones de tierras).

Con el LMP II, todas las tierras rurales de los distritos Corozal y Orange Walk se rigen ahora por las disposiciones de la Ley de Tierras Registradas. El Programa permitió aclarar la tenencia y registrar más de 3.000 km<sup>2</sup> de tierras (13% de la extensión territorial total del país), a los que se suman otros 550 km<sup>2</sup> declarados. Las actividades realizadas en las zonas urbanas fueron algo menos exitosas. Se recibieron solicitudes para 380 parcelas en la Ciudad de Belice, en lugar de la meta original de 500 parcelas levantadas y registradas para la etapa piloto de adjudicación urbana.

Los recursos otorgados permitieron también financiar el mejoramiento de los servicios de procesamiento de las transacciones de tierras con la creación de un sistema de información catastral basado en parcelas que vincula los datos de cuatro de las siete secciones del Departamento de Tierras y Agrimensura (Registro Catastral, Cartografía y Levantamientos Topográficos, Valoración y el Centro de Información sobre Tierras). Este sistema de información catastral basado en parcelas normalizó la información catastral en cuatro secciones con la asignación de un Número de Identificación de Parcela (PIN) que permite por vez primera relacionar los datos de titularidad, ubicación y tamaño de la parcela y valor de la propiedad. Como resultado de la ejecución del LMP II, el MNRE administra ahora con eficacia un catastro digital que abarca 50% de todas las parcelas de Belice.

Igualmente, el sistema: a) ha eliminado la necesidad de mantener, almacenar y desplazar a distintos sitios los expedientes físicos que contienen los documentos sobre las propiedades, con los riesgos que ello entraña de perderlos o dañarlos; b) ha reducido considerablemente las posibilidades de fraude; c) permite al MNRE responder rápidamente a las consultas de los dueños de propiedades, abogados, agentes de bienes raíces y bancos sobre el estado de sus transacciones; y d) ha mejorado el aseguramiento de la calidad, ya que las transacciones deben seguir un conjunto específico y uniforme de pasos y procesos automatizados. La instalación del sistema de información catastral en cuatro de las siete secciones del Departamento de Tierras y Agrimensura ha tenido una significativa repercusión sobre sus operaciones, pero lo más importante es que ha aumentado en buena medida la capacidad para registrar parcelas, resolviendo de esta forma los problemas de embotellamiento que crearon los programas de adjudicaciones masivas en las zonas rurales y urbanas.

Si bien ya se ha diseñado y probado el marco del sistema de información basado en parcelas, persiste la necesidad de ampliarlo hacia todas las secciones del Departamento de Tierras y Agrimensura y a las seis oficinas distritales, a fin de lograr una cobertura plena. Quedan tres secciones por integrar al sistema:

i) Propiedades nacionales, que presta servicios a unos 100.000 propietarios que periódicamente desean convertir sus parcelas de propiedad arrendada en propiedad de dominio absoluto, solicitar o traspasar arrendamientos, o pagar los arrendamientos. Los clientes que no residen en distritos tienen que viajar a las oficinas del MNRE en Belmopan para realizar estas transacciones, porque las oficinas distritales no cuentan con las herramientas de comunicación necesarias para prestarles estos servicios en sus zonas.

ii) Planificación física, que en la actualidad procesa aproximadamente 30 solicitudes de subdivisión mensuales, cada una de las cuales representa inversiones multimillonarias.

iii) Ingresos inmobiliarios (Recaudaciones), que cobran las comisiones, arrendamientos e impuestos inmobiliarios (en las zonas rurales) y recauda entre US\$5 millones y 7 millones anuales, con lo cual se ubica entre las principales fuentes de recaudación de ingresos para el gobierno.

Estas tres secciones continúan realizando transacciones por medio de la consulta manual de archivos físicos, lo que produce retrasos importantes y el riesgo de pérdida o daños a los expedientes. Las transacciones de tierras se exponen igualmente a la aplicación de procedimientos ad-hoc que resultan en incongruencias, errores y posibles prácticas fraudulentas. La consiguiente falta de transparencia, la incapacidad para prestar servicios de ordenación de tierras desde las oficinas distritales, la ausencia de un acceso en línea para dar seguimiento a las transacciones y las precarias condiciones físicas de las oficinas donde acuden los clientes crean inconvenientes para los propietarios y arrendatarios, reducen los ingresos y, en términos generales, socavan la credibilidad del MNRE.

También se requieren medios para acelerar el proceso de primer registro en las zonas urbanas que se han declarado como zonas de registro obligatorio y para ampliar este registro hacia zonas urbanas que el LMP no cubriera originalmente. Estas mejoras pudieran incrementar los ingresos recaudados por el MNRE, lo que podría permitir continuar las inversiones en la ordenación de tierras.

El MNRE reconoce que la sostenibilidad de las mejoras alcanzadas con el LMP I y el LMP II es fundamental para preservar la calidad de los servicios de ordenación de tierras. Aun cuando la aplicación de la Ley de Registro Catastral en todo el país sigue siendo una prioridad, es necesario realizar una planificación estratégica y establecer prioridades a mediano plazo para la adjudicación de tierras urbanas y rurales, el fortalecimiento de capacidades y la implantación gradual de la estrategia de cobro al usuario en forma paralela con el mejoramiento de la prestación de servicios.

Para poder aprovechar en su totalidad los beneficios que entraña para la agricultura y las zonas rurales la modernización de los servicios de ordenación de tierras que se iniciaron con el LMP II, resultaría necesario implementar una nueva fase del Programa que completará la transición del procesamiento manual de las transacciones de tierras y el mantenimiento de archivos hacia el uso de procedimientos automatizados y simplificados por medio de un sistema de información basado en parcelas que ha de i) mejorar la transparencia y reducir considerablemente las posibilidades de error, fraude y pérdida de títulos; ii) brindar acceso expedito a informes y expedientes; y iii) crear corrientes adicionales de ingresos como resultado del mejoramiento de los servicios y el incremento de las transacciones.

Existe también la necesidad urgente de mejorar la información sobre tierras rurales de forma simultánea con la expansión a todo el territorio nacional de los servicios de ordenación de tierras. Las nueve zonas urbanas más importantes de Belice representan el mayor volumen de transacciones de tierras anuales (y, por lo tanto, la mayor parte de la recaudación por concepto de transacciones). Por otra parte, una mayor precisión de los datos sobre las parcelas urbanas y sus mejoras benefician en gran medida el cálculo de las valoraciones tributarias y la planificación de las obras públicas. La combinación de la expansión del sistema de información basado en parcelas con el mejoramiento de la información sobre los predios urbanos se traducirá en beneficios cuantificables de acceso, eficiencia y calidad de los servicios de ordenación de tierras y en un aumento de las recaudaciones por concepto de bienes raíces.

El objetivo del Programa (LMP III) es consolidar los servicios de ordenación de tierras y ampliarlos a todo el país, para con ello mejorar el acceso a dichos servicios, así como su calidad y eficiencia. Esto contribuirá a su vez a la meta de mejorar la seguridad sobre la propiedad de la tierra y crear un mercado de tierras dinámico. Esta nueva fase del Programa tiene tres componentes: i) expansión del sistema de información basado en parcelas; ii) mejoramiento de la información sobre predios urbanos; y iii) apoyo a la prestación de servicios modernos de ordenación de tierras. El costo total de este Programa asciende a un monto equivalente a US\$2.729.000, de los cuales el BID financiará US\$2,5 millones y el gobierno de Belice financiará US\$229.000 como contrapartida.

De esta manera se pretende que al concluir el LMP III, el MNRE habrá sumado 50.000 parcelas urbanas al catastro digital, para llegar a un total de 158.000 parcelas, lo que equivale al 70% del total de parcelas del país.

### III. METODOLOGÍAS

La importancia que tiene realizar estudios cada vez más integrales, así como la necesidad de contar con resultados robustos desde el punto de vista metodológico hace necesaria la combinación de varios métodos. El presente estudio trató de considerar lo anterior y utilizar una combinación del enfoque estructural como el espacial, mediante el uso de funciones de producción y el modelo Ricardiano, sin embargo no fue posible aplicar el enfoque Ricardiano debido a la falta de información. A continuación se describe la metodología de funciones de producción que se utilizó.

Existen diferentes herramientas que pueden ser utilizadas para examinar los impactos económicos del cambio climático en la agricultura. Uno de los enfoques que ha sido utilizado tradicionalmente para estimar los efectos físicos y económicos del cambio climático sobre la agricultura es el de la función de producción, el cual estima los impactos alterando una o más variables, como la precipitación o temperatura.

Mendelsohn, y otros (1994), consideran que el enfoque de la función de producción puede llevar a sobrestimar los efectos negativos del clima, al no considerar las adaptaciones que los productores realizan en respuesta a cambios en las condiciones ambientales. De esta forma al evaluar las consecuencias del cambio climático sus resultados con frecuencia sobrestiman reducciones en los rendimientos de los cultivos. Sin embargo, este enfoque al basarse en escenarios climáticos tiene la ventaja de permitir la estimación directa de los efectos sobre diferentes cultivos. Al mismo tiempo, permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación, así como los puntos de inflexión más allá de los cuales las condiciones climáticas se vuelven perjudiciales.

En este estudio la función de producción servirá para estudiar los efectos del cambio climático sobre la producción y los rendimientos de diferentes cultivos. En el cuadro 12, se describen sus principales características.

**CUADRO 12**  
**CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE FUNCIONES DE PRODUCCIÓN**

Modelo	Descripción	Ventajas	Debilidades
Función de producción	Basado en el relaciones empíricas entre rendimientos y variables climáticas (temperatura y precipitación)	Se realiza mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO)  Permite analizar efectos sobre cultivos específicos.  Identifica umbrales de temperatura y precipitación a partir de los cuales sus efectos pueden ser benéficos o perjudiciales.	Sólo basado en la relación del clima con la producción  Puede sobrestimar los efectos negativos del clima  No considera posibles adaptaciones  Puede generar problemas de colinealidad en las estimaciones

Fuente: Elaboración propia.

### 1. Enfoque de la función de producción

Una función de producción relaciona factores (X) y un producto obtenido (Y).

$$Y = f(X) \quad (1)$$

Fleischer, y otros (2007), establecen que una función de producción agrícola (Q) se puede expresar con base en variables endógenas, exógenas y de variables que representan la habilidad o capacidad de los agricultores. Las variables endógenas (x) incluyen trabajo, capital, fertilizantes y otros insumos. Las exógenas (z) comprenden variables climáticas. Las características de los agricultores (m) incluyen variables de capital humano.

En términos formales, la función de producción agrícola se ilustra de la siguiente forma:

$$Q_t = f(m_t, z_t, x_t) \quad (2)$$

donde  $Q_t$  representa la producción agropecuaria o el rendimiento por hectárea de un producto determinado y el subíndice  $t$  indica el tiempo o el año considerado.

Así, la función de beneficios de un agricultor que produce  $n$  cultivos en el tiempo  $t$  se expresa de la siguiente forma:

$$\pi_t = \sum_{j=1}^n [p_j Q_{j_t}(m_t, z_t, x_{jt}) - w_t x_{jt}], \quad j=1,2,\dots,n \text{ cultivos} \quad (3)$$

donde  $p_j$  representa los precios del producto  $j$  y  $w$  los precios de los insumos del producto  $j$ .

Un supuesto en este enfoque es que los agricultores buscan maximizar sus beneficios y, por lo tanto, eligen aquella cantidad de insumos ( $x$ ) que se los permita, considerando como dadas a las variables exógenas como el clima. La cantidad óptima de insumos debe satisfacer la siguiente condición de primer orden en cada uno de los períodos considerados:

$$p_j \frac{\partial Q}{\partial x_t} = w, \quad j=1,2,\dots,n \quad (4)$$

En este estudio, y a partir del enfoque de funciones de producción descrito anteriormente, se analizan, en primer lugar, los efectos del cambio climático sobre la producción agropecuaria (a través de índices de producción) en grandes grupos: producción agropecuaria, producción de cultivos y producción pecuaria. Y en segundo lugar los efectos del cambio climático sobre la producción de maíz, frijol, caña de azúcar y naranja.

Las variables climáticas, consideradas como exógenas, cumplen un papel importante al determinar el rendimiento de los cultivos. Las plantas se desarrollan dependiendo de su exposición a la humedad y temperatura durante su etapa de crecimiento. Es decir, los factores climáticos se relacionan con etapas importantes de la fonología de las plantas, por ejemplo, precipitación con germinación y floración; y temperatura con desarrollo y maduración del fruto.

De esta forma y con objeto de realizar la estimación econométrica de la ecuación (2) para cada uno de los índices de producción, es posible representar dicha función mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Agropecuaria}_t = f(m_t, z_t, x_t), \quad t=1, \dots, T \quad (5)$$

$$\text{Cultivos}_t = f(m_t, z_t, x_t), \quad t=1, \dots, T \quad (6)$$

$$\text{Pecuaria}_t = f(m_t, z_t, x_t), \quad t=1, \dots, T \quad (7)$$

Asimismo, y en segundo lugar, este estudio presenta un análisis de los efectos del cambio climático sobre el rendimiento de cuatro productos agrícolas: maíz, fríjol caña de azúcar y naranja. Para estos cultivos, las ecuaciones a estimar se representan de la siguiente forma:

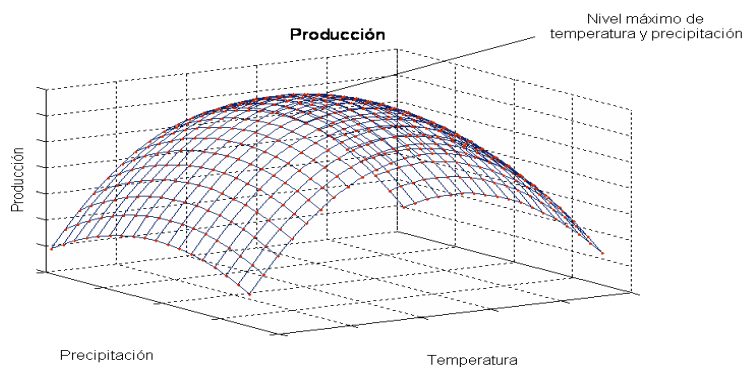
$$\text{Maíz}_t = f(m_t, z_t, x_t), \quad t=1, \dots, T \quad (9)$$

$$\text{Frijol}_t = f(m_t, z_t, x_t), \quad t=1, \dots, T \quad (10)$$

$$\text{Caña de azúcar}_t = f(m_t, z_t, x_t), \quad t=1, \dots, T \quad (11)$$

$$\text{Naranja}_t = f(m_t, z_t, x_t), \quad t=1, \dots, T \quad (12)$$

Para la estimación de la función de producción se elige, por lo general, una forma funcional cuadrática, con el fin de poder identificar los niveles de temperatura y precipitación que tienen efectos positivos o negativos sobre la producción, como lo muestra la figura 1. Una vez estimadas las funciones de producción, es posible calcular el impacto sobre las distintas variables dependientes (índices de producción o rendimientos de cultivos) ante las variaciones de uno o más factores, como podrían ser la temperatura y la precipitación. De esta manera, es posible obtener estimaciones de la producción o rendimiento máximo por cultivo.

**FIGURA 1**

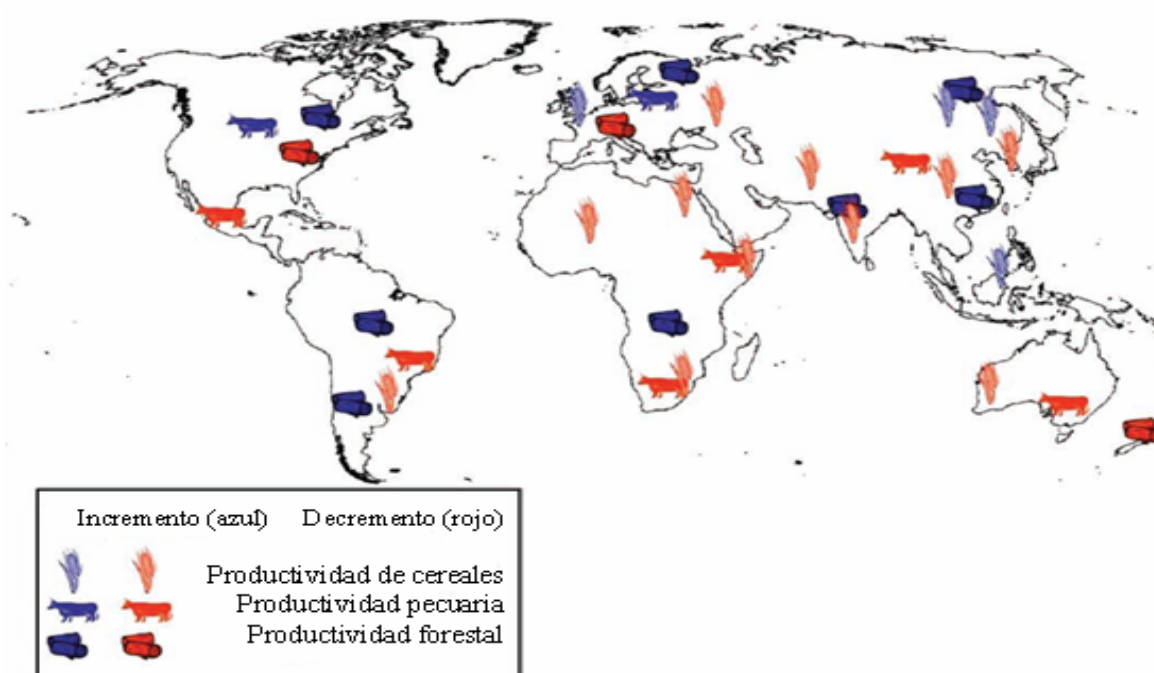
Las estimaciones de las funciones de producción se llevaron a cabo utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Si bien la función de producción no captura la adaptación y estrategias de mitigación de los agricultores para enfrentar el cambio climático, tiene la ventaja de arrojar resultados en términos de la relación entre rendimientos y condiciones climáticas, relación que es de interés para los propósitos de esta investigación. Además, tiene la ventaja de que al basarse directamente en variables observadas, la relación de variables climáticas y rendimientos agrícolas se estima directamente.

#### IV. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR AGROPECUARIO

La producción agropecuaria es sensible a los cambios en el clima, no obstante, los efectos dependerán de la región y los sistemas agrícolas empleados. El mapa 2 muestra una proyección a 2050 de la producción mundial, y las regiones que tendrán decremento o incremento en la producción, aparentemente se muestra que son las regiones cercanas al ecuador las que exhibieran mayores decrementos en la producción.

**MAPA 2**  
**LOS PRINCIPALES IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN**  
**AGROPECUARIA, Y LA PRODUCCIÓN FORESTAL PARA EL AÑO 2050**



Fuente: IPCC (2007) Capítulo 5. Sobre la base de la literatura y la opinión de los autores principales del capítulo 5. La adaptación no se tiene en cuenta.

## 1. Impacto sobre las funciones de producción agropecuaria

El desarrollo de los cultivos está directamente influido por la temperatura y precipitación. Por su parte, la producción pecuaria, está influenciada directamente e indirectamente por el clima. Por ejemplo, los incrementos en la temperatura se relacionan directamente con la mortandad de los animales, e indirectamente es afectada por la disponibilidad de alimentos y el alza en los precios de los granos generados por sequías.

En este apartado, mediante la construcción de funciones de producción, se examina el impacto de modificaciones en las variables climáticas (temperatura y precipitación) en el sector agropecuario. Mediante este análisis se brinda un panorama general de los posibles efectos del cambio climático en la producción agropecuaria y se cuantifican los costos económicos, que se derivan de las estimaciones y de los modelos climáticos A2 y B2<sup>10</sup>.

Las proyecciones climáticas anticipan que tanto la temperatura como la precipitación sufrirán severas variaciones en el futuro (en el anexo 1 se encuentran las estadísticas descriptivas de estas variables). Conocer los impactos en el sector resulta relevante para anticipar acciones y enfrentar sus posibles efectos. En el informe del IPCC (2007) se señala que según las proyecciones en las latitudes inferiores, especialmente en regiones estacionalmente secas y tropicales, disminuirá la productividad de los cultivos debido a aumentos de la temperatura local, incrementando el riesgo de hambre.

### a) Datos

Las funciones de producción agropecuarias se construyeron a partir de información del periodo 1961-2005. Los datos utilizados constan de 45 datos anuales. Las estadísticas descriptivas se muestran en el cuadro 13. Los datos utilizados son los índices de producción agropecuaria tipo Laspeyres, construidos por la FAO<sup>11</sup>, datos meteorológicos (precipitación y temperatura) que fueron proporcionados por el Grupo de Cambio Climático y Radiación Solar del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se utilizaron como variables de control: la superficie cultivada, la superficie provista de riego, la población económicamente activa (PEA), la población económicamente activa (PEA) rural y población. Estas variables provienen de la base FAOSTAT<sup>12</sup> y de CELADE.

<sup>10</sup> El Escenario A2 describe un mundo muy heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico lento, y cambio tecnológico lento. El escenario B2 describe un planeta con una población intermedia y un crecimiento económico intermedio, más orientada a las soluciones locales para alcanzar la sostenibilidad económica, social y medioambiental. La estadística descriptiva de estos modelos se presenta en el anexo 1.

<sup>11</sup> Los índices FAO de producción agropecuaria muestran el nivel relativo del volumen global de producción agropecuaria para cada uno de los años, en comparación con el período base 1999-2001. Están sustentados en la suma de las cantidades a precios ponderados de los diferentes productos agropecuarios producidos, después de la deducción de las cantidades utilizadas para semillas y alimentación de los animales, ponderadas del mismo modo. El agregado resultante representa la producción disponible para cualquier utilización (excepto semillas y alimentación de los animales). Todos los índices se calculan por la fórmula Laspeyres. Las cantidades de producción de cada producto son ponderadas por la media de los precios internacionales de los productos para el período base 1999-2001 y sumadas para cada año.

<sup>12</sup> FAO, División de Estadísticas.

**CUADRO 13**  
**BELICE: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS, 1961-2005<sup>a</sup>**

	Observaciones	Media	Desviación estándar	Valor	
				Mínimo	Máximo
Índice de producción Agropecuaria <sup>b</sup>	45	51,87	29,50	13,00	115,00
Índice de producción de Cultivos	45	49,49	28,75	12,00	108,00
Índice de producción Pecuaria <sup>c</sup>	45	62,91	36,72	19,00	154,00
PEA rural (Miles de habitantes)	45	18,64	4,69	12,00	29,00
PEA total (Miles de habitantes)	45	53,56	20,05	29,00	98,00
Población (Miles de habitantes)	45	168,47	52,59	96,00	276,00
Superficie provista de riego ( Miles de hectáreas)	45	1,98	1,03	1,00	4,00
Temperatura máxima (°C)	45	32,25	0,63	31,07	33,57
Precipitación acumulada anual (mm)	45	2 158,49	240,57	1 627,18	2 773,43

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Se refiere a observaciones anuales correspondientes al período 1961-2005

<sup>b</sup> Los productos incluidos en el cálculo de los índices de producción agropecuaria son todos los cultivos y productos de la ganadería producidos en cada país. Prácticamente todos los productos son cubiertos, a excepción de los cultivos forrajeros.

<sup>c</sup> Los índices de producción pecuario son calculados a partir de los datos de producción de animales domésticos, que tienen en cuenta el equivalente en carne de animales vivos exportado, pero excluye el equivalente en carne de animales vivos importado. Con vistas a los cálculos de índices, los cambios anuales de números de animales y de aves o de su peso medio en vivo no son tomados en consideración.

## b) Resultados

Se estimaron diferentes funciones de producción basadas en los índices de producción (producción agropecuaria, de cultivos y pecuaria) con el propósito de exhibir la sensibilidad del sector agropecuario a las variaciones climáticas. Los índices se dividieron entre la superficie cultivada, a efecto de controlar la producción por la variable tierra (factor relevante en la producción agropecuaria). Igualmente, se incluyeron variables de control relacionadas con el factor trabajo: la PEA, la PEA rural y población. Las variables climáticas utilizadas en las especificaciones son: temperatura máxima anual y precipitación acumulada anual, con sus términos cuadráticos.

Las estimaciones se realizaron mediante el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), se probaron con diferentes combinaciones de variables, sólo se reportan aquellas que presentaron mayor consistencia. Para cada función de producción la variable dependiente es el índice de producción dividido por la superficie cultivada.

Las estimaciones presentan ciertas limitaciones, ya que los escenarios no toman en cuenta la posible adaptación de los agricultores ante el cambio climático o la innovación tecnológica. Al no contar

con información que lo permitiera, no fue posible incorporar en las estimaciones la potencial adaptabilidad de los agricultores al cambio climático. Es probable que cuando no se controla por la adaptación se puede producir cierta sobreestimación de los efectos del cambio climático, como se mencionó en la revisión de literatura de este documento.

i) Producción agropecuaria. Las regresiones estimadas para la función de producción agropecuaria se muestran en el cuadro 14. Los signos de las variables son los esperados. Los términos lineales son positivos y los cuadráticos son negativos. La introducción de los términos cuadráticos permite identificar los puntos de inflexión, a partir de los cuales las variables climáticas tienen efectos adversos sobre la producción (véanse los gráficos 5 y 6). Con el fin de mostrar la robustez de las especificaciones se modificaron las variables explicativas relacionadas con el factor trabajo (PEA rural, PEA total y población), y la forma funcional (lineal o logarítmica).

Los coeficientes relacionados con la precipitación son significativos en la mayoría de los casos, los relacionados a la temperatura no son significativos de forma individual. Lo anterior puede deberse a la colinealidad que se introduce al incluir los términos cuadráticos (Sergenson y Dixon, 1998). Con la existencia de colinealidad, el poder explicativo de las variables independientes es limitado, y es posible que el t-estadístico de los coeficientes resulte no significativo. Sin embargo, el estadístico F sí puede ser significativo (Verbeek M, 2005). En la parte inferior del cuadro 14, se muestra la prueba F de significancia conjunta, la cual indica que en su conjunto todas las variables son relevantes. Asimismo, de acuerdo con las diferentes pruebas estadísticas de cointegración se descarta la presencia de regresiones espurias. Las estimaciones parecen robustas ante cambios en las diferentes variables de control (PEA rural, PEA total, población).

Para mostrar el comportamiento de la producción ante variaciones en las variables climáticas se eligió la especificación lineal, (especificación (1) del cuadro 14) con precipitación acumulada anual y temperatura máxima anual. Para la construcción de esta función se utilizó como variables de control la PEA rural y la superficie provista de riego y variables dummy en los años que ocurrieron desastres.

**CUADRO 14**  
**ÍNDICE DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

	PEA rural		PEA total		Población total	
	Lineal (1)	Logarítmico (2)	Lineal (3)	Logarítmico (4)	Lineal (5)	Logarítmico (6)
Precipitación acumulada anual	1,6284 (1,844)*	1,5611 (1,894)*	1,6623 (1,899)*	1,5983 (1,892)*	1,422 -1,52	1,3734 -1,61
Precipitación acumulada anual <sup>2</sup>	-0,0004 (1,993)*	-0,0004 (2,057)**	-0,0004 (2,042)**	-0,0004 (2,047)**	-0,0003 -1,632	-0,0003 (1,738)*
Temperatura máxima	1606,035 -0,56	1769,65 -0,621	1593,654 -0,57	1767,026 -0,627	1286,642 -0,443	1485,47 -0,521
Temperatura máxima <sup>2</sup>	-24,5869 -0,555	-27,2458 -0,62	-24,3862 -0,565	-27,1981 -0,626	-19,5552 -0,436	-22,7713 -0,517
Observaciones	44	44	44	44	44	44
R2	0,56	0,57	0,61	0,6	0,54	0,54
Pruebas de significancia conjunta de variables (Estadísticos F)						
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación	3,64**	4,36**	3,6**	4,22**	2,23	2,75*
Prueba de significancia conjunta de variables de temperatura	0,21	0,2	0,24	0,2	0,26	0,18
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación y temperatura	1,92	2,36*	1,84	2,19*	1,11	1,39
Prueba de significancia conjunta del modelo	47,3***	38108,72***	52,55***	107,27***	5,07***	5,20***
Prueba de cointegración de Johansen						
Número de Vectores de cointegración por el estadístico de la traza	5**	5**	5**	6**	6**	5**
Número de Vectores de cointegración por el eigenvalor máximo	3**	3**	5**	5**	5**	4**

Fuente: Elaboración propia

Notas:

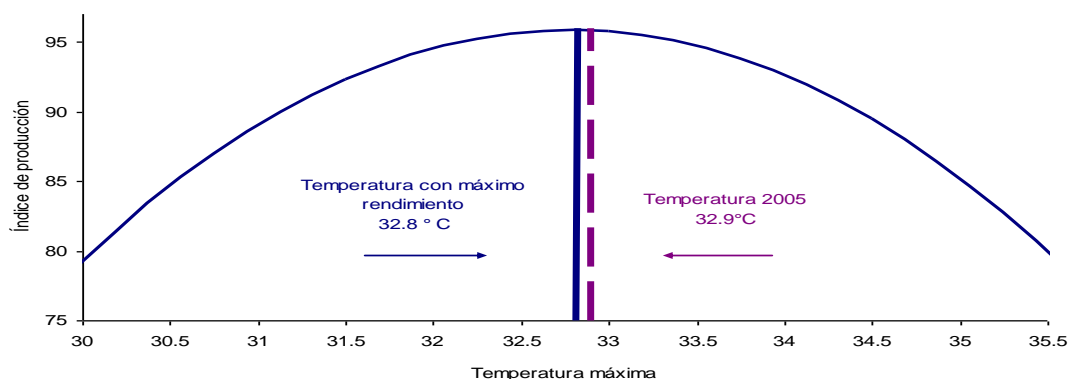
\*\*\*Estadísticamente significativo al nivel de 1%, \*\*Estadísticamente significativo al nivel de 5%, \*Estadísticamente significativo al nivel de 10%.

Todas las ecuaciones se estimaron constante, con la variable superficie provista de riego y dummies en los años que ocurrió algún desastre natural.

En los gráficos 5 y 6 se presentan los impactos de variaciones en la temperatura y en la precipitación sobre la producción agropecuaria respectivamente. En estos gráficos, a fin de aislar el efecto del clima sobre la producción agropecuaria se mantienen las variables de control constantes con valores de 2005.

La temperatura máxima que se presentó en Belice en 2005 fue de alrededor de 33°C, la gráfica indica que esta temperatura permite obtener la producción máxima posible. Sin embargo, las proyecciones climáticas advierten un incremento en la temperatura, aumentando el riesgo de pérdidas económicas en el sector, pues es probable que se ocasione una disminución en la producción agropecuaria.

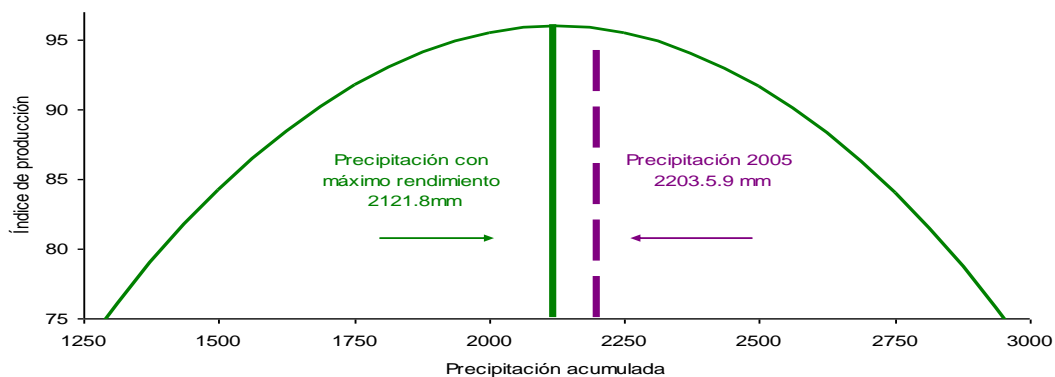
**GRÁFICO 5**  
**BELICE: PRODUCCIÓN AGROPECUARIA ANTE VARIACIONES**  
**EN LA TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el gráfico 6 muestra el comportamiento de la producción agropecuaria ante variaciones en la precipitación. Este gráfico ilustra el nivel de precipitación que presentó Belice en el año 2005 (alrededor de 2204mm), el cual es ligeramente superior al nivel que optimiza la producción. De acuerdo con estos resultados, en caso de que la precipitación aumente o disminuya de forma significativa en el futuro, implicará un menor nivel de producción.

**GRÁFICO 6**  
**BELICE: PRODUCCIÓN AGROPECUARIA ANTE VARIACIONES**  
**EN LA PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

ii) Producción de cultivos. Los resultados de las ecuaciones se presentan en el cuadro 15. Al igual que en el caso de la producción agropecuaria y con el fin de mostrar estabilidad de los coeficientes y robustez en las estimaciones, se utilizaron diferentes formas funcionales y diferentes variables relacionadas con el factor trabajo. Igualmente se descartó la posibilidad de regresiones espurias por medio de las pruebas de cointegración.

Los coeficientes relativos a la precipitación son significativos en la mayoría de los casos, no obstante, los relacionados a la temperatura no son significativos de forma individual. Lo anterior, como se mencionó antes, puede ser consecuencia de la colinealidad que se creó al incluir los términos cuadráticos. Los términos cuadráticos resultan relevantes a fin de mostrar el efecto no lineal de las variables climáticas sobre la producción. La prueba F de significancia conjunta, véase parte inferior del cuadro 15, indica que en su conjunto todas las variables son relevantes para el modelo.

CUADRO 15  
INDICE DE PRODUCCION DE CULTIVOS

	PEA rural		PEA total		Población total	
	Lineal	Logarítmico	Lineal	Logarítmico	Lineal	Logarítmico
	(1')	(2')	(3')	(4')	(5')	(6')
Precipitación acumulada anual	1,7737 (2.431)**	1,7851 (2.517)**	1,7752 (2.677)**	1,7976 (2.682)**	1,6521 (2.132)**	1,6735 (2.296)**
Precipitación acumulada anual <sup>2</sup>	-0,0004 (2.603)**	-0,0004 (2.706)**	-0,0004 (2.855)**	-0,0004 (2.879)**	-0,0004 (2.269)**	-0,0004 (2.465)**
Temperatura máxima	2345,436 -1,011	2562,298 -1,04	2288,226 -1,031	2520,73 -1,047	2067,119 -0,893	2305,943 -0,949
Temperatura máxima <sup>2</sup>	-36,1329 -1,011	-39,5616 -1,042	-35,232 -1,029	-38,9051 -1,049	-31,7128 -0,888	-35,4901 -0,947
Observaciones	44	44	44	44	44	44
R2	0,65	0,65	0,7	0,7	0,62	0,62
Pruebas de significancia conjunta de variables (Estadísticos F)						
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación	5,78***	6,67***	6,48***	7,58***	4,01***	5,39***
Prueba de significancia conjunta de variables de temperatura	0,51	0,56	0,54	0,56	0,48	0,46
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación y temperatura	3,3**	3,62**	3,52**	3,97***	2,12**	2,81**
Pruebas de significancia conjunta de variables (Estadísticos F)	26437,42***	149,8***	98,10***	208,59***	51,39***	116,59***
Prueba de cointegración de Johansen						
Número de Vectores de cointegración por el estadístico de la traza	4**	5**	5**	5**	4**	5**
Número de Vectores de cointegración por el eigenvalor máximo	3**	3**	4**	4**	4**	4**

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

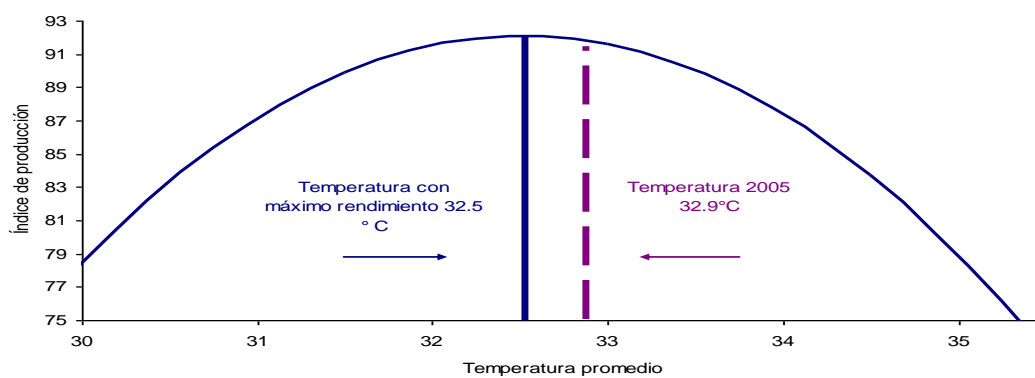
\*\*\*Estadísticamente significativo al nivel de 1%, \*\*Estadísticamente significativo al nivel de 5%, \*Estadísticamente significativo al nivel de 10%.

Todas las ecuaciones se estimaron constante, con la variable superficie provista de riego y dummies en los años que ocurrió algún desastre natural.

Debido a la inclusión de los términos cuadráticos de las variables climáticas, la forma de las funciones de producción es cóncava, la producción se estimula conforme se incrementa la temperatura o la precipitación, pero a partir de cierto nivel la producción decrece. Lo anterior se puede observar en los gráficos 5-11. Con el fin de ser consistentes con los resultados presentados anteriormente se eligió la especificación lineal (1') del cuadro 15, para mostrar el comportamiento de la producción de cultivos ante variaciones climáticas.

El gráfico 7 muestra las variaciones en la producción de cultivos como consecuencia de cambios en la temperatura máxima anual. La temperatura máxima que presentó Belice en 2005 (33°C) fue ligeramente mayor al nivel de temperatura que permite obtener la producción máxima de cultivos, por lo que en el caso de que la temperatura continúe incrementándose se prevén pérdidas severas en el sector agrícola.

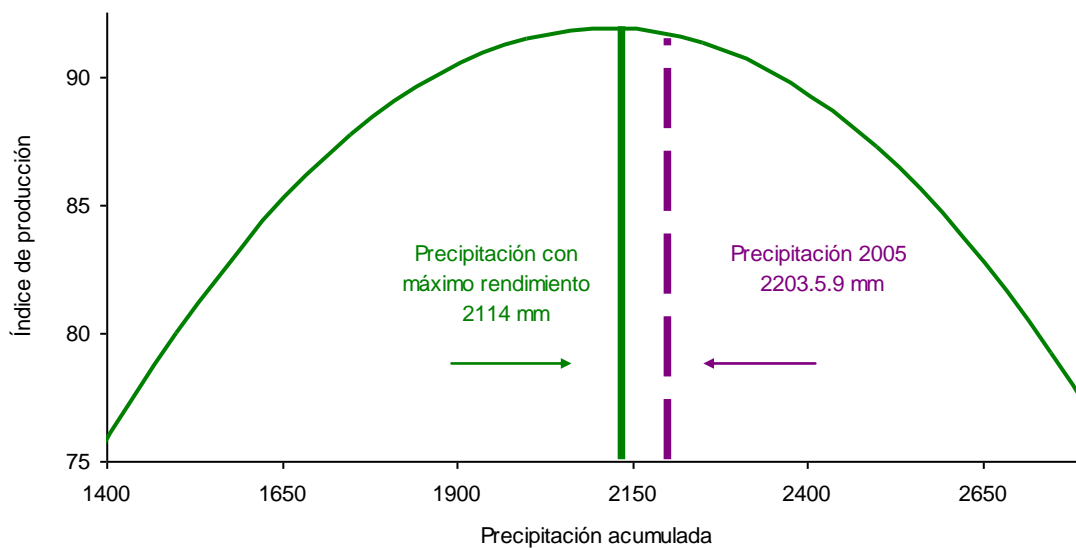
**GRÁFICO 7**  
**BELICE: PRODUCCIÓN DE CULTIVOS ANTE VARIACIONES**  
**EN LA TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo la precipitación acumulada que se presentó en Belice en 2005 es ligeramente superior a la precipitación que permite obtener la producción óptima. Las proyecciones que proveen los escenarios, muestran que la precipitación presentará un gran variabilidad y es una señal de que en el futuro la producción agrícola será severamente afectada. (Véase el gráfico 8.)

**GRÁFICO 8**  
**BELICE: PRODUCCIÓN DE CULTIVOS ANTE VARIACIONES**  
**EN LA PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

iii) Producción pecuaria. Los resultados de las ecuaciones estimadas se presentan en el cuadro 16. La función de producción pecuaria se estimó con distintas variables de control, sin embargo bajo ninguna condición las variables climáticas resultaron significativas, aun cuando los signos sean los esperados, esto puede deberse a que el efecto de las variables es indirecto y rezagado. Por ello, sólo se graficó la respuesta de la producción pecuaria para efectos ilustrativos.

CUADRO 16  
ÍNDICE DE PRODUCCIÓN PECUARIA

	PEA RURAL		PEA TOTAL		POBLACIÓN TOTAL	
	LOGARITMIC		LOGARITMIC		LOGARITMIC	
	LINEAL	O	LINEAL	O	LINEAL	O
	(1'')	(2'')	(3'')	(4'')	(5'')	(6'')
Precipitación acumulada anual	1,833	1,372	1,747747	1,311	1,933	1,451
	-0,668	-0,645	-0,631	-0,611	-0,686	-0,665
Precipitación acumulada anual <sup>2</sup>	-0,00046	-0,00034	-0,00044	-0,00033	-0,00048	-0,00036
	-0,737	-0,701	-0,699	-0,665	-0,751	-0,716
Temperatura máxima	998,723	766,209	931,129	721,2	1179,553	910,774
	-0,153	-0,152	-0,142	-0,142	-0,176	-0,176
Temperatura máxima <sup>2</sup>	-14,592	-11,465	-13,457	-10,7	-17,167	-13,531
	-0,145	-0,147	-0,133	-0,136	-0,166	-0,169
<b>Observaciones</b>						
<b>R2</b>	0,31	0,31	0,3	0,3	0,28	0,27
<b>Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación</b>						
	0,72	0,52	0,67	0,48	0,66	0,49
<b>Prueba de significancia conjunta de variables de temperatura</b>						
	0,25	0,09	0,3	0,12	0,38	0,37
<b>Prueba de significancia conjunta del modelo</b>						
	0,45	0,29	0,48	0,29	0,51	0,32
<b>Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación y temperatura</b>						
	2.36**	2.41**	2.25*	2.21*	1.97*	1.95*
<b>Prueba de cointegración de Johansen</b>						
Rezagos						
Número de Vectores de cointegración por el estadístico de la traza						
	4**	5**	6**	6**	5**	5**
Número de Vectores de cointegración por el eigenvalor máximo						
	3**	3**	4**	4**	4**	4**

Fuente: Elaboración propia

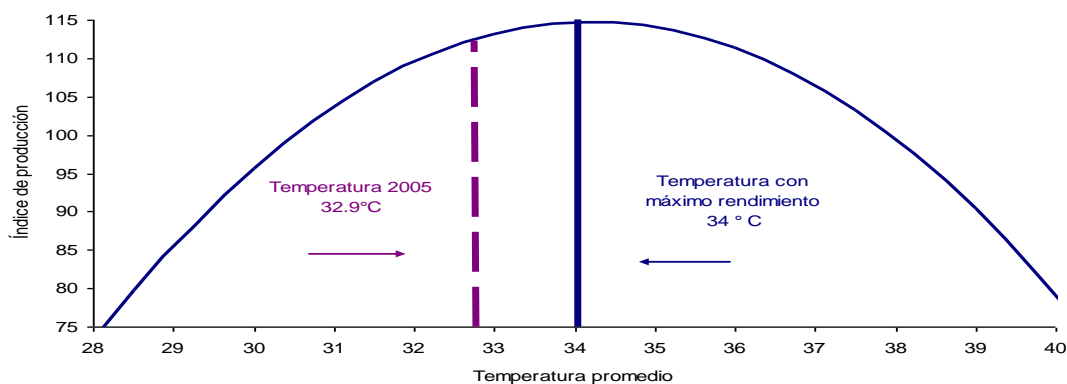
Notas:

\*\*\*Estadísticamente significativo al nivel de 1%, \*\*Estadísticamente significativo al nivel de 5%, \*Estadísticamente significativo al nivel de 10%.

Todas las ecuaciones se estimaron constante.

En la caso de la producción pecuaria, al igual que en los casos anteriores se eligió la especificación lineal (1'') del cuadro 16 para mostrar el comportamiento de la producción ante variaciones en la temperatura y precipitación. Se observa que la temperatura de 2005 es inferior a aquella que permite obtener el máximo nivel de producción (véase el gráfico 9).

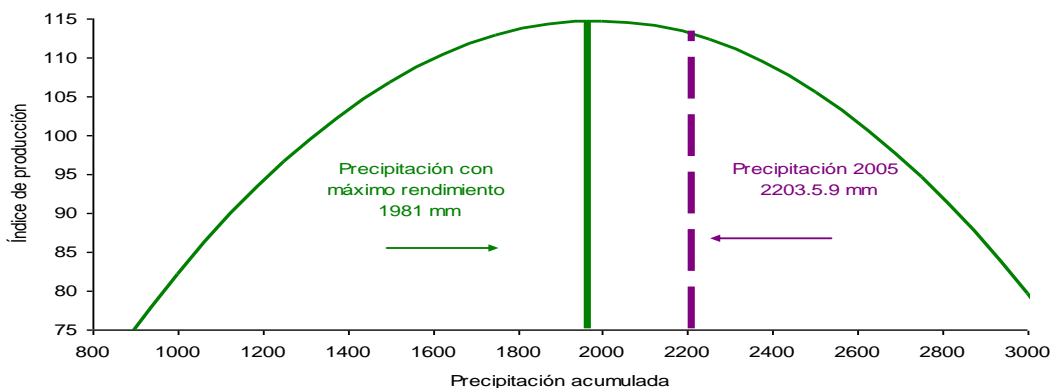
**GRÁFICO 9**  
**BELICE: PRODUCCIÓN PECUARIA ANTE VARIACIONES**  
**EN LA TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia.

Respecto al efecto de la precipitación sobre la producción pecuaria éste es indirecto, pues sequías o inundaciones repercuten sobre la producción de cereales y forraje, afectando la disponibilidad de alimentos para los animales. La respuesta de la producción pecuaria ante variaciones en la precipitación se muestra en el gráfico 10. Se observa que la precipitación que se presentó en 2005 es superior a la que permite obtener el máximo nivel de producción.

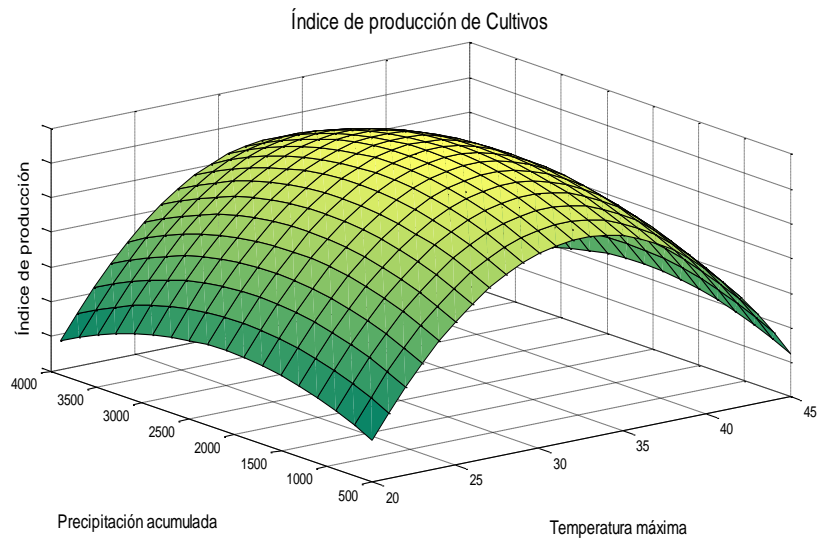
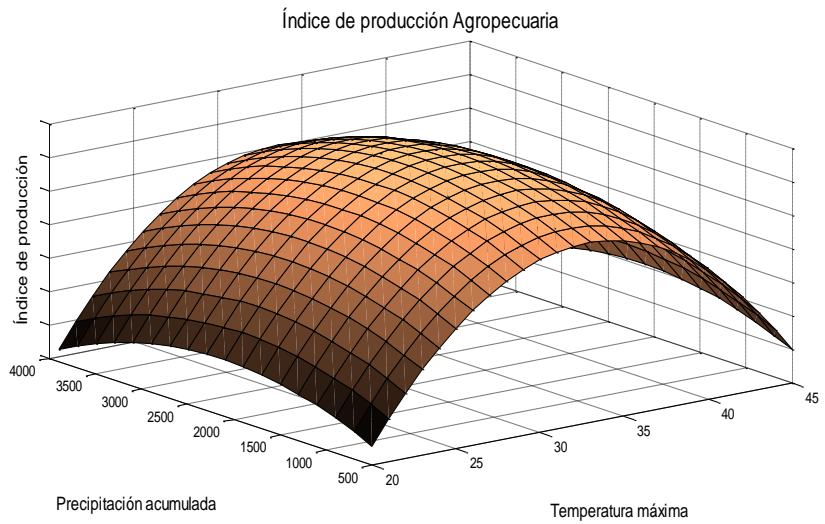
**GRÁFICO 10**  
**BELICE: PRODUCCIÓN PECUARIA ANTE VARIACIONES**  
**EN LA TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia.

Las funciones de producción agropecuaria y de cultivos se construyeron a partir de una forma funcional cóncava. La producción presenta rendimientos crecientes hasta llegar a un cierto nivel a partir del cual los rendimientos se vuelven decrecientes (véase el gráfico 11). Las gráficas se realizaron manteniendo las variables de control constantes y no considerando la posibilidad de cambios tecnológicos o medidas de adaptación de los agricultores ante el cambio climático.

**GRÁFICO 11**  
**IMPACTOS DE CAMBIOS EN PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA**  
**SOBRE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**



Fuente: Elaboración propia.

## **2. Impacto sobre la producción de maíz, frijol, caña de azúcar y naranja**

En esta sección se analizan los efectos potenciales del cambio climático sobre cuatro productos relevantes en la producción agrícola de los habitantes de Belice: maíz, frijol, caña de azúcar y naranja, tal como se describió en el segundo capítulo de este informe. Al igual que en la sección anterior, se emplea la metodología de la función de producción y se utiliza el método de MCO.

### **a) Datos**

En todos los cultivos que se estudian, la variable de interés son los rendimientos, medidos en toneladas producidas por hectárea. Para estudiar los efectos del cambio climático sobre estos cultivos el procedimiento seguido consiste en encontrar un modelo que sea robusto metodológicamente para explicar el comportamiento de los rendimientos; para lo cual se utiliza información de variables climáticas (temperatura y precipitación) y de otras variables de control relacionadas con el factor trabajo, para el periodo 1961-2006.

### **b) Resultados**

A fin de encontrar una relación, que es la que se utiliza para proyectar los efectos del cambio climático, se evalúan diferentes expresiones de cada una de las variables climáticas y se consideran aquellas con las que los rendimientos muestren tener mayor correlación. Las expresiones de la precipitación que fueron las más adecuadas en los diferentes modelos de esta sección son: precipitación promedio anual y precipitación promedio en los meses de noviembre a abril; en el caso de la temperatura se utilizó la temperatura promedio anual, la temperatura máxima en el año y la temperatura en los meses de noviembre a abril. En todos los casos se incluyeron los cuadrados de dichas variables climáticas a fin de capturar los puntos a partir de los cuales el clima puede tener efectos adversos. Las estadísticas descriptivas se presentan en el cuadro 17.

**CUADRO 17**  
**BELICE: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS MODELOS**  
**DE RENDIMIENTOS , 1961-2006 <sup>a</sup>**

	Observaciones	Media	Desviación estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Rendimientos del maíz <sup>b</sup>	46	1,70	0,68	0,49	3,00
Rendimientos del frijol <sup>b</sup>	46	0,713	0,14	0,45	1,10
Rendimientos del azúcar <sup>b</sup>	46	45,93	5,88	28,80	57,00
Rendimientos de la naranja <sup>b</sup>		12,17	3,71	2,95	19,20
Precipitación promedio anual (mm)	46	181,03	21,32	135,59	233,20
Precipitación promedio en los meses de noviembre a abril (mm)	46	109,68	22,05	75,81	172,60
Temperatura promedio anual (°C)	46	25,37	0,40	24,51	260,20
Temperatura máxima anual (°C)	46	32,24	0,62	31,07	33,60
Temperatura promedio en los meses de noviembre a abril (°C)	46	23,99	0,48	22,80	25,00
Población Económicamente Activa rural (miles de habitantes)	46	171,45	24,77	121,00	208,00
Población (miles de habitantes)	49	170,93	54,62	96,00	282,00

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Se refiere a 46 observaciones anuales correspondientes al período 1961-2006.

<sup>b</sup> Toneladas por hectárea.

En todos los cultivos que se analizan, para la estimación de los rendimientos se emplearon cuatro especificaciones que consideran a la PEA rural y a la población total de forma lineal y logarítmica.

**c) El caso del maíz**

En el cuadro 18 se presentan los resultados para la estimación de los rendimientos del maíz. Las variables climáticas que se utilizaron en este caso son la precipitación promedio anual y la temperatura promedio anual. Como se observa, la temperatura y la precipitación parecen incentivar la producción en niveles relativamente bajos y desincentivarla en niveles relativamente altos puesto que ambas variables tienen coeficientes positivos mientras sus cuadrados son negativos.

No en todos los casos las variables climáticas son estadísticamente significativas de forma individual; sin embargo, de forma conjunta, se encuentra significancia estadística en la mayoría de los casos. La no significancia estadística que se presenta en ocasiones puede obedecer, como ya se ha argumentado antes, a la relación entre los términos lineales y cuadráticos de las variables climáticas, lo que puede generar cierta colinealidad en los modelos. No obstante, es preferible incluir los cuadrados de las variables climáticas a fin de capturar efectos no lineales. De acuerdo con las pruebas de cointegración, se descarta la presencia de regresiones espurias.

La especificación que se tomó como base para analizar los efectos del cambio climático es la que incluye a la población de forma logarítmica; es decir, la (4) en el cuadro 18. Con base en ella se hicieron proyecciones de variaciones en la temperatura y la precipitación, manteniendo los demás términos constantes con los valores de 2006.

**CUADRO 18**  
**BELICE: ESTIMACIÓN PARA LOS RENDIMIENTOS POR HECTÁREA DEL MAIZ**

	PEA rural		Población total	
	Lineal	Logarítmico	Lineal	Logarítmico
<b>Variables</b>				
Precipitación promedio anual	0,0268 (0,82)	0,025 (0,78)	0,0459 * (1,69)	0,0372 (1,49)
Precipitación promedio anual <sup>2</sup>	-0,00007 (0,84)	-0,00007 (0,79)	-0,0001 (1,71)	-0,0001 (1,5)
Temperatura promedio anual	1,5702 (0,11)	0,7864 (0,05)	29,817 ** (2,38)	21,527 * (1,88)
Temperatura promedio anual <sup>2</sup>	-0,024 (0,08)	-0,008 (0,03)	-0,588 ** (2,38)	-0,425 ** (1,88)
<b>R2</b>	0,82	0,82	0,87	0,89
Pruebas de significancia conjunta de variables (Estadístico F)				
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación	0,36	0,33	1,48	1,13
Prueba de significancia conjunta de variables de temperatura	2,53 *	2,72 *	2,84 *	1,98 *
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación y temperatura	1,42	1,5	1,72	1,16
Prueba de significancia conjunta de todo el modelo	17,76 ***	18,51 ***	27,88 ***	33,29 ***
Prueba de cointegración de Johansen				
Número de Vectores de cointegración por el estadístico de la traza	2 **	2 **	4 ***	3 ***
Número de Vectores de cointegración por el eigenvalor máximo	0 ***	0 ***	0 ***	1 ***

Fuente: Elaboración propia

Notas:

Valores absolutos del t-estadístico entre paréntesis

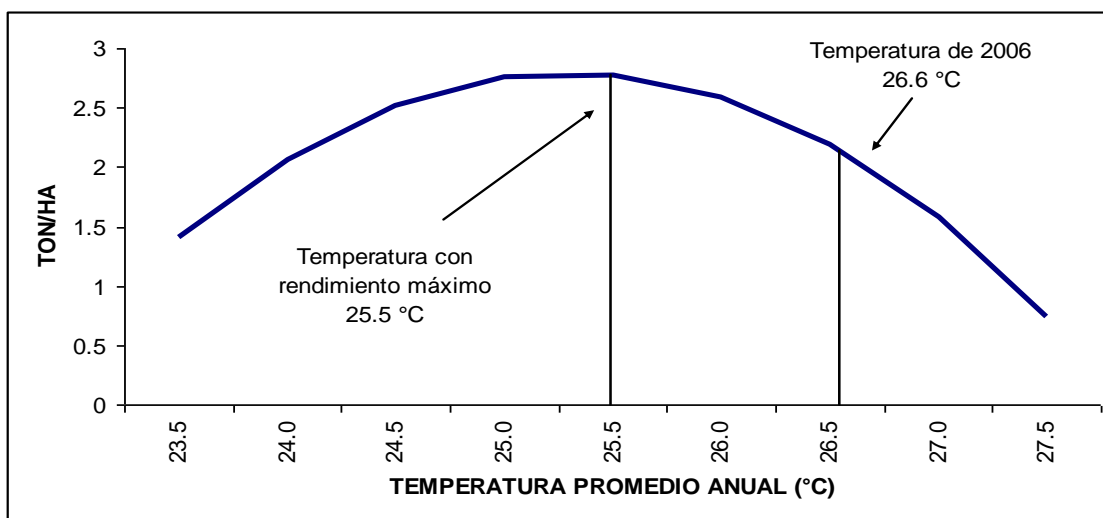
\* Significativo al 10%; \*\* significativo al 5%; \*\*\* significativo al 1%.

Todos los modelos se estimaron con constante, y con variables dummy que capturan efectos de desastres naturales.

La prueba de cointegración se realizó con término constante en la ecuación de cointegración y en el modelo dinámico

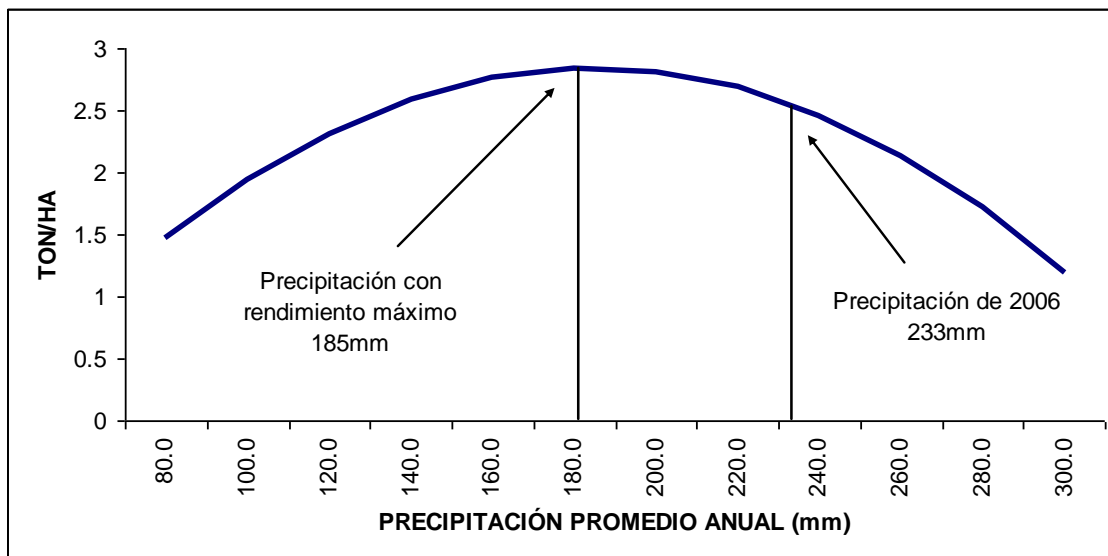
En el gráfico 12 se presentan los resultados para la temperatura, y en el gráfico 13 para la precipitación. De acuerdo con ellos, es probable que ya se haya rebasado la temperatura que permite lograr los mayores rendimientos en la producción del maíz, y que el nivel de precipitación de 2006 sea ligeramente superior al que permite lograr los mayores rendimientos por lo que incluso niveles ligeramente inferiores a los de ese año podrían ser benéficos. Así, es probable que el cambio climático ya esté presentando efectos negativos sobre la producción del maíz.

**GRÁFICO 12**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DEL MAÍZ**  
**ANTE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 13**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DEL MAÍZ**  
**ANTE VARIACIONES EN LA PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

#### d) El caso del frijol

En el cuadro 19 se exponen los resultados de la estimación para los rendimientos del frijol. Las variables climáticas que se utilizaron en este caso son la precipitación promedio anual en los meses de noviembre a abril y la temperatura máxima en el año. Además de los términos lineales se emplearon los cuadrados.

Aunque de forma individual la precipitación y la temperatura no muestran significancia estadística en todos los casos, de forma conjunta sí lo hacen, lo que sugiere que ambas variables pueden ser relevantes para explicar el comportamiento de la producción de frijol. Las variables climáticas parecen mostrar un comportamiento cóncavo respecto a los rendimientos del frijol, lo cual implica que a niveles relativamente bajos tienden a estimular la producción hasta un punto a partir del cual la desincentivan. Las pruebas de cointegración permiten descartar la posibilidad de regresiones espurias.

**CUADRO 19**  
**BELICE: ESTIMACIÓN PARA LOS RENDIMIENTOS POR HECTÁREA DEL FRIJOL**

Variables	PEA rural		Población total	
	Lineal	Logarítmico	Lineal	Logarítmico
	(1')	(2')	(3')	(4')
Precipitación promedio anual en los meses de noviembre a abril	0,0157 ** (2,06)	0,0157 ** (2,06)	0,0144 ** (2,03)	0,0146 * (2,04)
Precipitación promedio anual en los meses de noviembre a abril ^2	-0,00007 ** (2,23)	-0,00007 ** (2,22)	-0,00007 ** (2,20)	-0,00007 * (2,22)
Temperatura máxima anual	1,9061 (0,55)	1,9911 (0,57)	1,691 (0,52)	1,8135 ** (0,56)
Temperatura máxima anual ^2	-0,03 (0,56)	-0,031 (0,58)	-0,027 (0,54)	-0,029 ** (0,57)
R2	0,26	0,2559	0,3593	0,3451
Pruebas de significancia conjunta de variables (Estadístico F)				
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación	3,05 **	3,05 **	3,07 **	3,18 **
Prueba de significancia conjunta de variables de temperatura	0,59	0,59	1,14	1,05
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación y temperatura	1,65	1,65	1,89	1,89
Prueba de significancia conjunta de todo el modelo	1,62	1,59	2,598 **	2,44 **
Prueba de cointegración de Johansen				
Número de Vectores de cointegración por el estadístico de la traza	1 **	1 **	2 ***	2 ***
Número de Vectores de cointegración por el eigenvalor máximo	1 ***	1 ***	2 ***	2 ***

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

Valores absolutos del t-estadístico entre paréntesis

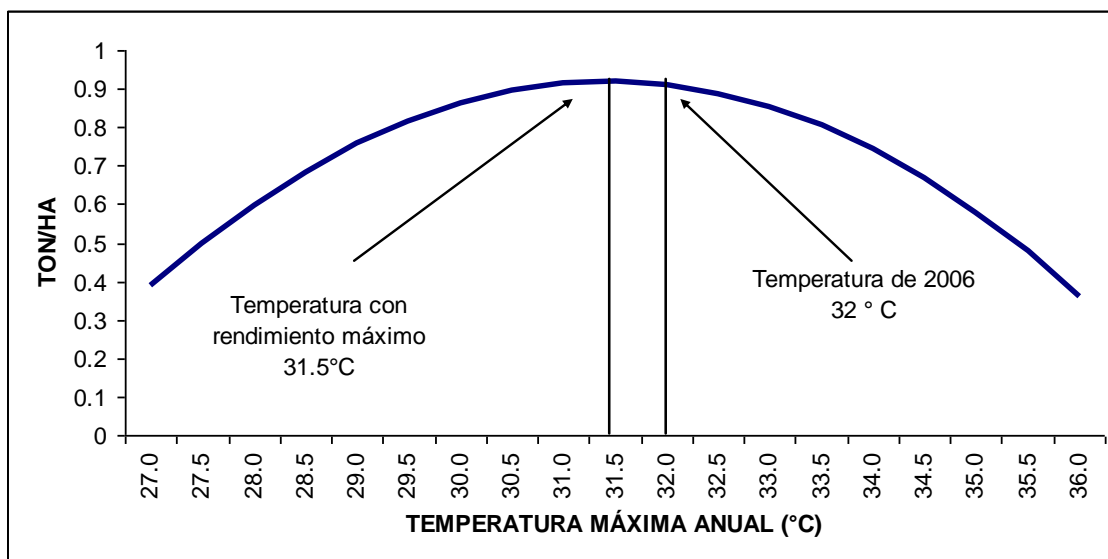
\* Significativo al 10%; \*\* significativo al 5%; \*\*\* significativo al 1%.

Todos los modelos se estimaron con constante, y con variables dummy que capturan efectos de desastres naturales.

La prueba de cointegración se realizó con término constante en la ecuación de cointegración y en el modelo dinámico

En el gráfico 14 se presentan las proyecciones de los rendimientos del frijol ante variaciones en la temperatura, realizadas a partir de los coeficientes estimados con base en la especificación elegida (3') del cuadro 19. De acuerdo con dicho gráfico, es probable que para este cultivo también ya se haya rebasado la temperatura que permite alcanzar los mayores rendimientos en la producción y que por tanto el cambio climático podría ya estar mostrando efectos negativos sobre este cultivo.

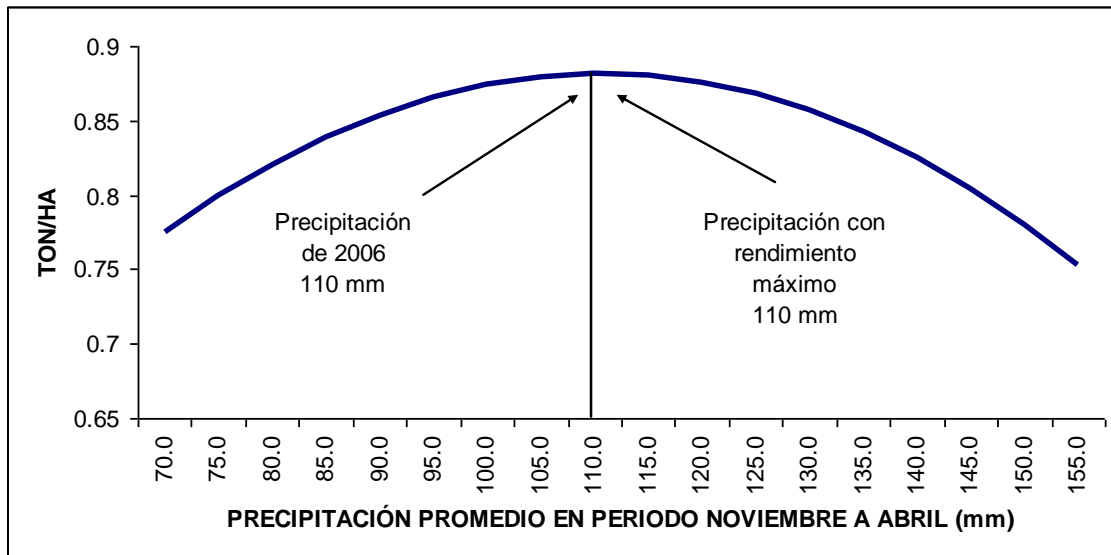
**GRÁFICO 14**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DEL FRIJOL**  
**ANTE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia.

También con base en la especificación (3') del cuadro 19 se proyectaron los posibles rendimientos del frijol ante diferentes niveles de precipitación, los cuales se presentan el gráfico 15. Los resultados indican que el nivel de precipitación de 2006 podría estar cercano a aquel que maximiza los rendimientos, con lo que niveles de precipitación, superiores o inferiores al de ese año podrían traer consigo rendimientos inferiores a los óptimos.

**GRÁFICO 15**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DEL FRIJOL**  
**ANTE VARIACIONES EN LA PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

#### e) El caso de la caña de azúcar

Para estimar la función de la producción de la caña de azúcar, las variables climáticas relevantes fueron la precipitación promedio anual y la temperatura máxima anual. En el cuadro 20 se presentan los coeficientes estimados para las cuatro especificaciones que consideran a la PEA rural y a la población total. Como ahí se muestra, la temperatura y la precipitación parecen mostrar un comportamiento cóncavo respecto a los rendimientos de caña de azúcar, ya que los términos lineales muestran signos negativos y sus cuadrados positivos. Aunque no en todos los casos las variables climáticas son estadísticamente significativas de forma individual, de forma conjunta sí se observa significancia estadística.

En este caso también se escogió la especificación que considera a la población de forma lineal; es decir, la especificación (3'') del cuadro 20. Con base en ella se realizaron proyecciones de comportamiento de la producción a diferentes niveles de temperatura y precipitación.

El gráfico 16 muestra que es probable que el nivel de temperatura que permite los mayores rendimientos para este cultivo esté por alcanzarse, por lo que el cambio climático podría tener efectos positivos sobre la producción de este cultivo, los cuales podrían revertirse en el largo plazo. El gráfico 17 sugiere que el nivel de precipitación de 2006 es ligeramente superior a aquél que permite lograr los mayores rendimientos, por lo que niveles de precipitación ligeramente inferiores al de ese año podrían ser benéficos para el cultivo de la caña de azúcar.

**CUADRO 20**  
**BELICE: ESTIMACIÓN PARA LOS RENDIMIENTOS POR HECTÁREA**  
**DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

Variables	PEA rural		Población total	
	Lineal	Logarítmico	Lineal	Logarítmico
	(1´)	(2´)	(3´)	(4´)
Precipitación promedio anual	0,7468 (1,69)	0,7452 * (1,7)	0,7588 (1,58)	0,763 (1,62)
Precipitación promedio anual <sup>^2</sup>	-0,002 (1,67)	-0,002 (1,68)	-0,002 (1,57)	-0,002 (1,6)
Temperatura máxima anual	213,39 ** (2,1)	209,46 ** (2,08)	204,12 * (1,85)	205,75 * (1,91)
Temperatura máxima anual <sup>^2</sup>	-3,304 ** (2,11)	-3,243 ** (2,09)	-3,161 * (1,86)	-3,185 * (1,91)
R2	0,4873	0,4952	0,3974	0,4197
Pruebas de significancia conjunta de variables (Estadístico F)				
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación	1,45	1,46	1,26	1,33
Prueba de significancia conjunta de variables de temperatura	2,41 *	2,37 *	1,89	1,96
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación y temperatura	1,79	1,78	1,46	1,52
Prueba de significancia conjunta de todo el modelo	5,16 ***	5,33 ***	3,58 ***	3,93 ***
Prueba de cointegración de Johansen				
Número de Vectores de cointegración por el estadístico de la traza	1 **	1 **	2 **	2 **
Número de Vectores de cointegración por el eigenvalor máximo	1 ***	1 ***	2 **	2 **

Fuente: Elaboración propia

Notas:

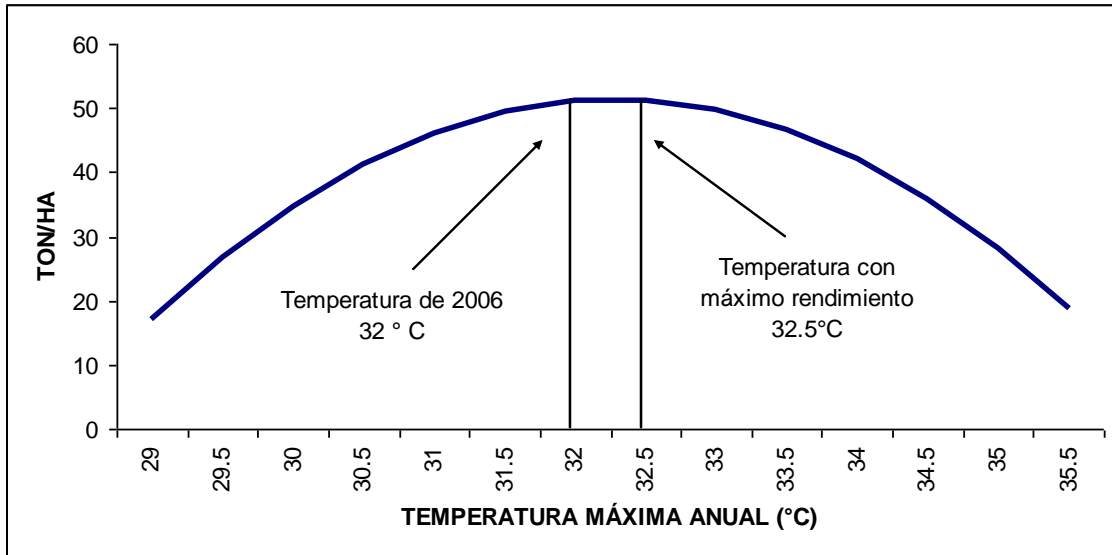
Valores absolutos del t-estadístico entre paréntesis

\* Significativo al 10%; \*\* significativo al 5%; \*\*\* significativo al 1%.

Todos los modelos se estimaron con constante, con la variable superficie provista para riego y con variables dummy que capturan efectos de desastres naturales.

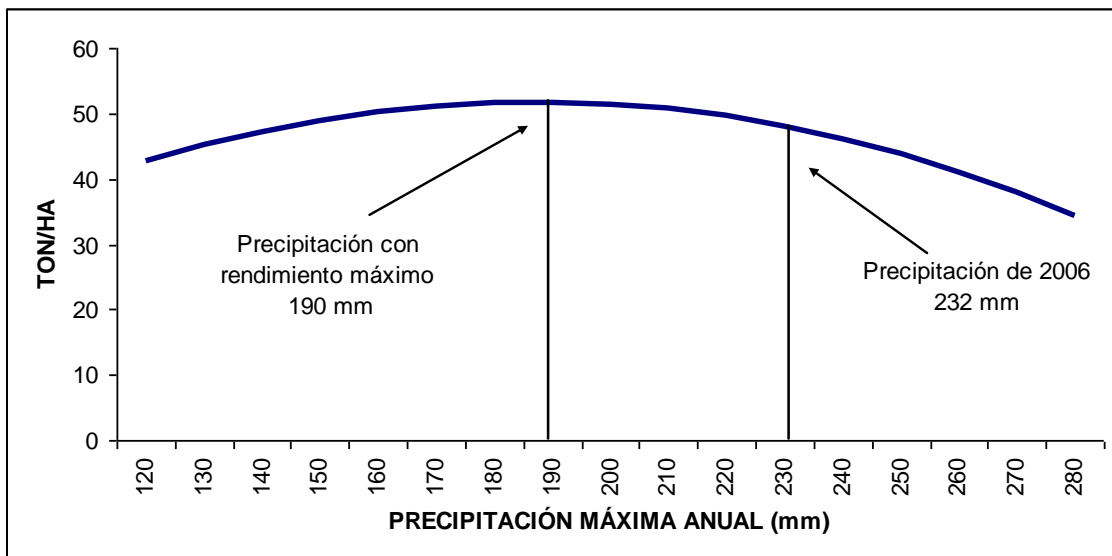
La prueba de cointegración se realizó con término constante en la ecuación de cointegración y en el modelo dinámico

**GRÁFICO 16**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR**  
**ANTE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA**



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 17**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR**  
**ANTE VARIACIONES EN LA PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

**f) El caso de la naranja**

Las especificaciones para los rendimientos de la naranja incluyeron a la temperatura en los meses de noviembre a abril y su cuadrado, así como a la precipitación promedio en los meses de noviembre a abril además de su cuadrado. También se incluye por separado a la PEA rural y a la población total, ambas expresadas de forma lineal y logarítmica. En el cuadro 21 se presentan los resultados para estas estimaciones. Todas las estimaciones parecen mostrar relaciones de largo plazo; es decir, no son regresiones espurias tal como lo indican las pruebas de cointegración. Además, las regresiones son robustas en el sentido de que los coeficientes mantienen siempre sus signos. Aunque la precipitación no parece mostrar significancia estadística de forma individual, de forma conjunta sí se observa significancia estadística.

De las cuatro especificaciones se escogió la que controla por la PEA rural de forma logarítmica. Con base en ella se estimaron los posibles valores que tomarían los rendimientos de la naranja ante cambios en la temperatura y la precipitación. En el gráfico 18 se puede observar que es probable que ya se haya alcanzado la temperatura que permite lograr los mayores rendimientos, por lo que el cambio climático podría ya estar teniendo efectos adversos sobre este cultivo.

Por su parte, las proyecciones con la precipitación, mostradas en el gráfico 19, indican que la producción de naranja alcanza su rendimiento máximo en niveles inferiores al de 2006, por lo que niveles de precipitación inferiores a los de ese año podrían ser benéficos.

Cuadro 21  
 BELICE: ESTIMACIÓN PARA LOS RENDIMIENTOS POR HECTÁREA DE LA NARANJA

Variables	PEA rural		Población total	
	Lineal	Logarítmico	Lineal	Logarítmico
Precipitación promedio anual en los 1	0,0559	0,0569	0,0569	0,0629
	-0,32	-0,33	-0,32	-0,36
Precipitación promedio anual en los meses de noviembre a abril ^2	-5,00E-04	-5,00E-04	-5,00E-04	-5,00E-04
	-0,64	-0,65	-0,65	-0,69
Temperatura promedio anual en los meses de noviembre a abril	156,34 *	157,98 *	142,43	143,04
	-1,76	-1,8	-1,57	-1,61
Temperatura promedio anual en los meses de noviembre a abril ^2	-3,299 *	-3,33 *	-3,015	-3,017
	-1,78	-1,82	-1,59	-1,62
R2	0,3578	0,3739	0,3264	0,3507
Pruebas de significancia conjunta de variables (Estadístico F)				
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación	3,02 **	3,01 **	3,12 **	3,18 **
Prueba de significancia conjunta de variables de temperatura	2,27	2,22	2,06	1,72
Prueba de significancia conjunta de variables de precipitación y temperatura	2,73 **	2,69 **	2,74 **	2,52 *
Prueba de significancia conjunta de todo el modelo	2,58 **	2,76 **	2,24 **	2,5 **
Prueba de cointegración de Johansen				
Número de Vectores de cointegración por el estadístico de la traza	2 **	2 **	1 ***	1 **
Número de Vectores de cointegración por el eigenvalor máximo	0 ***	0 ***	1 **	1 **

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

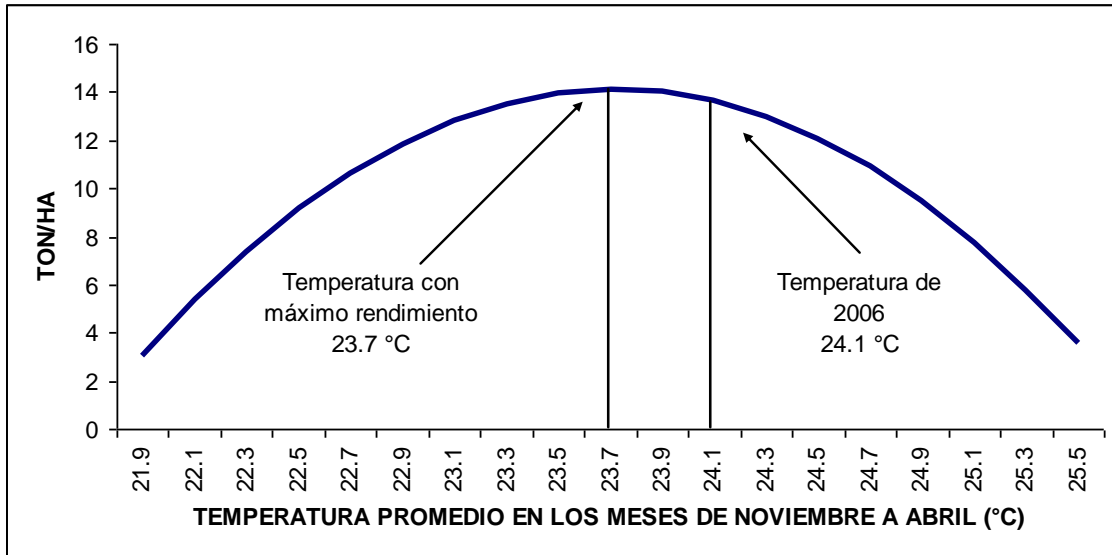
Valores absolutos del t-estadístico entre paréntesis

\* significativo al 10%; \*\* significativo al 5%; \*\*\* significativo al 1%.

Todos los modelos se estimaron con constante, con la variable superficie provista para riego y con variables dummy que capturan efectos de desastres naturales.

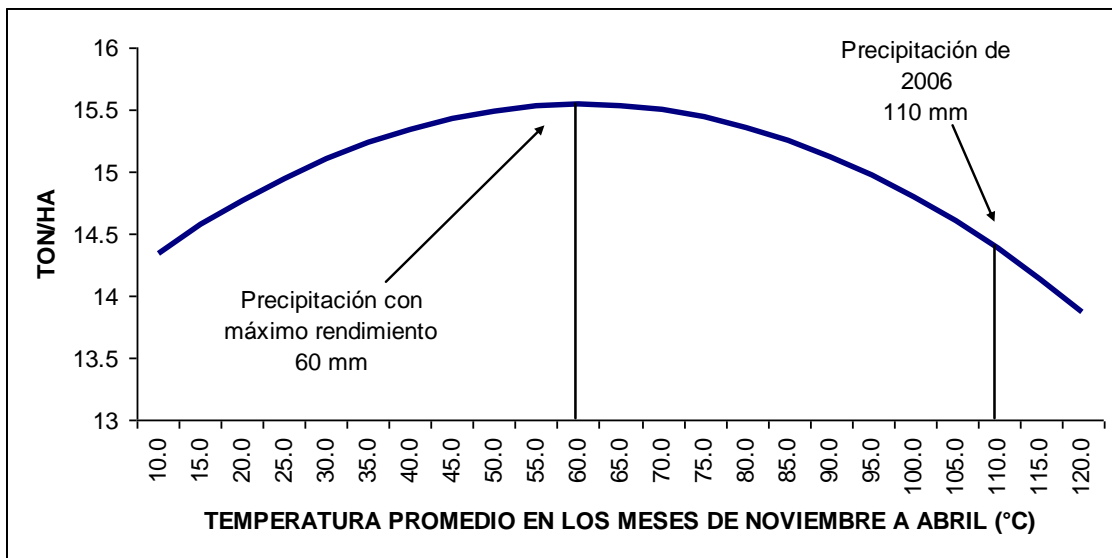
La prueba de cointegración se realizó con término constante en la ecuación de cointegración y en el modelo dinámico.

**GRÁFICO 18**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DE LA NARANJA**  
**ANTE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA**



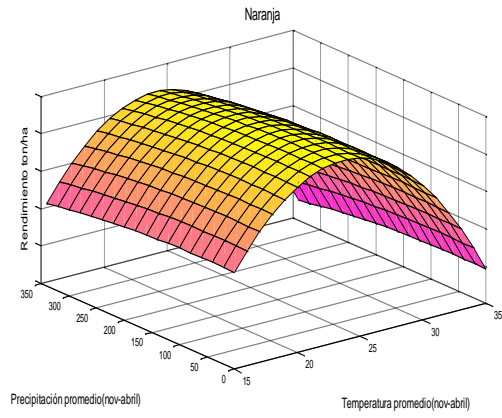
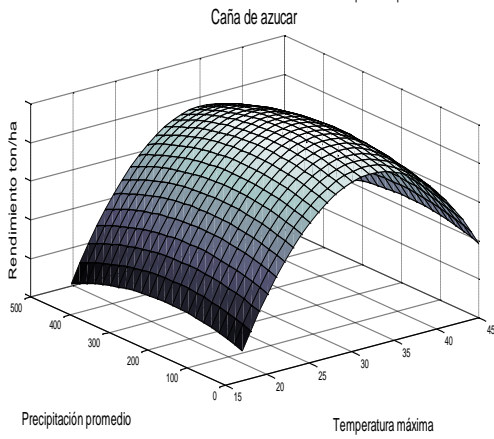
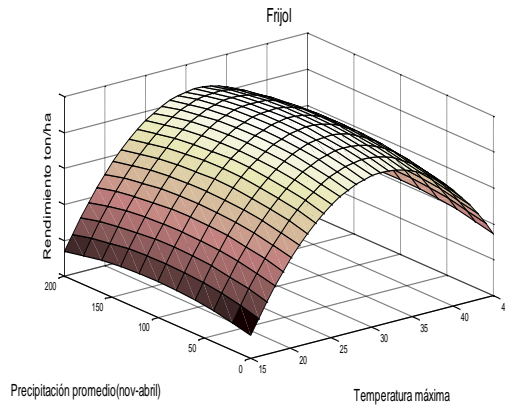
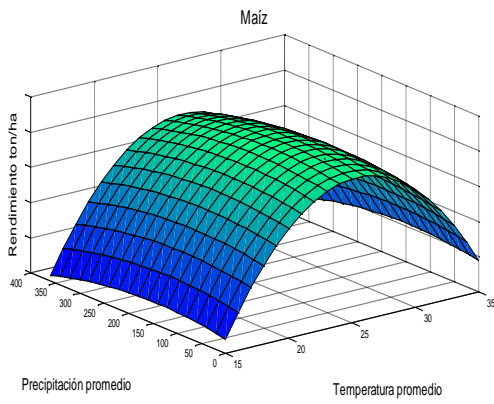
Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 19**  
**BELICE: RENDIMIENTOS DE LA NARANJA**  
**ANTE VARIACIONES EN LA PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 20**  
**IMPACTOS DE CAMBIOS EN PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA**  
**SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ; FRIJOL; CAÑA DE AZUCAR Y NARANJA**



Fuente: Elaboración propia.

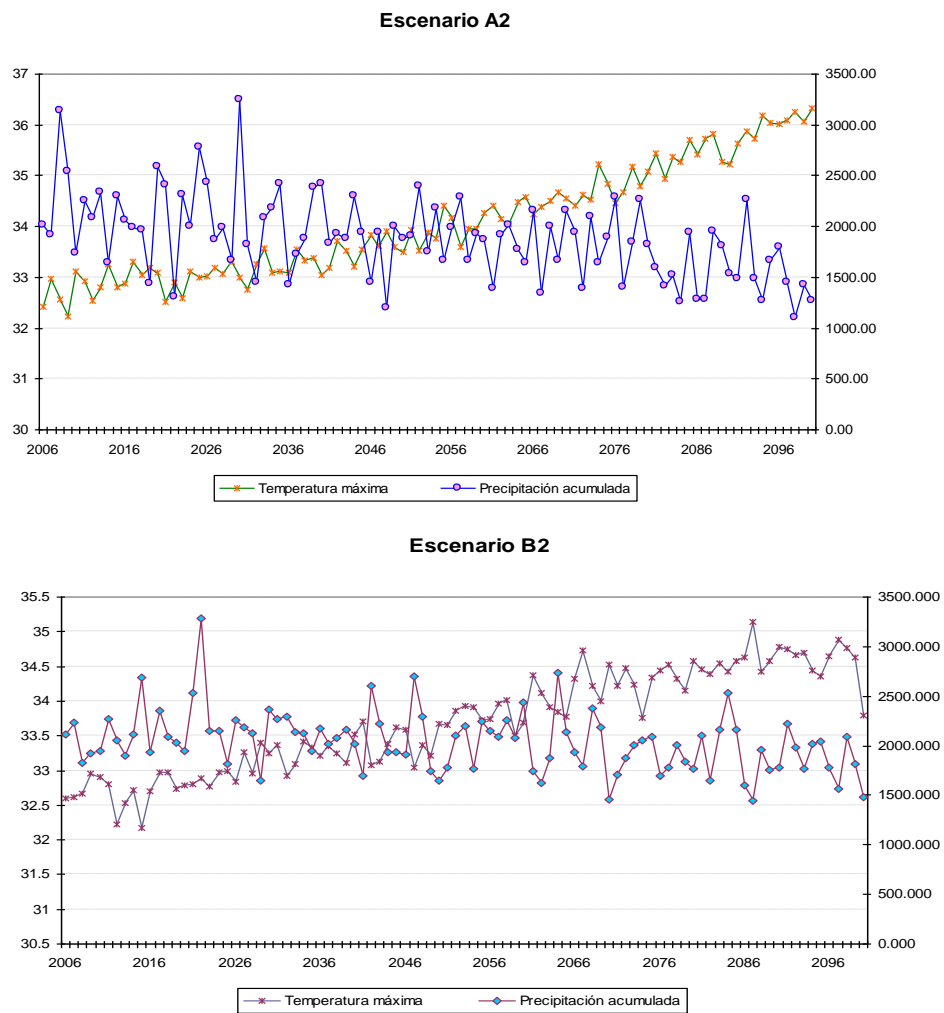
## V. LOS ESCENARIOS FUTUROS: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR AROPECUARIO

### 1. Impactos sobre la producción agropecuaria

Basando en los coeficientes de las especificaciones (1 y 1') de las funciones de producción agropecuaria y cultivos (véase de nuevo los cuadros 14 y 15) y en los escenarios A2 y B2, se cuantifican los impactos en el sector ocasionados por variaciones en la precipitación y temperatura.

Los escenarios de cambio climático A2 y B2 proyectan un incremento en la temperatura y una disminución en la precipitación acompañada de una gran variabilidad, como se observa en el gráfico 21.

**GRÁFICO 21**  
**ESCENARIOS CLIMÁTICOS A2 Y B2**



Fuente: Elaboración propia.

El enfoque de la función de producción pretende explorar la magnitud de los impactos ocasionados por cambios climáticos en el sector agropecuario en los próximos años. Las estimaciones asumen que el resto de las condiciones se mantienen constantes, ya que se busca aislar sólo el efecto de la temperatura y la precipitación sobre la producción agropecuaria.

El resultado de los modelos de funciones de producción exhibe pérdidas económicas ocasionadas por el cambio climático. Las estimaciones de los impactos económicos se presentan como porcentaje del PIB de 2007, empleando tasas de descuento de 0.5%, 2%, 4%, y 8%,

Se contabilizaron los impactos de la producción agropecuaria hasta el 2100 en relación al PIB de 2007<sup>13</sup> (véase el cuadro 22). Considerando los escenarios A2 y B2, y una tasa de descuento de 4% de forma acumulada hacia 2050 las pérdidas serían de alrededor de 12% y 5% del PIB de 2007, respectivamente. Contabilizando los impactos negativos hacia 2100 con la misma tasa de descuento, las pérdidas económicas acumuladas representarían el 16 % y 7% del PIB de 2007, respectivamente. Ante una tasa de descuento de 2% las pérdidas incrementarían a 35% en el escenario A2 y 16% en el B2, al año 2100.

**CUADRO 22**  
**IMPACTOS DE CAMBIOS EN PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA**  
**COMO PORCENTAJE DEL PIB DE 2007**  
*(En porcentajes del PIB de 2007)*

		Escenario A2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)				Escenario B2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)			
Producción agropecuaria									
r					r				
año	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08	
2020	6,98	6,42	5,79	4,85	1,31	1,13	0,94	0,65	
2030	14,92	12,25	9,71	6,67	6,59	5,20	3,84	2,16	
2050	22,54	16,78	12,02	7,33	10,40	7,41	4,93	2,45	
2070	33,11	21,40	13,60	7,53	18,18	10,80	6,09	2,60	
2100	77,18	34,50	16,33	7,67	34,84	15,92	7,20	2,66	
Producción de cultivos									
r					r				
año	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08	
2020	5,50	5,02	4,49	3,70	1,38	1,21	1,03	0,76	
2030	11,41	9,37	7,42	5,07	5,27	4,20	3,15	1,85	
2050	18,86	13,80	9,69	5,71	8,98	6,37	4,23	2,14	
2070	29,17	18,32	11,23	5,91	16,39	9,62	5,35	2,29	
2100	68,16	29,94	13,67	6,04	32,46	14,57	6,43	2,35	

Fuente: Elaboración propia.

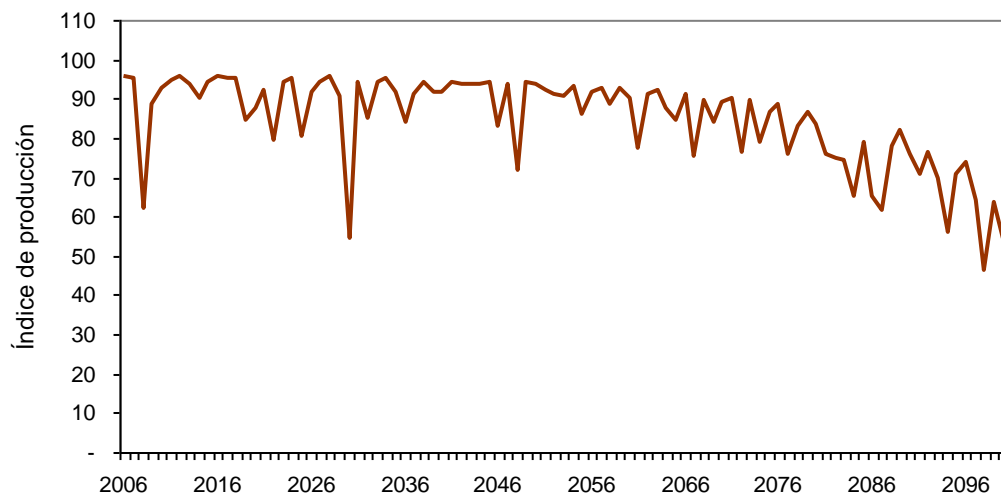
Nota: r =tasa de descuento

Valores positivos significan pérdidas y valores negativos ganancias

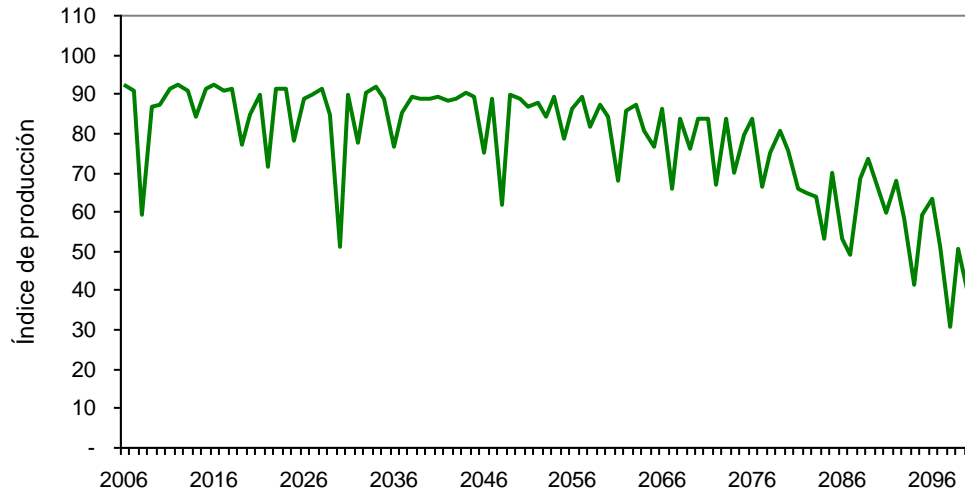
<sup>13</sup> Los costos como porcentaje del PIB Agropecuario se presentan en el anexo 2.

Los gráficos 22 y 24 muestran las proyecciones de la producción agropecuaria a partir de los escenarios A2 y B2. Ambos escenarios exhiben disminuciones en la producción y por consecuencia pérdidas económicas en la producción. Por su parte los gráficos 23 y 25 exponen la producción de cultivos a partir de los escenarios A2 y B2. El escenario A2 proyecta los cambios más extremos y por tanto presenta las mayores disminuciones en la producción. En todos los gráficos se observa que la producción ineludiblemente disminuiría.

**GRÁFICO 22**  
**BELICE: PROYECCIONES DEL ÍNDICE DE PRODUCCIÓN**  
**AGROPECUARIA A PARTIR DEL ESCENARIO A2**

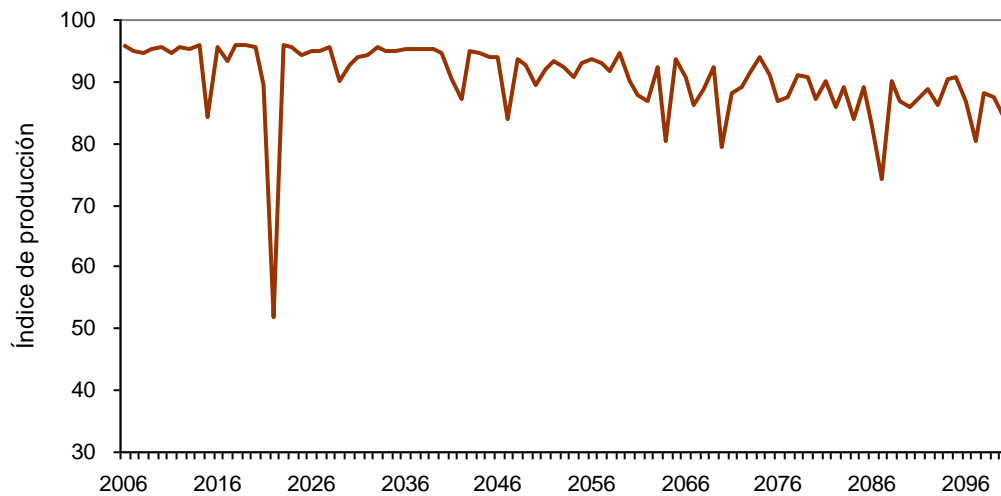


**GRÁFICO 23**  
**BELICE: PROYECCIONES DEL ÍNDICE DE PRODUCCIÓN**  
**DE CULTIVOS A PARTIR DEL ESCENARIO A2**



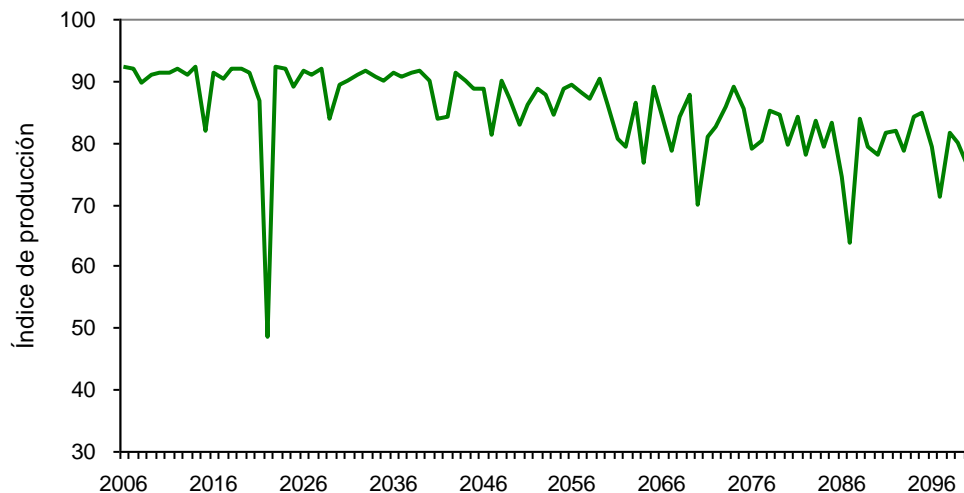
Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 24**  
**BELICE: PROYECCIONES DEL ÍNDICE DE PRODUCCIÓN**  
**AGROPECUARIA A PARTIR DEL ESCENARIO B2**



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 25**  
**BELICE: PROYECCIONES DEL ÍNDICE DE PRODUCCIÓN**  
**AGRÍCOLA A PARTIR DEL ESCENARIO B2**



Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 23 se hace la distinción del impacto ocasionado por cambios en temperatura y por cambios en precipitación. Los mayores impactos negativos parecen deberse a las variaciones en la precipitación. Para el escenario A2 incrementos en la temperatura a 2100, considerando una tasa de descuento de 2%, representan una pérdida de cerca de 12% del PIB de 2007, y 7% para el escenario B2 en el mismo periodo. En el caso de la precipitación las pérdidas representan 22% en el escenario A2 y 9% en el B2, también considerando la tasa de descuento de 2%.

**CUADRO 23**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:**  
**2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**

(En porcentajes del PIB de 2007)

		Escenario A2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)				Escenario B2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)			
Cambios en temperatura y precipitación									
		Producción agropecuaria		Producción de Cultivos		Producción agropecuaria		Producción de Cultivos	
		r		r		r		r	
año		0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04
2020		6,42	5,79	5,02	4,49	1,13	0,94	1,21	1,03
2030		12,25	9,71	9,37	7,42	5,20	3,84	4,20	3,15
2050		16,78	12,02	13,80	9,69	7,41	4,93	6,37	4,23
2070		21,40	13,60	18,32	11,23	10,80	6,09	9,62	5,35
2100		34,50	16,33	29,94	13,67	15,92	7,20	14,57	6,43

Cambios en temperatura									
		Producción agropecuaria		Producción de Cultivos		Producción agropecuaria		Producción de Cultivos	
		r		r		r		r	
año		0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04
2020		0,08	0,06	0,31	0,26	-0,10	-0,09	0,10	0,09
2030		0,15	0,11	0,53	0,40	-0,01	-0,04	0,34	0,25
2050		1,03	0,54	1,63	0,95	0,69	0,32	1,29	0,73
2070		3,66	1,43	4,20	1,83	2,87	1,07	3,46	1,48
2100		11,85	3,14	11,42	3,34	6,67	1,89	7,01	2,25

Cambios en precipitación									
		Producción agropecuaria		Producción de Cultivos		Producción agropecuaria		Producción de Cultivos	
		r		r		r		r	
año		0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04
2020		6,32	5,71	4,67	4,20	1,23	1,03	1,12	0,96
2030		12,09	9,58	8,81	6,98	5,27	3,91	3,92	2,95
2050		15,68	11,44	12,08	8,67	6,80	4,66	5,16	3,56
2070		17,47	12,05	13,86	9,28	8,15	5,12	6,37	3,97
2100		22,04	13,00	17,98	10,14	9,45	5,41	7,75	4,28

Fuente: Elaboración propia

Nota: r significa tasa de descuento

Las cuantificaciones de los impactos basados en los escenarios climáticos dan un panorama general del comportamiento de la producción agropecuaria ante cambios en precipitación y temperatura, pero hay que considerar que las estimaciones presentadas no incluyen ninguna adaptación ni cambios externos y que ex ante se sabe que pueden presentar sobreestimaciones de los efectos.

## 2. Impactos sobre los rendimientos de maíz, frijol, caña de azúcar y naranja

En esta sección se emplean también los escenarios climáticos A2 y B2 y se utilizan las estimaciones que se emplearon para analizar los efectos sobre la producción en cada uno de los cuatro cultivos que se examinan en este estudio: maíz, frijol, caña de azúcar y naranja. Las proyecciones se realizan entre 2006 y 2100 y se emplean tasas de descuento de 0,5%, 2%, 4%, y 8%, al igual que en la sección anterior, para calcular los efectos económicos en función del PIB total de 2007<sup>14</sup>.

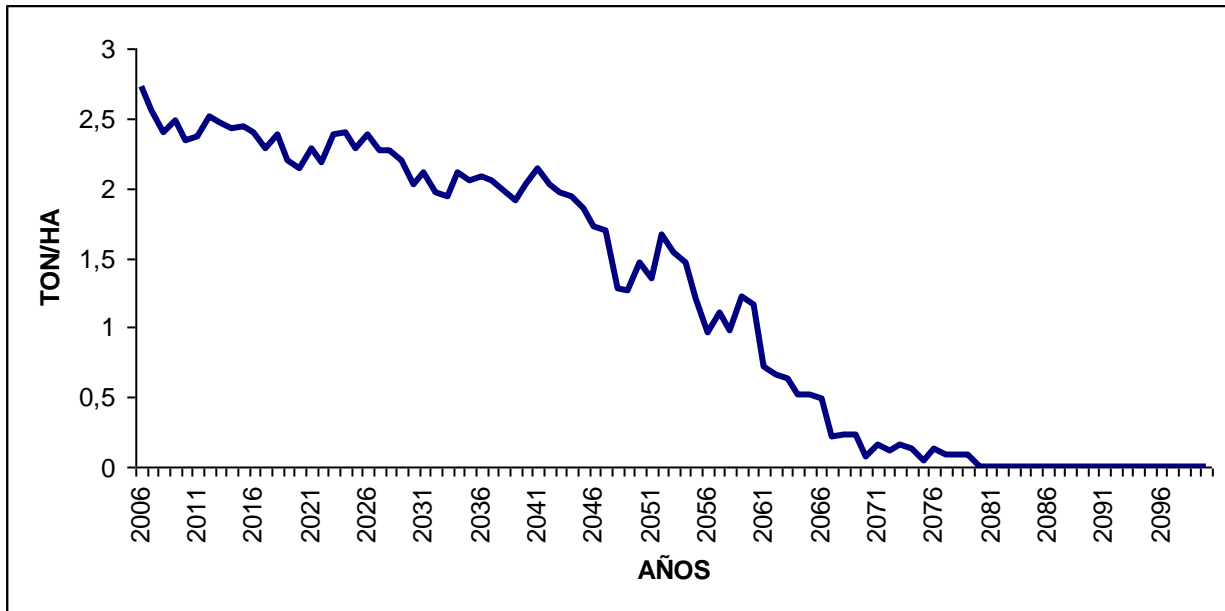
El gráfico 26 presenta la posible evolución que tendría la producción del maíz, bajo cada uno de los dos escenarios A2 y B2. En ambos casos, las trayectorias en la producción son decrecientes, en mayor medida en el escenario A2, el cual muestra incluso que hacia fines del periodo los rendimientos podrían ser prácticamente nulos. Es probable que no se presente una situación como esa ya que los agricultores podrían adaptarse; sin embargo, de mantenerse las condiciones actuales de producción los rendimientos del maíz sí podrían verse afectados de forma importante ante el cambio climático.

Los costos que se desprenden de las estimaciones mostradas en el gráfico 26 se presentan en el cuadro 24, que se calcularon comparando los niveles de producción esperado ante los escenarios A2 y B2 y un escenario en el cual el clima se mantuviera en los niveles actuales. Como ahí se muestra, los costos económicos acumulados del cambio climático hacia 2100 serían equivalentes a perder alrededor de dos punto porcentuales del PIB de 2007 ante una tasa de descuento de 4%, pero a menores tasas de descuento las pérdidas podrían incrementarse.

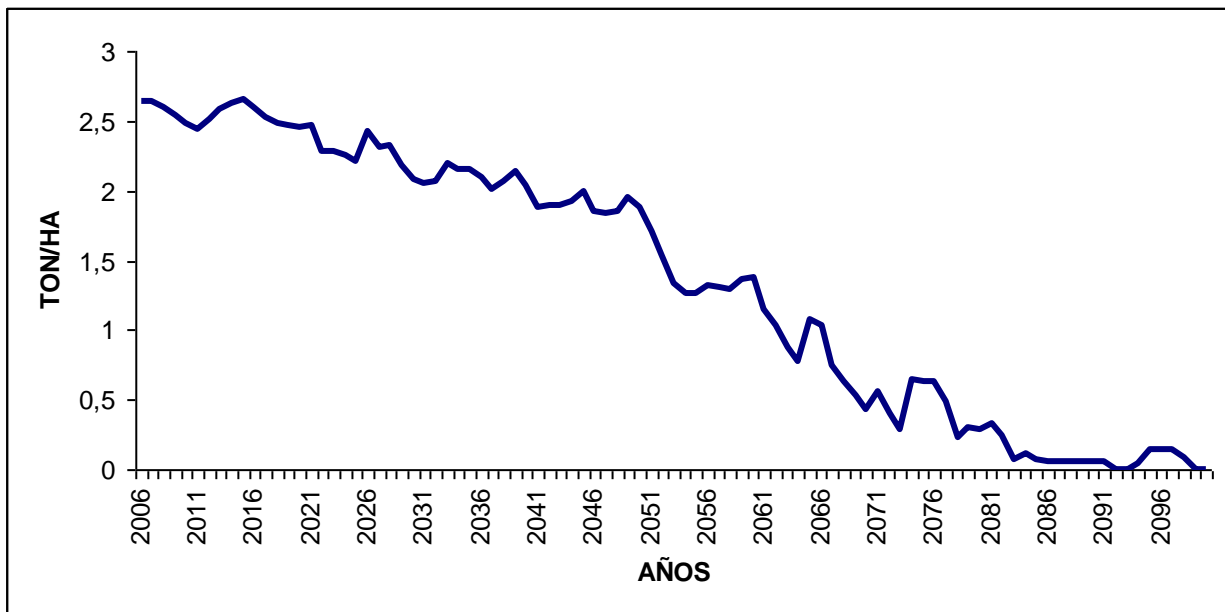
---

<sup>14</sup> Los costos como porcentaje del PIB Agropecuario se presentan en el anexo 3

**GRÁFICO 26**  
**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS DEL MAÍZ**  
**A PARTIR DEL ESCENARIO A2**



**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS DEL MAÍZ**  
**A PARTIR DEL ESCENARIO B2**



Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 24**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA**  
**PRODUCCIÓN DEL MAÍZ COMO PORCENTAJE DEL PIB DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	0,37	0,32	0,27	0,20	0,09	0,08	0,06	0,04
2030	0,78	0,63	0,48	0,30	0,48	0,37	0,26	0,14
2050	2,44	1,61	0,97	0,43	1,86	1,19	0,68	0,26
2070	6,09	3,21	1,52	0,50	4,99	2,57	1,16	0,32
2100	13,22	5,43	2,02	0,53	11,62	4,62	1,61	0,35

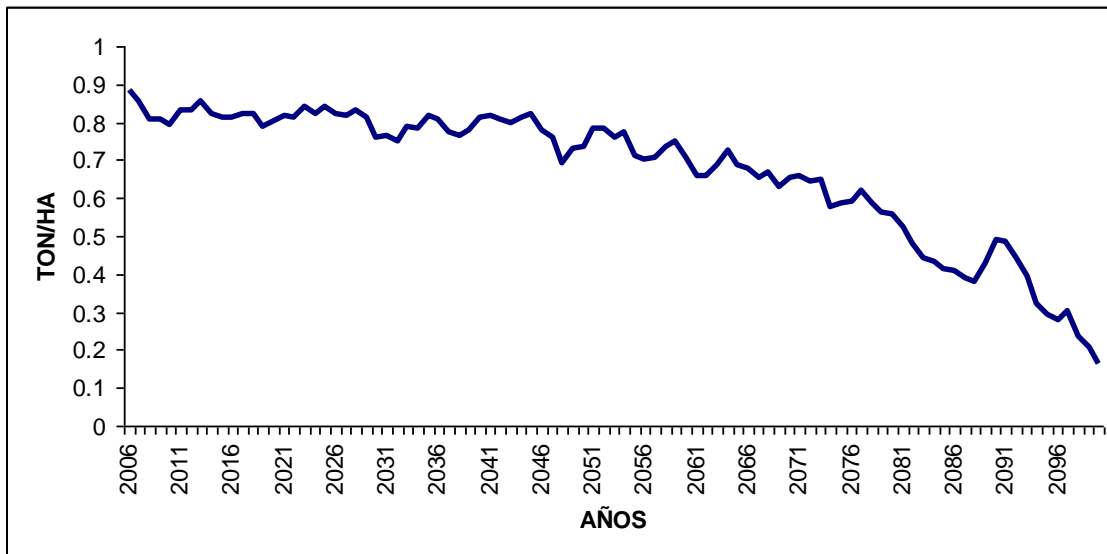
Fuente: Elaboración propia.

Nota: r significa tasa de descuento.

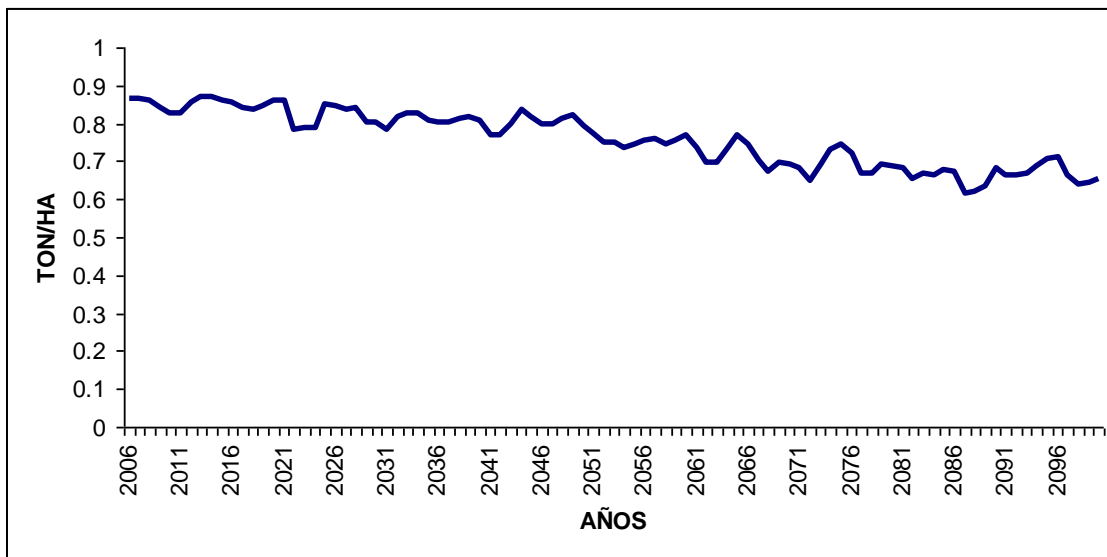
La producción proyectada para el frijol entre 2006 y 2100 se muestra en el gráfico 27. Los resultados de dicho gráfico sugieren que la producción del frijol tendería a disminuir en los años siguientes, mayormente ante un escenario más cálido como el A2.

En el cuadro 25 se presentan los efectos económicos que resultarían de esta evolución en la producción del frijol. Hacia 2100 los costos económicos acumulados, en términos del PIB de 2007, serían cercanos a un punto porcentual del PIB para una tasa de descuento de 4%, pero podrían ser mayores si la tasa de descuento es menor.

**GRÁFICO 27**  
**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS**  
**DEL FRIJOL A PARTIR DEL ESCENARIO A2**



**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS**  
**DEL FRIJOL A PARTIR DEL ESCENARIO B2**



Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 25**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN**  
**DEL FRIJOL COMO PORCENTAJE DEL PIB DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	0,41	0,37	0,32	0,25	0,27	0,24	0,21	0,17
2030	0,69	0,57	0,46	0,32	0,54	0,44	0,35	0,24
2050	1,41	1,01	0,69	0,38	1,12	0,79	0,53	0,29
2070	2,45	1,46	0,84	0,40	2,01	1,19	0,67	0,31
2100	5,51	2,39	1,04	0,41	3,60	1,68	0,78	0,32

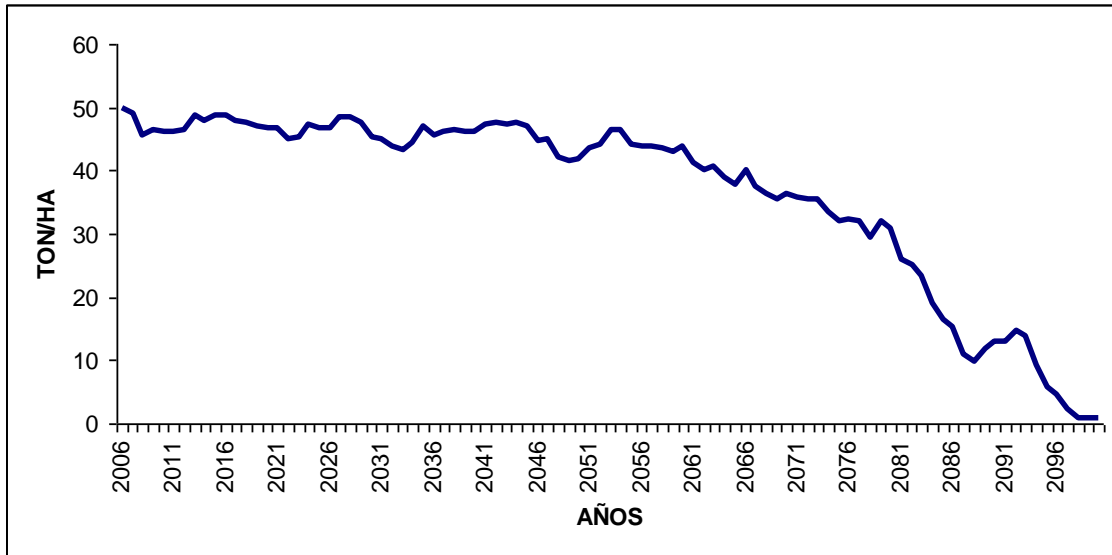
Fuente: Elaboración propia

Nota: r significa tasa de descuento

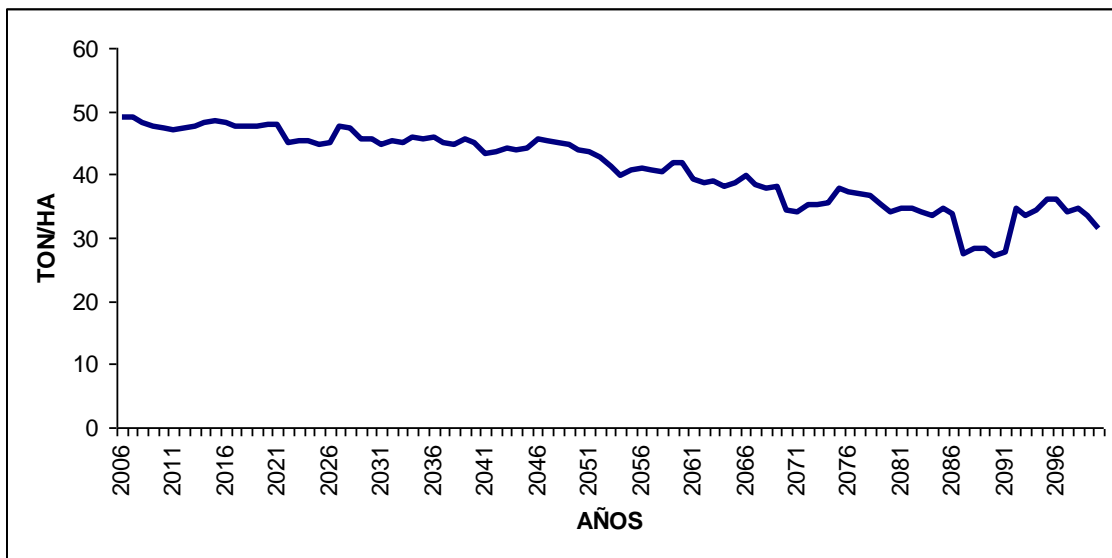
Las proyecciones para la caña de azúcar que se realizaron a partir de los dos escenarios climáticos (A2 y B2) se presentan en el gráfico 28. Como ahí se muestra la producción de este cultivo tendería a caer en los siguientes años. Al igual que en los casos anteriores, el escenario A2 predice caídas mayores, incluso nulas hacia fines del periodo. Ello sucede porque no se está capturando, como se ha comentado, la posible adaptación de los agricultores ante el cambio climático.

Los efectos económicos acumulados hacia 2100 que se predicen de los resultados se muestran en el cuadro 26, en el que se observa que los posibles efectos positivos que el cambio climático traería consigo en el corto plazo en la producción de la caña de azúcar, en el largo plazo se revertirían con lo que en términos acumulados hacia el año 2100 los efectos económicos serían negativos, alcanzando pérdidas de entre 2% y 5% del PIB de 2007, a una tasa de descuento de 2%, pero a menores tasas se tendrían mayores efectos adversos.

**GRÁFICO 28**  
**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR A PARTIR DEL ESCENARIO A2**



**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR A PARTIR DEL ESCENARIO B2**



Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 26**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN**  
**DE CAÑA DE AZÚCAR COMO PORCENTAJE DEL PIB DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	-1,33	-1,20	-1,06	-0,86	-1,51	-1,37	-1,22	-0,99
2030	-1,88	-1,61	-1,34	-0,99	-1,79	-1,59	-1,37	-1,06
2050	-2,01	-1,70	-1,39	-1,00	-1,64	-1,50	-1,33	-1,06
2070	0,08	-0,83	-1,11	-0,97	1,38	-0,19	-0,88	-1,00
2100	19,65	4,93	0,07	-0,91	10,02	2,48	-0,30	-0,97

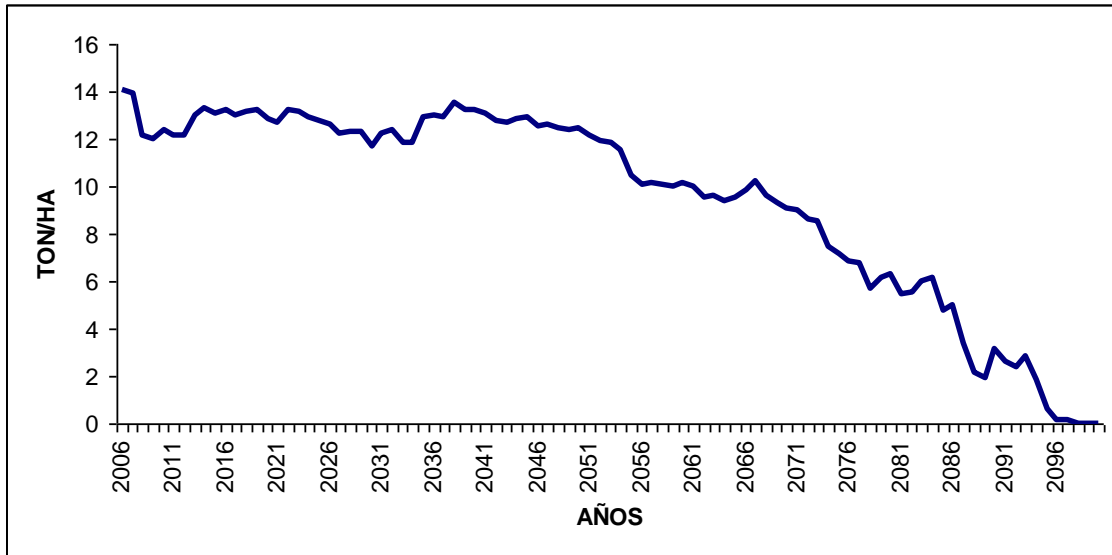
Fuente: Elaboración propia

Nota: r significa tasa de descuento

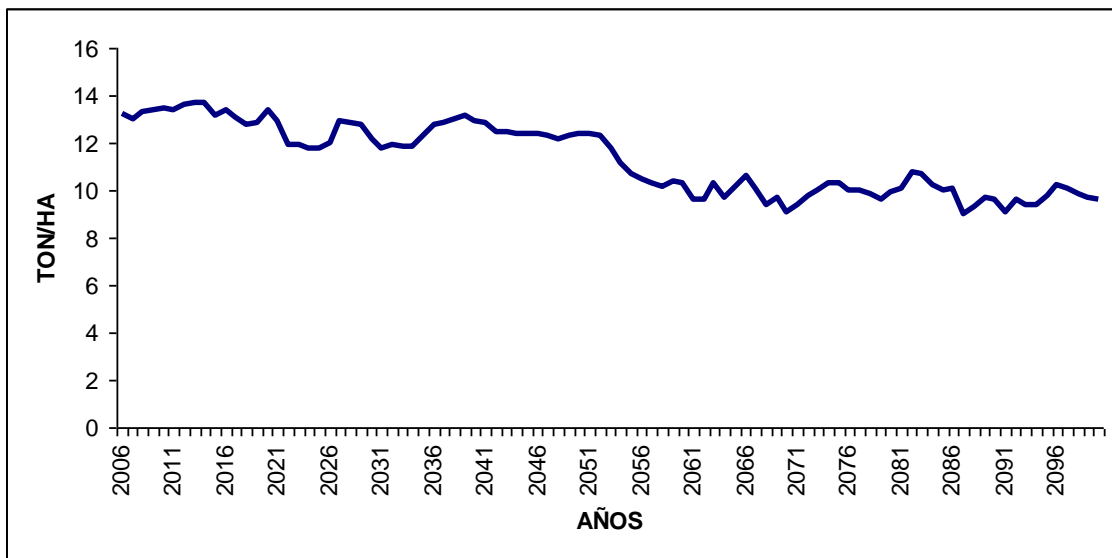
En el gráfico 29 se presentan las proyecciones para los rendimientos de la naranja. Como ahí se observa, aunque en el corto plazo la producción de este cultivo se podría mantener en niveles similares a los actuales, el cambio climático generaría que los rendimientos de este producto caigan a través de los años; con lo que la producción podría disminuir de forma importante en el largo plazo.

Los costos que se derivarían como resultado de una menor producción de naranja, ocasionada por el cambio climático, se presentan en el cuadro 27. Como ahí se aprecia, en este producto las pérdidas acumuladas podrían representar hacia el año 2100 entre 4% y 6% del PIB de 2007, bajo una tasa de descuento de 2%, pero podrían ser de mayor magnitud a menores tasas de descuento.

**GRÁFICO 29**  
**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS DE LA NARANJA**  
**A PARTIR DEL ESCENARIO A2**



**BELICE: PROYECCIONES DE LOS RENDIMIENTOS DE LA NARANJA**  
**A PARTIR DEL ESCENARIO B2**



Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 27**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN**  
**DE NARANJAS COMO PORCENTAJE DEL PIB DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	0,65	0,59	0,52	0,41	0,36	0,32	0,28	0,22
2030	1,21	1,01	0,80	0,55	1,07	0,86	0,65	0,40
2050	2,17	1,59	1,11	0,64	2,28	1,59	1,04	0,52
2070	5,06	2,86	1,55	0,69	5,03	2,80	1,46	0,57
2100	15,40	5,97	2,20	0,73	9,31	4,13	1,75	0,59

Fuente: Elaboración propia.

Nota: r significa tasa de descuento.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en la época actual. Existe incertidumbre sobre los efectos que este fenómeno tendrá sobre las economías. Sin embargo, es indudable que ningún país puede afrontarlo por sí solo. Lo más pronto posible se deben tomar decisiones para asegurar que todos los involucrados actúen y se adapten de la mejor manera. Las proyecciones climáticas advierten que los cambios en el clima mundial afectarán directamente a los sectores productivos como la agricultura, la pesca, la silvicultura, el desarrollo de zonas costeras, etc.

En este documento se analizaron los efectos potenciales del cambio climático sobre el sector agropecuario de Belice. En particular se estudiaron los impactos sobre la producción agropecuaria en su conjunto y sobre los subsectores de cultivos y pecuaria. Además específicamente se analizaron algunos de los cultivos más importantes para la economía de este país (maíz, frijol, caña de azúcar y naranja).

Los resultados revelan que podrían existir severas repercusiones en el sector primario de Belice. Concretamente el análisis de las funciones de producción sectoriales muestra los efectos negativos que tendrá el cambio climático en el sector agropecuario a consecuencia de las variaciones en la temperatura y en la precipitación. Las pérdidas acumuladas a 2100 en el sector agropecuario en su conjunto podrían ser de alrededor de 35% del PIB de 2007<sup>15</sup>. Asimismo, se identifica que las variaciones en la precipitación serán las que ocasionarán las mayores pérdidas económicas. Las estimaciones también revelan que debido a la importancia que representa en la economía los cultivos del maíz, el frijol, la caña de azúcar y la naranja serán de los más afectados por el cambio climático.

El gobierno de Belice esta conciente de que el sector deberá ser una de las áreas prioritarias en atender en las medidas de adaptación. La adaptación consiste en responder a los daños reales o previstos ocasionados por el cambio climático. Sin embargo, la capacidad para adaptarse y atenuar los efectos del clima depende de circunstancias socioeconómicas y medioambientales, bienes de capital, capital humano, seguridad social, instituciones, ingresos, acceso a financiamiento, disponibilidad de información y de tecnología, así como políticas de desarrollo.

El desafío de adaptarse a los cambios climáticos implica conocer y enfrentar los riesgos y vulnerabilidades que enfrenta Belice. Por ello el gobierno ha puesto como los principales objetivos de la política de adaptación<sup>16</sup>:

1. Explorar y acceder a las oportunidades que se desarrollan a través del proceso de negociación sobre el cambio climático.
2. Preparar a todos los sectores de Belice para afrontar los retos del cambio climático global.
3. Promover el desarrollo de incentivos económicos, que fomentan la inversión pública y privada en medidas de adaptación.
4. Desarrollar la posición negociadora de Belice a nivel regional e internacional para promover sus intereses económicos y ambientales.
5. Fomentar el desarrollo de los sistemas institucionales adecuados para la planificación y respuesta al cambio climático.

Asimismo el Gobierno reconoce que para que la política de adaptación sea eficaz, debe existir un programa de concientización agresiva e innovadora, dirigida a todos los sectores del país.

---

<sup>15</sup> Considerando una tasa de descuento de 2%.

<sup>16</sup> Government of Belize Policy on Adaptation to Global Climate Change, National Meteorological Service.

Mientras algunas regiones podrían mejorar su producción agropecuaria, otras se enfrentarían a disminuciones en el rendimiento. Es muy probable que en los próximos años ocurra una reorganización de las áreas de producción agropecuaria mundial. Sin embargo, aminorar las consecuencias negativas del cambio climático dependerá de las estrategias de adaptación en cada región y de los sistemas agrícolas que se empleen.

En Belice, se espera que el sector agropecuario se vea seriamente afectado, lo que llevaría a la necesidad de realizar adaptaciones en el sector, la industria y los mercados, en las estrategias de los productores y en los esquemas de desarrollo rural, con el fin de aminorar los costos económicos y sociales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, Richard, B. Hurd, J. Reilly (1999), "A review of impacts to U.S. agricultural resources", preparado para el Pew Center on Global Climate Change.
- Alfaro, W. y L. Rivera (2008), *Cambio climático en Mesoamérica: temas para la creación de capacidades y la reducción de la vulnerabilidad*, Fundación Futuro Latinoamericano.
- Banco Central de Belice (2009), *Reportes anuales, varios años, del 2004 al 2008*.
- Banco Mundial (2009), "Informe sobre el Desarrollo Mundial 2010: Desarrollo y Cambio climático (Panorama general, versión preliminar)" *Banco Mundial*. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/Overview-Spanish.pdf>> (30 de septiembre de 2009)
- Barnes, J. D. Limited. 2001. "Belize Land Management Project (BL-0017) Consolidated Report". Draft Version 1.0. Prepared for the Inter-American Development Bank and the Ministry of Natural Resources, Environment and Industry.
- Barnett, Carla N. 1991. "The Political Economy of Land in Belize. 'Machete Must Fly' Thesis, Consortium Graduate School of the Social Sciences, Mona, Jamaica.
- Belisle, Lindsay. 1988. "The Development of a Land Registration and Information System in Belize". M.Sc. dissertation, North East London Polytechnic.
- Bolland, O. Nigel. 1988. *Colonialism and Resistance — Essays in Historical Sociology*. Belize: Cubola Productions.
- Bolland, O. and Assad Shoman. 1977. *Land in Belize 1765-1871*. Mona, Jamaica: Institute of Social and Economic Research, University of the West Indies.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2009a), *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2008*.
- \_\_\_\_\_ (2009b), *Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe, 2008*.
- \_\_\_\_\_ (2009c), *Anexos estadísticos de las notas económicas*.
- \_\_\_\_\_ (2008), *Economic Survey of the Caribbean, 2007-2008 (LC/CAR/L.173)*, julio.
- Darwin, R., M. Tsigas, J. Lewandrowski, and A. Ranases (1995), World Agriculture and Climate Change. Economic Adaptations. Agricultural Economic Report No. 703. Washington: US Department of Agriculture, Economic Research Service, June.
- De la Torre, P., P. Fajnzylber y J. Nash (2009), *Desarrollo con menos carbono: respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático*, Banco Mundial, Washington, D. C.
- Easterling, W.E., P.R. Crosson, N.J. Rosenberg, M.S. McKenney, L.A. Katz and K.M. Lemon (1993). Agricultural Impacts of and Responses to Climate Change in the Missouri-Iowa-Nebraska-Kansas Region. *Climatic Change*, 24(1-2), 23-62.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2003a), *World Agriculture: Towards 2015/2030. A FAO Perspective*, Roma.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Perfiles de países <http://www.fao.org/countryprofiles/index.asp?lang=es&ISO3=BLZ>
- First National Communication to the Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change, (2002). Disponible <http://unfccc.int/resource/docs/natc/blznc1.pdf>
- Fleischer, A., I. Lichtman y R. Mendelsohn (2007), *Climate Change, Irrigation, and Israeli Agriculture: Will Warming be Harmful?*, Policy Research Working Paper, No. 4135, Banco Mundial.
- Galindo, L. (2009) “La economía del cambio climático en México”, *Gobierno Federal, SHCP y SEMARNAT*.
- Gay, C. y otros (2004), “Impactos potenciales del cambio climático en la agricultura: escenarios de producción de café para el 2050 en Veracruz”, México, inédito.
- Harmeling, Sven (2008) Global climate risk index 2009 weather-related loss events and their impacts on countries in 2007 and in a long-term comparison Publisher: Germanwatch e.V. 16 December 2008 [en línea] <<http://www.germanwatch.org/klima/cri.htm>>.
- Iyo, Joseph. 1998. *An Oral History of Land, Property and Real Estate Development in Belize City (1961-1997)*. Belize: University College of Belize Press.
- Iyo, Joseph, Patricia Mendoza, Jose Cardona, Armin Cansino and Ray Davis. 2003. “Land Policy, Administration and Management in Belize”. Paper prepared for the Workshop on Land Policy, Administration and Management in the English Speaking Caribbean, Port of Spain.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007), *Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra, pág. 104.
- Maddison, D., M. Manley y P. Kurukulasuriya (2007), “The impact of climate change on African agriculture. A Ricardian approach”, *Policy Research Working Paper*, 4306, Banco Mundial.
- McCarl, B., R. Adams y B. Hurd (2001), *Global Climate Change and its Impact on Agriculture*, inédito.
- Mendelsohn, R., P. Christensen y J. Arellano-González (2009), *Ricardian Analysis of Mexican Farms*, informe al Banco Mundial.
- Mendelsohn, R. (2007), “Past climate change impacts on agriculture, en R. Evenson y P. Pingali (comps.), *Handbook of Agricultural Economics*, vol. 3, 3008-3031.
- Mendelsohn, R. y otros (2007), Climate and rural income, *Climatic Change*, 81:101-118.

- Mendelsohn, R. y S. N. Seo (2007), "Changing farm types and irrigation as an adaptation to climate change in Latin American agriculture", *Policy Research Series Working Paper*, N° 4161, Banco Mundial.
- Mendelsohn, R., A. Dinar y A. Sanghi (2001), "The effect of development on the climate sensitivity of agriculture", *Environment and Development Economics*, 6:85-101.
- Mendelsohn, R., W. Nordhaus y D. Shaw (1994), "The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis", *American Economic Review*, 84:753-771.
- Molua, E. y C. Lambi (2007), *The Economic Impact of Climate Change on Agriculture in Cameroon*, World Bank, Policy Research Working Paper, No. 4364.
- PNUMA (Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2004), "Carpeta de Información sobre el cambio climático", octubre.
- Rosenzweig, C. y M. Parry (1994), "Potential impact of climate change on world food supply", *Nature*, 367: 133-138.
- Santos C. y S. Garcia (2008), "Climate change vulnerability and adaptation assessment for Sugarcane and Citrus". Belize Second National Communication (SNC) Project UNDP, Caribbean Community Climate Change Center.
- Schimmelpfennig, D. y otros (1996), *Agricultural Adaptation to Climate Change: Issues of Long Run Sustainability*, U. S. Department of Agriculture, Natural Resources and Environment Division, Economic Research Service, Washington, D. C.
- Schlenker, W., W. Hanemann y A. Fischer (2006), "The impact of global warming on US agriculture: An econometric analysis of optimal growing conditions", *The Review of Economics and Statistics*, 88 (1): 113-125.
- Seo, S. N. y R. Mendelsohn (2006), "Climate change impacts on animal husbandry in Africa: A Ricardian analysis", *World Bank Policy Research Working Paper*, No. 4621, Washington, D. C.
- \_\_\_\_\_ (2008a), "Measuring impacts and adaptations to climate change: A structural Ricardian model of African Livestock Management", *Agricultural Economics*, 38:151-165.
- \_\_\_\_\_ (2008b), "A Ricardian analysis of the impact of climate change on South American farms *Chilean Journal Of Agricultural Research* 68:1 , pp. 69-79.
- SIB (Statistical Institute of Belize) (2009), Economic Statistics 2000-2008
- \_\_\_\_\_ (2002), Living Standards Measurement Survey (LSMS)
- Sergenson, Kathleen, B. L. Dixon (1998) "Climate change and agriculture: The role of farmer adaptation. Capítulo 3, *The Economics of Climate Change*, R. Mendelsohn y J. Neumann, eds., Cambridge University Press, Cambridge.

Terjung, W.H., D.M. Liverman, y J.T. Hayes (1984). Climate Change and Water Requirements for Grain Corn in the North American Plains, *Climatic Change*, 6: 193-220.

Verbeek, Marno (2005). A Guide to Modern Econometrics, Inglaterra, John Wiley & Sons Ltd,

Warrick, R.A. (1984). The Possible Impacts on Wheat Production of a Recurrence of the 1930's Drought in the Great Plains, *Climatic Change*, 6: 5-26.

**Anexos**

## Anexo I

**CUADRO AI-1**  
**BELICE: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS ESCENARIOS CLIMÁTICOS, 2006-2100**

		Observaciones	Media	Desviación estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Temperatura	A2	95	27,34	1,09	25,50	29,60
	B2	95	27,04	0,73	25,51	28,47
Precipitación	A2	95	1 312,25	285,58	768,66	2 260,22
	B2	95	1 416,69	208,32	1 005,95	2 287,57

## Anexo II

## IMPACTO EN LAS FUNCIONES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIAS

**CUADRO AII-1**  
**BELICE: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:**  
**2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
 ESCENARIO A2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)  
*(En porcentajes acumulados del PIB agropecuario de 2007)*

Año	Producción agropecuaria				Producción agrícola			
	Tasa de descuento (r)				Tasa de descuento (r)			
	0,02	0,04	0,08		0,005	0,02	0,04	0,08
Cambios en temperatura y precipitación								
2020	45,10	41,47	37,43	31,31	35,51	32,43	29,01	23,89
2030	96,37	79,15	62,68	43,07	73,68	60,54	47,91	32,74
2050	145,58	108,39	77,65	47,32	121,78	89,13	62,56	36,90
2070	213,83	138,23	87,84	48,62	188,37	118,30	72,54	38,19
2100	498,44	222,79	105,49	49,53	440,20	193,35	88,27	39,00

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO AII-2**  
**BELICE: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:**  
**2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
 ESCENARIO B2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)  
*(En porcentajes acumulados del PIB agropecuario de 2007)*

Año	Producción agropecuaria				Producción agrícola			
	Tasa de descuento (r)				Tasa de descuento (r)			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
Cambios en temperatura y precipitación								
2020	8,46	7,32	6,07	4,21	8,88	7,83	6,67	4,94
2030	42,53	33,61	24,80	13,95	34,01	27,13	20,34	11,96
2050	67,19	47,87	31,85	15,82	58,02	41,13	27,32	13,85
2070	117,38	69,77	39,31	16,78	105,88	62,14	34,55	14,79
2100	224,98	102,83	46,52	17,18	209,66	94,09	41,54	15,19

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO AII-3**  
**BELICE: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: 2006-**  
**2100**

ESCENARIO A2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)  
 (En porcentajes acumulados del PIB agropecuario)

	Producción agropecuaria	Producción agrícola
2011 - 2020	11,87	10,93
2021 - 2030	26,95	20,16
2031 - 2040	9,30	8,77
2041 - 2050	7,49	7,65
2051 - 2060	5,09	5,19
2061 - 2070	7,41	7,06
2071 - 2080	6,57	6,07
2081 - 2090	9,21	8,18
2091 - 2100	9,02	7,83

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO AII-4**  
**BELICE: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:**  
**2006-2100**

ESCENARIO B2 (ECHAM, GFDL, HADGEM)  
 (En porcentajes acumulados del PIB agropecuario)

	Producción agropecuaria	Producción agrícola
2011 - 2020	5,94	5,34
2021 - 2030	19,78	14,44
2031 - 2040	2,18	2,69
2041 - 2050	5,78	5,19
2051 - 2060	3,60	3,81
2061 - 2070	5,57	5,05
2071 - 2080	3,69	3,72
2081 - 2090	3,84	3,57
2091 - 2100	2,48	2,40

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo III**  
**IMPACTO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ, FRIJOL,**  
**CAÑA DE AZÚCAR Y NARANJA**

**CUADRO AIII-1**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA**  
**PRODUCCIÓN DEL MAÍZ COMO PORCENTAJE DEL PIB AGROPECUARIO DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	2,40	2,09	1,75	1,26	0,58	0,50	0,42	0,29
2030	5,04	4,06	3,10	1,91	3,10	2,38	1,69	0,90
2050	15,71	10,35	6,29	2,79	12,03	7,69	4,42	1,67
2070	39,27	20,69	9,84	3,25	32,16	16,57	7,49	2,07
2100	85,26	35,02	13,02	3,44	74,92	29,80	10,40	2,24

Fuente: Elaboración propia.

Nota: r significa tasa de descuento.

**CUADRO AIII-2**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN**  
**DEL FRIJOL COMO PORCENTAJE DEL PIB AGROPECUARIO DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	2,64	2,36	2,06	1,60	1,74	1,57	1,38	1,10
2030	4,43	3,70	2,97	2,04	3,47	2,87	2,27	1,53
2050	9,10	6,50	4,42	2,46	7,21	5,12	3,45	1,87
2070	15,77	9,44	5,44	2,60	12,95	7,67	4,34	1,99
2100	35,57	15,40	6,71	2,66	23,23	10,86	5,04	2,03

Fuente: Elaboración propia.

Nota: r significa tasa de descuento.

**CUADRO AIII-3**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN**  
**DE CAÑA DE AZÚCAR COMO PORCENTAJE DEL PIB AGROPECUARIO DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	-8,55	-7,75	-6,85	-5,52	-9,72	-8,84	-7,86	-6,39
2030	-12,13	-10,40	-8,64	-6,36	-11,57	-10,23	-8,81	-6,86
2050	-12,97	-10,98	-8,98	-6,46	-10,55	-9,68	-8,58	-6,81
2070	0,55	-5,34	-7,18	-6,26	8,89	-1,20	-5,68	-6,44
2100	126,74	31,83	0,47	-5,88	64,65	15,98	-1,93	-6,23

Fuente: Elaboración propia.

Nota: r significa tasa de descuento.

**CUADRO AIII-4**  
**BELICE: IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN**  
**DE NARANJAS COMO PORCENTAJE DEL PIB AGROPECUARIO DE 2007**

Año	A2				B2			
	r				r			
	0,005	0,02	0,04	0,08	0,005	0,02	0,04	0,08
2020	4,20	3,81	3,36	2,66	2,30	2,06	1,80	1,42
2030	7,82	6,48	5,17	3,52	6,92	5,54	4,20	2,60
2050	13,98	10,22	7,14	4,11	14,72	10,28	6,70	3,35
2070	32,66	18,45	9,97	4,48	32,44	18,08	9,39	3,70
2100	99,35	38,49	14,22	4,70	60,06	26,67	11,29	3,81

Fuente: Elaboración propia.

Nota: r significa tasa de descuento.

**CUADRO AIII-5**  
**BELICE: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: 2006-2100**  
 ESCENARIO A2  
 (En porcentajes acumulados del PIB agropecuario)

	Maíz	Frijol	Caña de Azúcar	Naranja
2011 - 2020	1,44	1,33	- 4,34	2,14
2021 - 2030	1,43	0,97	- 1,91	1,93
2031 - 2040	1,78	0,94	- 0,19	1,30
2041 - 2050	1,82	0,69	- 0,18	0,90
2051 - 2060	2,02	0,62	0,34	1,71
2061 - 2070	2,34	0,63	1,92	1,76
2071 - 2080	1,93	0,57	2,55	1,95
2081 - 2090	1,44	0,63	4,15	2,03
2091 - 2100	1,03	0,57	4,12	1,97

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO AIII-6**  
**BELICE: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: 2006-2100**  
**ESCENARIO B2**

(En porcentajes acumulados del PIB agropecuario)

	Maíz	Frijol	Caña de Azúcar	Naranja
2006 - 2010	0,049	0,560	-3,619	0,773
2011 - 2020	0,382	0,861	-4,451	1,080
2021 - 2030	1,357	0,950	-1,013	2,556
2031 - 2040	1,545	0,739	-0,194	1,657
2041 - 2050	1,519	0,576	0,470	1,132
2051 - 2060	1,859	0,575	1,533	1,621
2061 - 2070	1,901	0,512	2,024	1,675
2071 - 2080	1,668	0,407	1,969	1,171
2081 - 2090	1,389	0,338	1,994	0,822
2091 - 2100	1,011	0,230	1,253	0,641

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Debido a la sobreestimación que se puede presentar en las estimaciones, la suma de los efectos no es el total de los efectos referentes a los cultivos. Asimismo, mientras estos cultivos presentan pérdidas, puede haber algunos que presenten ganancias como podría ser el caso de las frutas tropicales.