

Ministerio de Ambiente y Energía
Instituto Meteorológico Nacional

Tercera Comunicación Nacional

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COSTA RICA *Granos básicos*



COSTA RICA, 2014

Al servicio
de las personas
y las naciones

Ministerio de Ambiente y Energía
Instituto Meteorológico Nacional

Tercera Comunicación Nacional

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COSTA RICA *Granos básicos*



COSTA RICA, 2014

Al servicio
de las personas
y las naciones

363.738.74

C8375-t Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía
Tercera Comunicación Nacional. Seguridad alimentaria
y el cambio climático en Costa Rica: granos básicos / José
Alberto Retana Barrantes... [et al.] ; Ministerio de Ambiente
y Energía ; Instituto Meteorológico Nacional : MINAE, IMN,
GEF, PNUD, 2014.
96 p., il. col. ; 28 cm.

Autores: José Alberto Retana Barrantes, Roberto
Villalobos Flores, Luis Fernando Alvarado Gamboa, Nury
Sanabria Valverde y Johan Córdoba Peraza.

ISBN: 978-9977-50-113-0

1. Seguridad alimentaria. 2. Cambio climático.
3. Granos básicos 4. Sector agropecuario 5. Gestión del
riesgo. 6. Costa Rica. I. Retana Barrantes, José Alberto.
II. Instituto Meteorológico Nacional (Costa Rica). III. Título.

© Ministerio de Ambiente y Energía
© Instituto Meteorológico Nacional
www.imn.ac.cr | imn@imn.ac.cr

ISBN: 978-9977-50-113-0

Autores:

José Alberto Retana Barrantes
Roberto Villalobos Flores
Luis Fernando Alvarado Gamboa
Nury Sanabria Valverde
Johan Córdoba Peraza

Edición:

Gladys Jiménez Valverde
Ana Rita Chacón Araya

Revisión filológica:

Thaís Aguilar Zúñiga

Colaboradores:

William Murillo Montero
Rodolfo Dávila Picado
Johnny Solano Quintero
Karina Hernández Espinoza
Manuel Solera Flores
Estefanía Jiménez Rodríguez
Freddy Calderón Cubero
Roberto Flores Verdejo

Diseño y diagramación:

Rodrigo Granados Jiménez

De conformidad con la Ley Número 6683 de Derechos de Autor y Derechos
Conexos, es prohibida la reproducción de este libro en cualquier forma
o medio, electrónico o mecánico incluyendo el fotocopiado, grabadoras
sonoras y otros, sin permiso escrito del editor.

Contenido

PRESENTACIÓN	9
I. SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL SECTOR AGROPECUARIO NACIONAL.....	11
1.1. Marco conceptual	11
1.1.1. Seguridad alimentaria	11
1.1.2. Los componentes de la seguridad alimentaria y el cambio climático.....	12
1.1.3. Seguridad alimentaria y origen de los productos	13
1.1.4. Mercados a los cuales accede Costa Rica	14
1.2. Competencia de los nuevos modelos de desarrollo	19
1.2.1. Modelo agropecuario (antes de 1980).....	19
1.2.2. Modelo turístico y ecológico (1980-2000).....	21
1.2.3. Modelo de servicios (2000-2014)	22
1.2.4. Depresión del sector agropecuario.....	23
II. METODOLOGÍA.....	26
2.1. Marco de análisis del riesgo en función de la seguridad alimentaria.....	26
2.2.1. Gestión del riesgo como plataforma de análisis	26
2.2.2. Conceptualización del riesgo.....	27
2.2.3. Estimación de la vulnerabilidad del sector (exposición y sensibilidad).....	28
2.2.4. Estimación de las pérdidas económicas	29
2.2.5. Amenaza actual: horizonte de tiempo en el corto plazo.....	29
III. RIESGO CLIMÁTICO DEL SECTOR GRANOS BÁSICOS	31
3.1. Vulnerabilidad de los granos básicos	31
3.1.1. Exposición.....	31
3.1.2. Sensibilidad	36
3.1.3. Vulnerabilidad integrada.....	42
3.2. Amenaza climática	50
3.2.1. Amenaza actual: el ENOS, laboratorio del posible escenario de cambio climático a corto plazo.....	50
3.2.2. El ENOS como escenario climático más probable en el siglo XXI	50
3.2.3. Futuro cercano (2014-2040).....	54
3.2.4. Escenario climático para Costa Rica en el corto plazo (2014-2040).....	57
3.3. Riesgo climático	60

IV. HACIA LA ADAPTACIÓN	67
4.1. Gestión de riesgo climático: valoración del impacto económico de eventos hidrometeorológicos extremos.....	67
4.1.1. <i>Gestión del riesgo</i>	67
4.1.2. <i>Valoración económica de impactos para gestionar riesgos</i>	68
4.1.3. <i>Matriz de riesgo climático para la planificación</i>	72
4.2. Agua para Guanacaste: proyecto concreto de adaptación ante la variabilidad y cambio climático.....	74
4.2.1. <i>Oferta hídrica en relación con la agricultura en Guanacaste</i>	75
4.2.2. <i>El problema del agua en Guanacaste</i>	76
4.2.3. <i>Dinámicas productivas y necesidades cambiantes en Guanacaste</i>	76
4.2.4. <i>El programa</i>	77
4.2.5. <i>Beneficios</i>	78
4.2.6. <i>Estado actual del programa</i>	79
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. REFERENCIAS	85

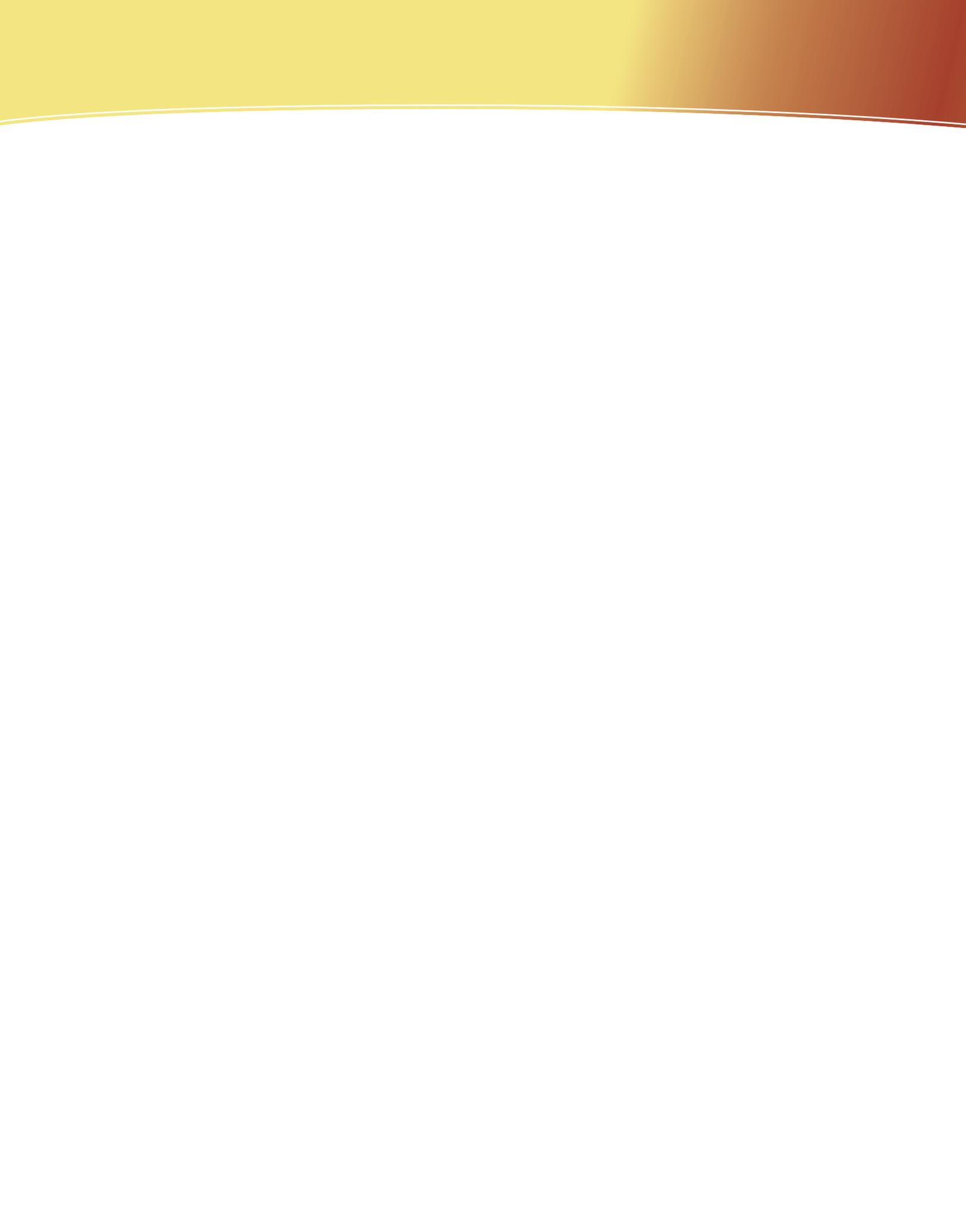
Índice de figuras

Figura 1. Balance porcentual del arroz producido y el arroz importado en Costa Rica.	14
Figura 2. Importación de arroz expresado en porcentaje según país de procedencia	15
Figura 3. Balance porcentual del frijol producido y el frijol importado en Costa Rica.	15
Figura 4. Importación de frijol expresado en porcentaje según país de procedencia.	15
Figura 5. Balance porcentual del maíz producido y el maíz importado en Costa Rica.	16
Figura 6. Importación de maíz expresado en porcentaje según país de procedencia.	16
Figura 7. Posición en la lista de riesgo climático de países de los cuales Costa Rica importa granos básicos.	18
Figura 8. Posición en la lista de índice de desarrollo humano de países exportadores de granos básicos a Costa Rica.	18
Figura 9. Abordaje metodológico de la seguridad alimentaria y el cambio climático	26
Figura 10. Aporte porcentual del área de siembra de granos básicos, por región climática.	32
Figura 11. Aporte porcentual del área de siembra de frijol, por región climática.	32
Figura 13. Promedio del área de siembra de granos básicos según las regiones climáticas de Costa Rica.	33
Figura 12. Promedio del área de siembra de arroz según las regiones climáticas de Costa Rica.	33
Figura 14. Indicador de exposición del cultivo de arroz y maíz.	34
Figura 15. Indicador de exposición del cultivo de frijol	35
Figura 16. Rendimiento promedio de arroz, maíz y frijol durante las diferentes fases de ENOS.	38
Figura 17. Indicador de sensibilidad del cultivo del arroz ante las fases de ENOS	39
Figura 18. Indicador de sensibilidad del cultivo del maíz ante las fases de ENOS.	40
Figura 19. Indicador de sensibilidad del cultivo del frijol ante las fases de ENOS.	41
Figura 20. Vulnerabilidad del cultivo de arroz durante El Niño.	43
Figura 21. Vulnerabilidad del cultivo de arroz durante La Niña.	44
Figura 22. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de arroz durante El Niño	44
Figura 23. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de arroz durante La Niña	45
Figura 24. Vulnerabilidad del cultivo de maíz durante El Niño y La Niña.	46
Figura 25. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de maíz durante El Niño	47
Figura 26. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de maíz durante La Niña	47

Figura 27. Vulnerabilidad del cultivo de frijol durante El Niño y La Niña.....	48
Figura 28. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de frijol durante El Niño y La Niña.....	49
Figura 29. Variación temporal entre 1967 y 2011 de la anomalía de la temperatura mundial.....	52
Figura 30. Serie histórica (1870-2002) de los eventos del ENOS.....	53
Figura 31. Serie de tiempo del índice ONI, correspondiente al promedio trimestral del índice de temperatura del mar en la Región Niño3.4 del Océano Pacífico.....	54
Figura 32. Serie de tiempo del índice Multivariado del ENOS (MEI).....	55
Figura 33. Serie del tiempo del Índice Decadal del Pacífico (PDO).....	56
Figura 34. Serie de tiempo del valor acumulado anual del índice MEI.....	56
Figura 35. Variación horizontal del Índice de Precipitación Estandarizada (IPE) correspondiente al evento de El Niño durante el trimestre julio-setiembre.....	59
Figura 36. Variación horizontal del Índice de Precipitación Estandarizada correspondiente al evento de La Niña durante el trimestre julio-setiembre.....	59
Figura 37. Riesgo climático para el cultivo del arroz durante años El Niño.....	61
Figura 38. Riesgo climático para el cultivo del arroz durante años La Niña.....	62
Figura 39. Componentes de riesgo del cultivo de arroz durante El Niño y La Niña.....	62
Figura 40. Riesgo climático para el cultivo del maíz durante años El Niño y La Niña.....	63
Figura 41. Componentes de riesgo del cultivo de maíz durante El Niño y La Niña.....	64
Figura 42. Riesgo climático para el cultivo de frijol durante El Niño y La Niña.....	65
Figura 43. Componentes de riesgo del cultivo de frijol durante El Niño y La Niña.....	66
Figura 44. Impactos económicos acumulados en el sector agropecuario de las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica.....	69
Figura 45. Impactos económicos por cultivo durante tres eventos de sequía.....	70
Figura 46. Impactos económicos acumulados en granos básicos, por cantón durante las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica.....	70
Figura 47. Impactos económicos de la sequía del 2001 en Centroamérica.....	81
Figura 48. Impactos económicos de la sequía 1997-1998 en relación con el porcentaje de reducción de lluvia.....	82
Figura 49. Esquema de la gestión de riesgo climático para medidas de adaptación.....	84

Índice de cuadros

Cuadro 1. Algunas características sobre riesgo climático de los principales países de los cuales Costa Rica importa granos básicos.....	17
Cuadro 2. Cantones de mayor exposición, periodo 1980-2012	35
Cuadro 3. Cantones de mayor sensibilidad, periodo 1980-2012.....	42
Cuadro 4. Cantones de mayor vulnerabilidad integrada, periodo 1980-2012	49
Cuadro 5. Balance anual de las lluvias durante los eventos extremos del ENOS (El Niño y La Niña) en la Vertiente del Pacífico. IND = no hay un patrón dominante a escala anual.....	57
Cuadro 6. Estimación de pérdidas y ganancias económicas con base en el rendimiento regional de arroz durante eventos El Niño y La Niña	71
Cuadro 7. Estimación de pérdidas y ganancias económicas con base en el rendimiento regional de maíz durante eventos El Niño y La Niña.....	71
Cuadro 8. Estimación de pérdidas y ganancias económicas con base en el rendimiento regional de frijol durante eventos El Niño y La Niña.....	72
Cuadro 9. Matriz de riesgo climático durante eventos El Niño para los granos básicos.....	73
Cuadro 10. Matriz de riesgo climático durante eventos La Niña para los granos básicos.....	74



Presentación

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) presenta el estudio “Seguridad alimentaria y el cambio climático en Costa Rica”, en el cual se analizan algunas relaciones importantes entre la seguridad alimentaria, el comercio agrícola internacional y el cambio climático, a través de la investigación de tres cultivos principales de la canasta básica costarricense; arroz, frijol y maíz. Para ello, se analizan las principales interrelaciones que hay entre estos temas a la luz de los impactos de las fases del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), mejor conocido como EL Niño y La Niña.

Estos temas están relacionados entre sí, de manera tal que cada uno tiene implicaciones sobre el otro. Así, la seguridad alimentaria se vincula con el comercio nacional e internacional a través de la oferta de alimentos y los precios a los que se ofrecen, y por la capacidad o no que tengan los países para autoabastecerse.

El cambio climático también se vincula con seguridad alimentaria, ya que la agricultura aparece como un importante generador de gases de efecto invernadero, los cuales afectan negativamente los cultivos debido al aumento de la temperatura y la mayor variabilidad de las precipitaciones. A esto se suma, el hecho de que el proceso de comercialización agrícola demanda el transporte de grandes volúmenes de producción y de agroquímicos, lo que por ende, incrementa el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, resultando en una mayor intensidad y severidad de eventos hidrometeorológicos extremos, los cuales pueden generar barreras y desafíos que afectan la seguridad y soberanía alimentaria, sobre todo porque los cambios en la variabilidad climática, como por ejemplo los inducidos por el ENOS, tienen una implicación directa sobre la estabilidad del sistema de producción de alimentos. Una mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos como las sequías e inundaciones supondrían una gran amenaza para la estabilidad alimentaria, independientemente de que estos fenómenos tuvieran un impacto doméstico o en el mercado de alimentos a nivel mundial.

Al considerar la vulnerabilidad global, también los países a partir de los cuales importamos parte de nuestra canasta básica, se enfrentan a una mayor frecuencia y magnitud de riesgos de producción, aumentando así las posibilidades de emergencias alimentarias, razón de más para que la soberanía alimentaria tome mayor relevancia.

A pesar de esta realidad, con frecuencia algunos tomadores de decisión a veces se olvidan que los proyectos que ayudan a los países a aumentar su resi-

liencia al cambio climático, pueden ser también vinculantes para promover una mejor gobernabilidad que reduzca la pobreza y la seguridad alimentaria en los países en vías de desarrollo como el nuestro.

Agradezco el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Global; a la coordinación por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; así como a la información estadística provista por el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la elaboración de este estudio. Asimismo, deseo transmitir el reconocimiento a los autores y colaboradores, funcionarios todos del IMN: José Alberto Retana Barrantes, Luis Fernando Alvarado Gamboa, Nury Sanabria Valverde, Johan Córdoba Peraza, Roberto Villalobos Flores, Johnny Solano Quintero, Karina Hernández Espinoza, Manuel Solera Flores, Estefanía Jiménez Rodríguez, Freddy Calderón Cubero, Rodolfo Dávila Picado, y a todos aquellos que colaboraron en la revisión, edición y publicación de este documento.



JUAN CARLOS FALLAS SOJO
Director General IMN

Seguridad alimentaria y el sector agropecuario nacional

I.

1.1. MARCO CONCEPTUAL

1.1.1. Seguridad alimentaria

El término seguridad alimentaria tiene varias definiciones y conceptualizaciones. Sin embargo, existe una referencia que sirve de base para compromisos internacionales y reconocimiento general. En 1996 se celebró en Roma la Cumbre Mundial sobre Alimentación, con la participación de 186 países. En ella se estableció que “existe seguridad alimentaria cuando las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias en cuanto a alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana” (FAO, 2000).

A partir de este momento, la conceptualización sobre seguridad alimentaria empieza a sufrir procesos de desarrollo, no solo en pensamiento, sino en operatividad. De acuerdo con Gordillo de Anda y Jiménez (2004), la polémica sobre la oferta y la demanda de alimentos, que en un principio era el eje central del término, se extiende y profundiza al surgir nuevas preocupaciones sobre factores tan variados como las características de los nuevos sistemas alimentarios, la biotecnología y los efectos en la salud humana, los procesos políticos sobre producción agropecuaria y el entorno comercial mundial, entre otros.

La seguridad alimentaria deja de ser un concepto alrededor de la oferta y demanda de alimentos, para evolucionar a un tema complejo que es parte del componente de seguridad y desarrollo integral del ser humano. De esta forma, la seguridad alimentaria está ligada tanto a contextos socioeconómicos como la pobreza, nutrición, desarrollo y seguridad civil; como a situaciones de identidad y política de estado como lo es la libre elección que tienen los pueblos de producir y consumir los alimentos que respondan a sus necesidades nutricionales, culturales e históricas.

En Costa Rica, la Política Nacional 2011-2021 sobre el tema, basada en los Sistemas de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SSAN) y promovida por el Ministerio de Salud (MINSAL, 2011), procura un enfoque integral, aunque claramente parte de la base de salud nutricional. De hecho, para la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el antónimo de la seguridad alimentaria, la inseguridad alimentaria, tiene una connotación exclusivamente nutricional. Según la FAO (SICIAV, 2000) la inseguridad alimentaria se da en personas desnutridas debido a la indisponibilidad material de los alimentos, por falta de acceso o consumo. Las personas expuestas son aquellas que no pueden satisfacer sus necesidades energéticas (calorías). Este es el eje que a nivel nacional define la política y la interpreta a partir de cuatro componentes fundamentales: la disponibilidad de alimentos, ya sean de origen nacional o internacional, el acceso a esos alimentos por parte de la población, el consumo que está influenciado por la condición social, económica y cultural de la población, y por último, la utilización biológica de los alimentos, que se interpreta desde la base fisiológica de la ingesta, el estado nutricional del consumidor y la calidad nutritiva de los alimentos.

1.1.2. Los componentes de la seguridad alimentaria y el cambio climático

De acuerdo con la definición de seguridad alimentaria propuesta en la Cumbre Mundial de Alimentos (FAO, 2000), existen tres componentes que deben ser analizados desde la perspectiva del cambio de clima: acceso, alimentos y necesidades alimentarias.

Acceso. Se refiere a la posibilidad física y económica de obtener alimentos en todo momento. Este se convierte en un tema de índole socioeconómico. En principio, aquellas personas que no cuenten con los recursos necesarios para acceder a los alimentos, serán el grupo poblacional más afectado. En el marco de cambio climático, estudios recientes del Instituto Meteorológico Nacional (Retana, Araya, C., Sanabria, Alvarado, Solano, Barrientos, Solera, Alfaro y Araya, D. 2011), han identificado la población de más alto riesgo de sufrir impactos por eventos hidrometeorológicos extremos. Algunas características son su alta vulnerabilidad, son desposeídos, de bajo desarrollo humano, faltos de oportunidades y recursos, asociados a limitaciones en infraestructura, vivienda, servicios y salario digno. Se cuentan entre ellos los grupos bajo la línea de pobreza y los marginados, como por ejemplo las poblaciones indígenas o las minorías con alguna discapacidad física.

Sin embargo, a la luz de los escenarios futuros de clima, existe una razón preocupante de que este grupo se extienda a la gran mayoría de la población, y no necesariamente por razones económicas. El impacto de eventos extremos en un sistema vulnerable como el agrícola, puede ser altamente significativo bajo dos condiciones convergentes: (i) si la vulnerabilidad se acumula debido a una mala o ausente planificación y baja inversión; y (ii) si la amenaza impacta en forma más frecuente, impidiendo la reconstrucción del sistema. Este escenario es posible y podría comprometer la oferta de algunos alimentos en periodos prolongados de tiempo. Un eventual desabastecimiento del mercado nacional afectaría a todos los grupos poblacionales aún y cuando posean los recursos suficientes para comprar. El problema no sería el dinero, sino el suministro. En este caso se da una paradoja interesante: la agricultura de subsistencia o de autoconsumo, hoy transformada técnicamente en agricultura familiar (AF) (Vargas y Chaves, 2011; MAG, 2011) y que históricamente ha sido uno de los complementos de los pequeños productores donde se encuentran los mayores índices de vulnerabilidad y pobreza (Estado de la Nación, 2009), podría convertirse en la actividad que haga la diferencia entre poseer o no una seguridad alimentaria básica en la familia. Se puede prever que el mayor problema en este sentido se presentaría en los núcleos urbanos densamente poblados, donde el acceso a alimentos se concentra principalmente en los centros de comercio. Fuera de estos centros, el acceso a alimentos es casi nulo. Un ejemplo de esta situación se ha observado durante sequías que han provocado racionamientos de agua en sectores altamente poblados, creando caos y protestas comunales que desembocan en violencia. Esto sucedió en localidades de Cartago, Heredia y San José durante la sequía del 2012-2013 provocada por el fenómeno El Niño (Ulate, 2013).

Alimentos. Se refiere a la característica de calidad e inocuidad. El flujo de estos alimentos al mercado debe ser continuo, con buenas características nutritivas, libre de contaminantes, adulterantes, toxinas y otras sustancias que puedan hacer nocivo el alimento (MINSA, 2011). Bajo condiciones ambientales adversas, como las proyectadas para el clima futuro, la calidad e inocuidad de algunos alimentos pueden verse afectados.

No solo existe un efecto fisiológico directo provocado por el mal tiempo y el efecto indirecto que hace que un producto baje su calidad o inocuidad, se da por problemas de almacenamiento referido

a exceso de temperatura o humedad, retraso en la comercialización debido al deterioro de la red vial por el impacto de un evento extremo, ausencia o coincidencia de productos complementarios debido a cambios en la estacionalidad del clima, aumento de plagas y enfermedades, imposibilidad de cosecha asociadas a inundaciones y sequías retardando su salida a mercado. Todos estos factores pueden deteriorar el material de consumo.

Satisfacer las necesidades. Los requerimientos nutricionales de los individuos deben ser satisfechos por la dieta y además deben ser satisfechas también sus preferencias alimentarias. Por tanto no es solo la parte nutritiva sino la cultural. Es la historia ancestral que se esconde tras un producto agrícola o pecuario que va desde la siembra del cultivo, pasando por el rito social de preparación (recetas, reunión familiar y socialización del alimento) y el aporte al valor social alrededor de la mesa.

En forma general, el desarrollo histórico de las culturas y las particularidades en los estilos de vida se han fundamentado en dos aspectos: el agua y la agricultura de cereales y granos. En Mesoamérica el maíz, en África el sorgo, en Asia el arroz y en Europa el trigo (Montiel 1983). Estos granos y cereales no solo han condicionado su dieta, sino que han tejido su historia y parte de su cultura. Alteraciones en el clima que impacten significativamente la producción de estos alimentos base, pueden alterar el orden nutritivo y hasta el patrón cultural. De acuerdo con estudios paleoclimáticos, alteraciones del clima pasado han provocado no solo inseguridad alimentaria en pueblos y civilizaciones enteras, sino que han generado desarraigo cultural por la migración forzada, detonando situaciones de colapso y hasta desaparición de culturas enteras (Manzanilla, 1997; Bindford, et al. 1997; Lal, 2011).

De acuerdo con la definición de referencia, tanto el acceso, la calidad de los alimentos y su aporte nutricional y cultural, sirven para que los individuos se desarrollen y mantengan una vida activa y sana. Bajo las consideraciones antes citadas, la variabilidad climática y el calentamiento actual del planeta es uno de los principales factores que ponen en riesgo la seguridad alimentaria de los pueblos alrededor del mundo, ya que influyen decididamente en estas tres características.

1.1.3. Seguridad alimentaria y origen de los productos

El concepto de seguridad alimentaria no obliga al autoabastecimiento, solo procura el acceso oportuno a bienes alimenticios de probada calidad nutritiva. Por tanto, no importa de dónde vengán los productos si estos son accesibles a todos, son nutritivos y permiten llevar una vida sana. En el contexto del cambio climático, el origen de los alimentos tiene importancia en el tanto que explique la vulnerabilidad y promueva la adaptación del sector. Por ejemplo, si la alimentación de un pueblo depende totalmente del mercado internacional, la vulnerabilidad de este pueblo puede aumentar si eventos extremos del clima hacen disminuir la oferta de productos en los países origen de las importaciones o bien por la distorsión de precios ante la escasez de alimentos. Un ejemplo reciente se dio durante la crisis por sequía en el sureste norteamericano en el 2012-2013. Debido a este fenómeno, las pérdidas en maíz y trigo fueron tales que se distorsionaron los precios internacionales de granos y cereales, afectando el abastecimiento y el precio local de algunos productos, sobre todo leche, carne y huevos (Barquero, 2012; Tripier, 2013). Por el contrario, el abastecimiento a partir de la producción nacional puede significar una medida de adaptación cuando los extremos climáticos resulten más frecuentes en otras naciones.

En el caso de Costa Rica, la reducción significativa de áreas de producción sobre todo en lo que a granos básicos se refiere, la dependencia de mercados externos ligados a convenios y tratados internacionales, el auge del componente de servicios como motor de la economía y la depresión sostenida del sector agroproductivo nacional, son algunos de los factores que se evalúan alrededor de la seguridad alimentaria de nuestro país. La polémica es si debemos o no ser autosuficientes o si realmente disfrutamos de una soberanía alimentaria plena (Chaves, 2007; COECOceiba-AT, 2008). En la Cumbre Mundial sobre Alimentos en 1996, se conceptualizó la soberanía alimentaria como el derecho de los pueblos, de sus países o uniones de Estados, a definir su política agraria y alimentaria, sin *dumping* frente a terceros países (Chaves 2007).

1.1.4. Mercados a los cuales accede Costa Rica

Las existencias de granos básicos en Costa Rica provienen del mercado local y del mercado internacional. El mayor socio comercial de Costa Rica en bienes agrícolas y pecuarios es Estados Unidos de América. En lo que respecta a las importaciones de granos básicos (arroz, maíz y frijoles), además de Estados Unidos, se suma una veintena de países de América, Europa y Asia principalmente. Sin embargo, el 95% de la importación de granos básicos en los últimos seis años provienen de solo siete países: Estados Unidos (arroz, frijol y maíz), El Salvador (arroz), Colombia (arroz), Nicaragua (frijol), China (frijol), Guatemala (maíz) y México (maíz).

En el caso del arroz, Costa Rica produce el 66% del grano que se consume y se importa el 34%, de acuerdo con la información oficial de MAG-SEPSA (2013) para el periodo comprendido entre 1998 y el 2011 (Fig.1).

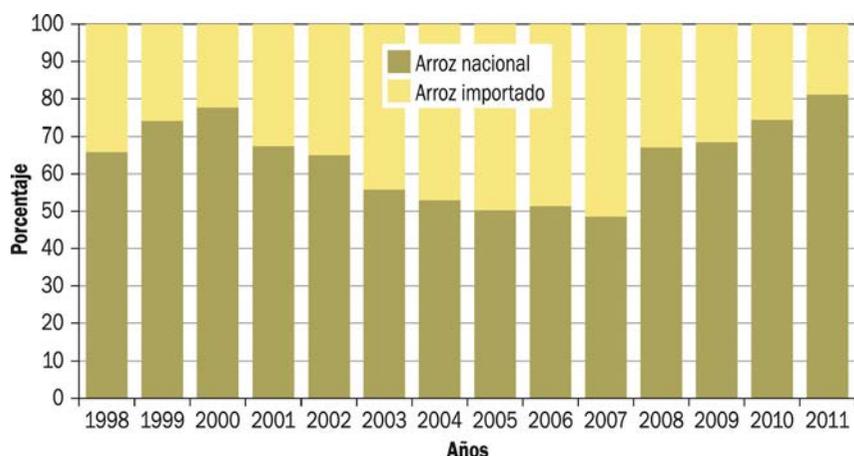


Figura 1. Balance porcentual del arroz producido y el arroz importado en Costa Rica.

Tal y como se presenta en la figura 2, prácticamente la totalidad de las importaciones de arroz en Costa Rica en los últimos seis años proviene de los Estados Unidos (98,8%). Colombia y El Salvador aportan el 0,53%. El resto viene de países muy variados y su aporte no es significativo.

En el caso del frijol, de acuerdo con la información oficial de MAG-SEPSA (2013) para el periodo comprendido entre 1998 y el 2011, Costa Rica produce el 27% del grano que consume e importa el 73% (Fig.3).

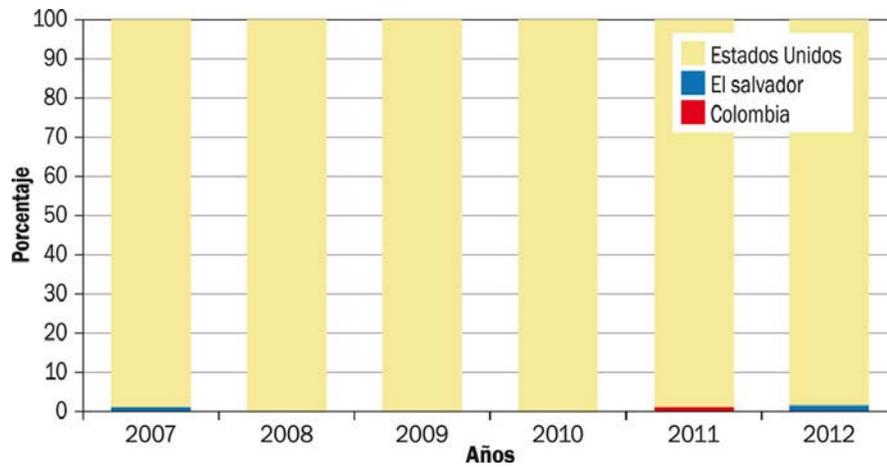


Figura 2. Importación de arroz expresado en porcentaje según país de procedencia. Fuente de los datos: PROCOMEX

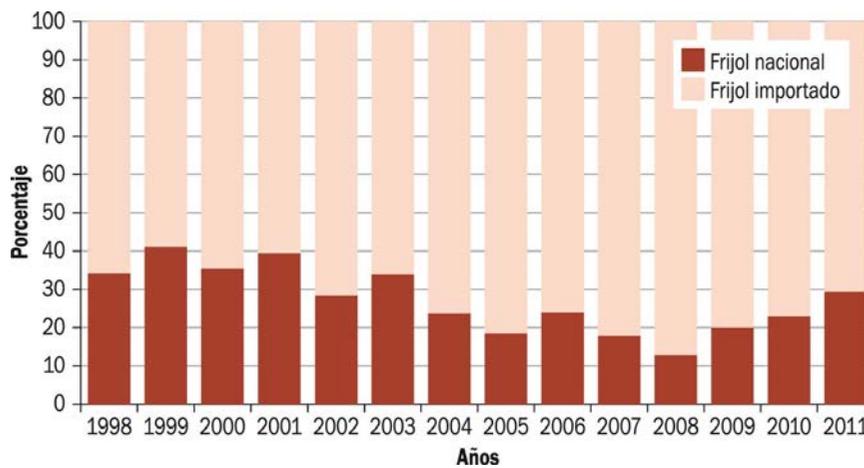


Figura 3. Balance porcentual del frijol producido y el frijol importado en Costa Rica.

Las importaciones de frijol en los últimos seis años se reparten entre Estados Unidos (84,6%), China (8,9%) y Nicaragua (4,7%). En estos tres países se resume el 98,2% de las importaciones tal y como se presenta en la figura 4.

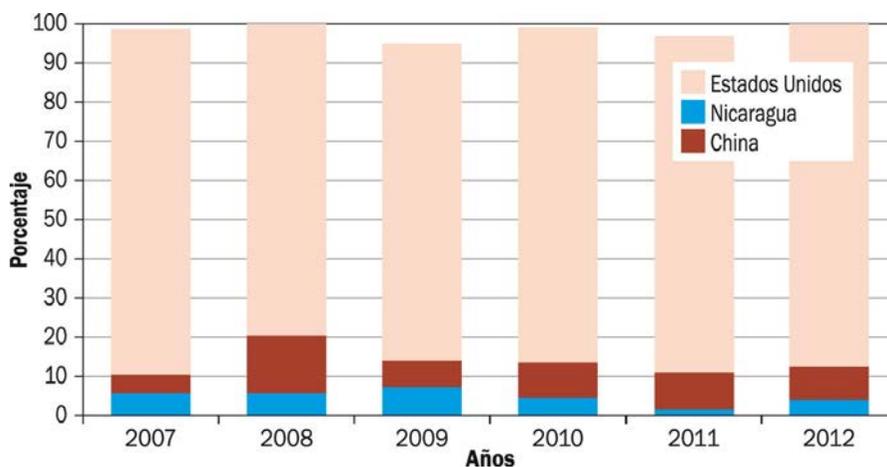


Figura 4. Importación de frijol expresado en porcentaje según país de procedencia. Fuente de los datos: PROCOMEX

El 31% del maíz consumido se produce en Costa Rica, mientras que el 69% es importado, de acuerdo con los datos oficiales MAG-SEPSA (2013) para el periodo 1998-2011, tal y como se aprecia en la figura 5.

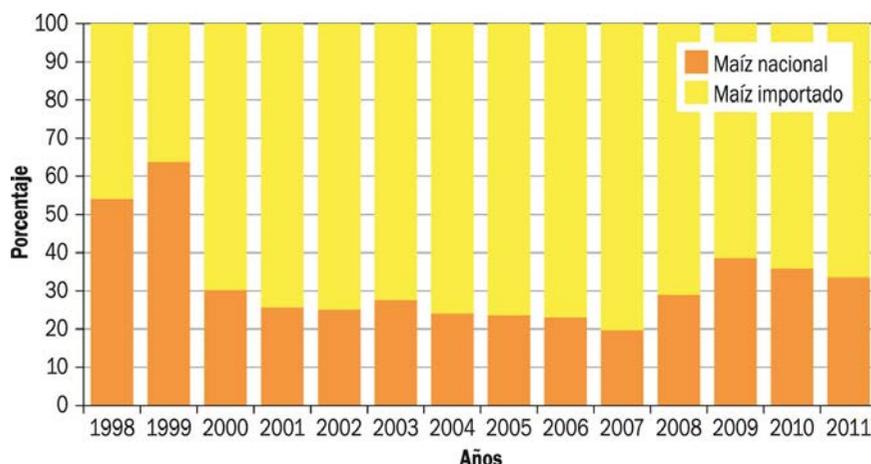


Figura 5. Balance porcentual del maíz producido y el maíz importado en Costa Rica.

El 98,8% de la importación de maíz, proviene de tres países: Guatemala (43,6%), Estados Unidos (33,6%), y recientemente México (21,6%). En la figura 6 se presenta la evolución de la cuota desde el 2007 y hasta el 2012.

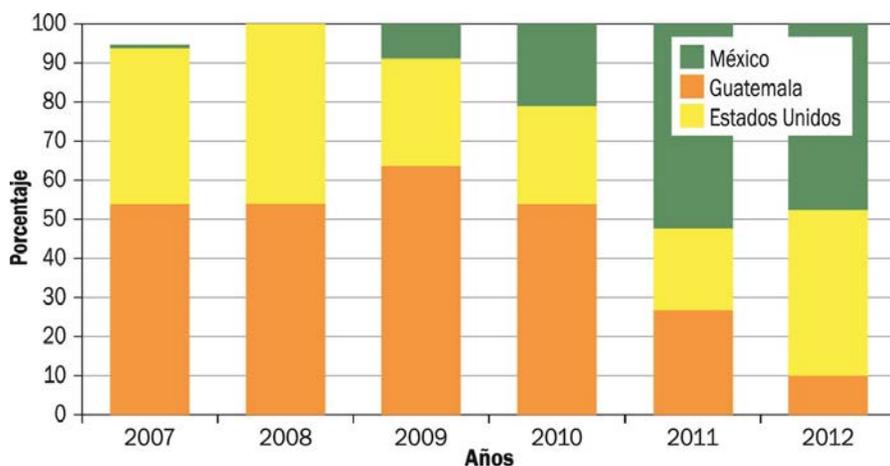


Figura 6. Importación de maíz expresado en porcentaje según país de procedencia. Fuente de los datos: PROCOMEX

De acuerdo con la información analizada para el periodo 1998-2011, en promedio, el 61% de los granos básicos que consumimos proviene de mercados externos. La seguridad alimentaria de Costa Rica de estos alimentos está en manos de países tan cercanos como Nicaragua o tan lejanos y exóticos como China.

En el cuadro 1 se resumen características de los países de donde provienen las principales importaciones de granos básicos de acuerdo con el periodo de análisis.

Cuadro 1. Algunas características sobre riesgo climático de los principales países de los cuales Costa Rica importa granos básicos

País	Índice de riesgo climático 2011*	Índice de desarrollo humano 2013**	Eventos extremos reportados recientemente
China	15	100	2011. Mayores lluvias extremas de los últimos 30 años. 80 personas fallecidas, un millón de personas evacuadas, \$600 millones de daños (AP, 2011).
Colombia	94	91	2010. Lluvias extremas durante el periodo invernal. 150 personas fallecidas, 1.3 millones de damnificados. \$150 millones para recuperación.
El Salvador	17	107	2011. Lluvias torrenciales ocasionadas por la doceava depresión tropical. 34 personas fallecidas, 500 mil afectados. \$840 millones (CEPAL, 2011a).
Estados Unidos	34	3	2012. Lluvias torrenciales a partir de la tormenta Sandy. 106 personas muertas, \$50 000 millones de pérdidas. (EFE, 2012).
Guatemala	20	133	2011. Lluvias torrenciales ocasionadas por la doceava depresión tropical. 36 personas fallecidas, 254 mil afectadas. \$343 millones en pérdidas económicas. (CEPAL,2011b).
Nicaragua	4	129	2008. Lluvias torrenciales por el paso del huracán Felix. 130 personas fallecidas, 40.000 personas sin hogar, \$750 millones en pérdidas. (RT, 2013).
México	45	61	2005. Lluvias torrenciales por el paso del huracán Stan. 16 personas fallecidas, más de 2.500 viviendas arrasadas. \$228 millones en pérdidas (El Universal, 2013).
Costa Rica	61	62	2011. Lluvias torrenciales ocasionadas por la doceava depresión tropical. 28 personas fallecidas y las mayores pérdidas económicas en la historia: \$40 millones (Alfaro, 2011).

*Harmeling, 2013. Entre más cercano a 1, mayor riesgo.

**PNUD. 2013. Entre más cercano a 1, mejores condiciones humanas.

El Índice de Riesgo Climático Global desarrollado por la ONG independiente Germanwatch es un análisis basado en datos disponibles sobre el impacto social y económico de los fenómenos atmosféricos. Se basa en registros históricos de impactos directos (pérdidas y muertes) e indica un nivel de exposición y vulnerabilidad a eventos extremos de los países. De acuerdo con el historial del índice (1990-2009), se puede jerarquizar los diferentes países según su nivel de riesgo histórico. De esta forma, aquellos países que encabezan la lista, muestran una mayor exposición y vulnerabilidad ante eventos extremos, que aquellos países de posiciones lejanas a los primeros lugares. En la figura 7 se presenta la posición de los países que exportan granos básicos a Costa Rica. El total de la lista se compone de 169 países.

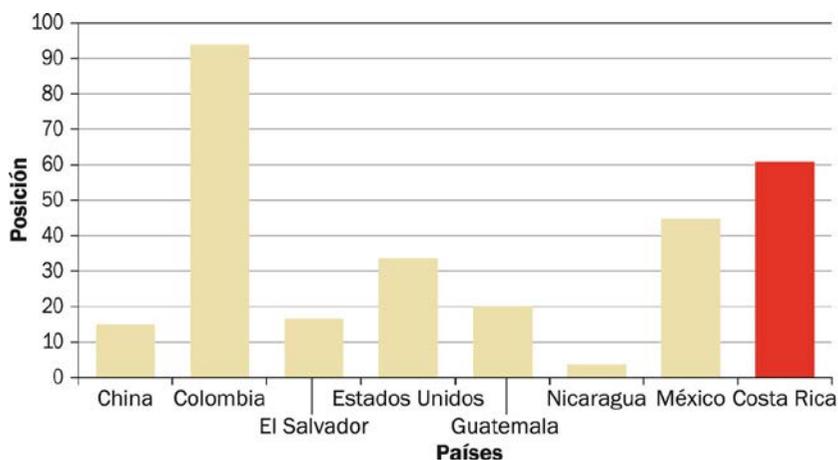


Figura 7. Posición en la lista de riesgo climático de países de los cuales Costa Rica importa granos básicos. (Fuente de los datos: Harmeling, 2013)

Como se puede apreciar, solo Colombia presenta una menor exposición y vulnerabilidad ante eventos extremos del clima. El resto de países de los cuales Costa Rica importa un alto porcentaje de granos básicos presentan un mayor riesgo de pérdidas a causa de eventos hidrometeorológicos. La seguridad alimentaria de Costa Rica descansa en países con mayor riesgo en lo que a clima se refiere.

En cuanto a las condiciones de vida, el Índice de Desarrollo Humano propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), resume tres características de una población: educación, salud y nivel de vida. Este índice enlista los países miembros de la ONU y que desean que sus estadísticas sean reveladas. Aquellos países que se encuentra a la cabeza de la lista tienen mejores condiciones que los que se encuentran en los últimos lugares. En la figura 8 se presenta la posición de los países que exportan granos básicos a Costa Rica. El total de la lista al 2013 fue de 186 países.

De acuerdo con la figura 8, solo Estados Unidos y México presentan un mejor desarrollo humano que Costa Rica, incluso, el índice entre México y Costa Rica es técnicamente el mismo. El resto de países presentan menores condiciones de desarrollo para una vida digna.

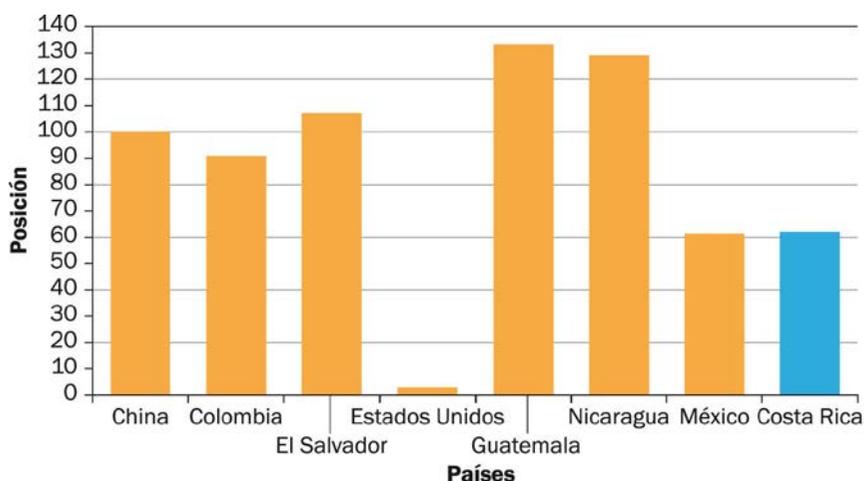


Figura 8. Posición en la lista de índice de desarrollo humano de países exportadores de granos básicos a Costa Rica. (PNUD, 2013).

Las condiciones sociales y económicas de los principales países a los cuales Costa Rica importa arroz, maíz y frijol, con relación al impacto que han tenido debido a eventos hidrometeorológicos extre-

mos, son menores que lo que nuestra realidad nacional presenta. Más del 60% de los granos básicos que consumimos es producido por países más vulnerables y de mayor exposición a los eventos extremos del clima y la seguridad alimentaria de Costa Rica depende de países en mayor riesgo que el nuestro. Una situación de emergencia en estos mercados evidentemente se trasladaría a los países dependientes. El caso más cercano y concreto se dio en el 2012 cuando se presentó en Estados Unidos una de las peores sequías de los últimos 50 años. Debido al fracaso del año agrícola de los cereales, el precio del maíz y sus derivados industriales se elevó significativamente en Costa Rica causando un desequilibrio económico, aumento de precios en productos complementarios y desabastecimiento de productos relacionados. Si los escenarios de cambio climático para esta región se concretizan, tendremos sequías más frecuentes y severas en el gran área productora de cereales del norte de América razón por la cual las condiciones de mercado cambiarían.

1.2. COMPETENCIA DE LOS NUEVOS MODELOS DE DESARROLLO

Para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2010) el desempeño de la agricultura nacional se ha visto influenciado por factores estructurales, políticos y coyunturales. Estructurales tales como la evolución en la producción sectorial del país, políticos como las medidas y directrices que los gobiernos toman con respecto al sector agropecuario, y coyunturales, como el clima. El desempeño en la producción puede ser bueno, regular o malo de acuerdo con múltiples factores. Sin embargo, la seguridad alimentaria obedece a una cuestión de planificación y orden, prioridades y ventajas, necesidades y compromisos. Por tanto, la seguridad alimentaria de Costa Rica se vincula más a los diferentes modelos de desarrollo que han intentado conducir al país hacia una zona de mayor oportunidad y recursos.

Según MAG-GFA (2010), en América Latina se han utilizado diferentes modelos de desarrollo económico y social que van desde el desarrollismo y el populismo, hasta el liberalismo, el neoliberalismo y el socialismo. La huella de estos modelos sobre el uso de la tierra ha sido variada. En nuestro país, es posible distinguir al menos tres épocas de acuerdo con la evolución de alguno de los componentes sectoriales del Producto Interno Bruto (PIB). El primero es el modelo tradicional agropecuario, heredado de la colonia y que ha sufrido varios cambios en su camino histórico; se podría situar su fin en la década de los 80. Un segundo periodo marcado por el fortalecimiento de la industria turística y que vive su principal expansión a partir del turismo ecológico a fines del siglo pasado. Un tercer periodo muy reciente, es el que acompaña la primera década de este siglo, donde los indicadores hablan de un marcado avance de la venta de servicios como el principal motor económico en los últimos años, sobrepasando incluso la agroindustria y el turismo mismo (Barquero, 2013; Rodríguez y Cisneros, 2012). Cada uno de estos tres capítulos ha influido decididamente en la seguridad alimentaria de Costa Rica.

1.2.1. Modelo agropecuario (antes de 1980)

La seguridad alimentaria en nuestro país (por lo menos hasta la segunda mitad del siglo XX), ha estado basada en la herencia de dos periodos históricos: el prehispánico y el periodo colonial. La Costa

Rica precolombina nos heredó el maíz, los frijoles, la yuca, el cacao, el tabaco, el algodón, los frutales y las plantas medicinales. Antes del año 1500, se estima que entre el 1 y el 2% del territorio nacional había sido deforestado para dedicarlo a una agricultura comunal (Jiménez, 2003). La agricultura de tumba, quema y roza, junto con la madera, el agua, la pesca y la caza que proporcionaba el bosque, dieron seguridad de alimentación por miles de años a nuestros antepasados precolombinos.

El periodo colonial trae no solo el arroz, el trigo, la avena, la cebada, la papa, los caballos y los bovinos; sino también la rueda, la tracción y el riego agrícola que eran parte de la técnica mediterránea del cultivo de la tierra. Los colonos, primero y los criollos luego, basan su seguridad alimentaria en la combinación de prácticas y la formulación de una nueva dieta.

Los dos tipos de agricultura, las dos dietas y las dos culturas convergen en la historia y escriben nuestra herencia agrícola, la base de nuestra alimentación actual y mucho del ser costarricense.

La producción y consumo nacional de esta base alimentaria ha sufrido cambios de acuerdo con las políticas y los momentos históricos. A mediados del siglo XVIII se inicia la colonización de las tierras hacia el oeste del Valle Central. El costarricense expande la frontera con los productos precolombinos y españoles que ya son tradicionales. Los gobiernos de turno procuran mejoras en caminos y se da pie para el establecimiento de la gran franja cafetalera que en el futuro se convertirá en uno de los más importantes motores de desarrollo del país (Rojas, 1997). Para mediados del siglo XIX los gobiernos promueven la atracción de capitales extranjeros por medio de concesiones para colonizar zonas poco habitadas y buscar la salida del café hacia los puertos. De acuerdo con el censo de población, en 1950 Costa Rica contaba apenas con 800 mil habitantes (CCP, 2013). A partir de ese momento se inicia todo un capítulo agrícola nacional con la construcción del ferrocarril al Atlántico y la expansión bananera (MAG-GFA, 2010). El café y el banano se convierten en la principal fuente de ingresos para Costa Rica, por lo que las políticas agrícolas se dirigen al desarrollo y el mantenimiento de estos productos en detrimento de otros. A pesar de esto, los cultivos de granos básicos, tubérculos y hortalizas logran subsistir permitiendo que la base alimentaria nacional e histórica se mantenga y se fortalezca con el tiempo.

Para la primera mitad del siglo XX, el esquema productivo de Costa Rica presenta una economía enteramente agrícola basada en los cultivos de banano y café. La seguridad alimentaria del país descansa en el campesino, en el productor nacional colonizador de tierras. De acuerdo con MAG-GFA (2010), para los años 1950-1960 el modelo de difusión y desarrollo de la comunidad impulsado por los gobiernos de turno, promueven la llamada revolución verde. Se difundió tecnología exitosa de zonas templadas, que procuraban el aumento de la producción y la productividad de las tierras mediante el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos. La variable ambiental nunca fue considerada en este modelo. Para la década de 1970-1980 se promueve el desarrollo de la ganadería debido al buen precio alcanzado en el mercado internacional de la carne, con el fin de suplir los requerimientos del creciente negocio de comidas rápidas en Norteamérica.

La revolución verde y el desarrollo de la ganadería extensiva expandieron las tierras dedicadas a la agricultura. En esos tiempos, Costa Rica consume lo que produce, siendo el café y el banano los principales productos de exportación. La seguridad alimentaria nacional se basa en la producción local, pero el precio ambiental de la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, nunca fue considerado; la cobertura forestal del país muestra un deterioro significativo por lo que a partir de 1980 se inicia un proceso de debates a nivel ambiental por tal situación.

1.2.2. Modelo turístico y ecológico (1980-2000)

Entre 1900 y 1970 se produce una pérdida considerable de la cobertura boscosa del país debido a la colonización de tierras y la expansión de la frontera agrícola, así como a la ausencia de una ley forestal. Para 1950 la cobertura se había reducido a un 72% del territorio nacional (Jiménez, 2003). La presión demográfica y la falta de empleo hacen que la frontera agrícola se extienda hacia las laderas de bosques y montañas. Se estima que para la década de 1980 un 64% de la superficie deforestada mediante tala y quema de árboles, se utilizó para la siembra de maíz y frijol (Lindarte y Benito, 1991, citados por Meléndez et al. 1999). Ante el creciente debate por la pérdida de biodiversidad y el evidente grado de deterioro del medio, el estado costarricense inicia un plan de fomento, legislación y conservación de los recursos boscosos. A partir de 1969 con la primera ley forestal, pero sobre todo en la década de los 80, se inicia un proceso de cambio cultural alrededor de la conservación de los recursos naturales en Costa Rica. Coyunturalmente, los planes de conservación y protección de la biodiversidad, coinciden con el fortalecimiento de la actividad turística a raíz de la publicación de la ley de incentivos para el desarrollo turístico de 1985. El objetivo de la ley era “establecer un proceso acelerado y racional del desarrollo de la actividad turística costarricense, para lo cual se otorgarían incentivos y beneficios para estimular la realización de programas y proyectos importantes para dicha actividad” (ICT, 2010).

Estos cambios se traducen en un marcado desarrollo del plantel turístico, dirigido primeramente al turismo de playa y luego al turismo verde o ecológico. Este nuevo modelo pasa factura al sector agropecuario, la agricultura que sostenía el desarrollo económico de Costa Rica, se agrega como un componente del tratamiento integral del medio.

El manejo sostenible, la integralidad de los medios de vida y la visión social de la agricultura son concepciones nuevas de un enfoque que pretende exportar la imagen de un país comprometido con la protección y conservación del medio, promoviendo a Costa Rica como destino turístico verde.

Este nuevo modelo impacta sobre la seguridad alimentaria, ya que las mejores condiciones laborales y salariales hacen que los peones agrícolas se dediquen cada vez más a la industria turística. La migración extranjera para suplir los espacios vacíos es un efecto colateral. Además, las nuevas generaciones de las poblaciones en las zonas turísticas se enfrentan con una oferta de estudio que les puede significar una mejor calidad de vida, comparada con la que la agricultura tradicional les había dado. Un segundo impacto a la seguridad alimentaria es el modelo de desarrollo rural integrado (MAG-GFA, 2010). Este modelo nace en los 80 y tiende a favorecer proyectos de producción que contemplen también el procesamiento y mercadeo agrícola. Los cultivos no tradicionales se ven favorecidos, tomando ventajas comparativas. La “agricultura de cambio” es una respuesta de modelos macroeconómicos tendientes a mejorar la economía de los pueblos. Se promueven actividades agropecuarias nuevas en detrimento de la agricultura de granos básicos, importante para la economía campesina. Es así como las raíces y los tubérculos, la palma africana, el palmito, el cacao, el plátano, las flores, los ornamentales y otros van sustituyendo a los cultivos de los pequeños productores (Meléndez et al. 1999). Los cultivos tradicionales depositarios de la seguridad alimentaria se ven retraídos. A inicios de los 80, el nuevo modelo económico tiende a que la producción agrícola se base en la importación de granos, la eficiencia productiva es prioritaria y se busca la racionalización del sector público. El debilitamiento progresivo del Consejo Nacional de la Producción (CNP) da al traste con la producción de granos básicos (Meléndez

et al. 1999; Pizarro, 2008). Tal y como lo anota el MAG-GFA (2010), citando a Montanye et al (2000), “la idea detrás de este modelo era promover la producción y exportación agrícola no tradicional, ya que los subsidios a la producción de cultivos para consumo local era muy costosa, resultando más barato para Costa Rica importar los granos básicos”.

Costa Rica pasa de ser un país eminentemente agrícola, a uno de vocación forestal, donde el turismo ecológico y la diversidad agrícola altamente tecnificada, eran puntas de lanza para promover este modelo de desarrollo. La producción nacional de granos básicos empieza a debilitarse y la seguridad alimentaria básica se busca en el mercado externo.

1.2.3. Modelo de servicios (2000-2014)

Portolés (2012) indica que Costa Rica históricamente ha tenido una estructura económica flexible, debido a que ha logrado aprovechar las oportunidades de su localización para atraer inversión extranjera y fortalecer su sector exterior. Gracias a esa flexibilidad, ha pasado de ser un país cuya economía se basa en la agricultura (como el resto de países de Centro América), a un país basado en la industria y los servicios.

Durante la primera década del presente siglo, el sistema público de educación, pero sobre todo la educación privada, inició programas agresivos de preparación bilingüe con el fin de incorporar rápidamente a los jóvenes en empresas multinacionales de servicios. De acuerdo con lo publicado por Arce (2012), personas bilingües especializadas en áreas técnicas, financieras e ingenieriles, son el recurso humano que genera la mayor competencia y diferencia en el área centroamericana. Esta es la razón por la cual Costa Rica es atractiva para la inversión extranjera en multiservicios, los cuales han mostrado un crecimiento en sectores como turismo, servicios médicos, tecnologías digitales, telecomunicaciones, construcción, ingeniería y arquitectura, diseño audiovisual, desarrollo de *software* y servicios empresariales (Portolés, 2012). Este nuevo modelo de desarrollo se ve fortalecido por las facilidades a la inversión y los marcos legales creados por tratados y acuerdos comerciales.

Entre el 2000 y el 2010 el sector servicios ha crecido un 25% en virtud de la inversión extranjera y el aporte de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), de las cuales un 42% se encuentra en el área de servicios, 41% en el de comercio, 11% en industria y un 6% en tecnologías de la información y comunicación (Barquero, 2013; Rodríguez y Cisneros, 2012). Actualmente, el sector servicios es el más importante de la economía costarricense (Portolés, 2012).

El impacto de este cambio en la estructura económica de Costa Rica, donde el sector primario (agrícola y pecuario) es relegado por el sector terciario (servicios), puede crear un desequilibrio peligroso en la seguridad alimentaria nacional. La mano de obra se especializa en aquellas áreas que aporten mayor calidad de vida debido a su oferta en el mercado. Si la agricultura tradicional no ofrece mayores cambios en el nivel de vida de los costarricenses, obviamente la migración del campo a la ciudad en busca de mejores oportunidades se verá fortalecida. La renovación generacional del productor es limitada. La mayor concentración de fuerza económica se está produciendo a través de PYMES en el centro del país (77% de este tipo de empresas) y están absorbiendo el 27% del empleo en contra del 20% generado por actividades agropecuarias (Rodríguez y Cisneros, 2012). Nuestro espejo más cercano es Panamá, de acuerdo con Formoso (2012), ese país invierte cada año más de \$1.000 millones en compra de ali-

mentos. El modelo de apertura marginó la producción local de alimentos, mientras que la fácil captura de inversión potenció la venta de servicios, sobre todo de tipo bancarios. Panamá crece al ritmo de sus servicios pero la seguridad alimentaria está en manos de mercados extranjeros. Se estimó que en el 2012 el precio del arroz y la carne se encarecieron un 9%.

1.2.4. Depresión del sector agropecuario

El sector agropecuario ha desempeñado un papel protagónico dentro del desarrollo económico y social del país como fuente generadora de valor agregado, divisas y empleo; también ha sido un elemento dinamizador de la economía rural. Su desarrollo e historia ha estado acompañado de modelos económicos que dependen de las condiciones a nivel mundial. En este sentido, el sector agropecuario nacional ha sufrido las consecuencias de las diferentes depresiones internacionales producto de múltiples factores. La primera de ellas, resultado de la Segunda Guerra Mundial, en donde los países de América Latina dejaron de percibir la masiva inversión extranjera de la que habían gozado hasta entonces.

Estas circunstancias obligaron a Costa Rica a mejorar sus exportaciones tanto agrícolas como industriales, no solo para favorecer su balanza de pagos, sino también para alcanzar un mayor crecimiento económico, produciendo mayor valor agregado de origen nacional, atracción de capital extranjero y transferencia de tecnología. Este modelo de desarrollo y de la evolución del sistema económico de Costa Rica, desfavorece la producción agropecuaria, la cual pierde gran parte de su importancia relativa, no en cuanto a cantidad producida se refiere, sino en que los mayores ritmos de crecimiento se dan en los sectores manufactureros y de servicios. El sector industrial fue uno de los más dinámicos en estas décadas, de manera que su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) aumentó de un 13% a un 20% (MIDEPLAN, 1982).

La política estatal que acompañó a este modelo de desarrollo fue un elemento importante en el crecimiento industrial, ya que no solo protegió a la industria sino que también le dio enormes subsidios a través de exoneraciones de impuestos a las materias primas, a los bienes de capital y la renta, y así la intervención del estado fue aumentando con el transcurso de los años.

En general, se puede afirmar que el modelo de desarrollo basado en la sustitución de importaciones (MSI) tuvo efectos significativos sobre la vida nacional. En particular, contribuyó a propiciar la transición de una economía eminentemente rural a otra más moderna. Como consecuencia del dinamismo del sector industrial o a causa de la intervención del Estado, surgieron nuevas actividades cuyas repercusiones se extendieron a toda la economía.

El periodo posterior a 1950 se caracterizó por la llamada “revolución verde”, proceso que implicó la generalización de un paquete tecnológico a la mayor parte del planeta, caracterizado por el aumento de la producción mediante la combinación de recursos tecnológicos que incorpora el uso de fertilizantes, el control químico de plagas, la mecanización de la agricultura, la expansión en gran escala de la investigación y la incorporación de sus resultados a la producción, la generación de nuevas variedades de plantas y animales de mayor productividad, etc. Este proceso estableció cambios que se han producido en el sector agropecuario a un ritmo vertiginoso.

Además, a finales de los años 70 Costa Rica contaba con una amplia red de comunicaciones nacionales e internacionales, una infraestructura de transporte aéreo, marítimo y terrestre que integraba al

país con los mercados internacionales, y una extensa gama de otros servicios financieros y comerciales (Villasuso, 1999).

De esta forma, no es casual que las mayores variaciones se hayan producido en la segunda mitad del siglo XX, con un impacto que debe considerarse en toda su dimensión para evaluar las condiciones de desarrollo de nuestra agricultura en el mundo actual.

Según Fernández (1999), en el campo económico y social, la revolución verde significó la desaparición de prácticas tradicionales de cultivo que fueron literalmente “barridas” ante el imperativo de obtener una mayor producción. Bajo estas circunstancias los agricultores se hicieron dependientes de los paquetes tecnológicos que resultaron de la revolución verde, así como de la provisión de insumos productivos de la industria respectiva. El componente importado de la producción agropecuaria tendió a aumentar, con las consecuencias respectivas sobre la balanza de pagos y comercial. Esto contribuyó a la mayor mercantilización de la actividad agropecuaria, al imponer la necesidad para los productores de generar un ingreso monetario que les permita adquirir los insumos impuestos por los paquetes tecnológicos. También significó apartarse de la agricultura tradicional, con la consecuencia de la ruina y desaparición de una parte importante de los productores más pequeños y atrasados.

Este modelo de desarrollo dio lugar a un elevado ritmo de crecimiento, el cual se reflejó en la transformación estructural de la economía, ya que durante los años 60 y hasta mediados de los 70, el sector industrial creció más rápidamente que el agropecuario, dando lugar a una transformación estructural, a partir de la cual, el sector industrial creció a tasas casi del doble de las correspondientes al sector agropecuario (Basco, 2010).

Este periodo de rápido crecimiento económico y progreso social concluyó con una crisis económica a principios de los 80, principalmente debido al mayor estímulo a la apertura comercial, particularmente a partir del aumento de los incentivos a las exportaciones, la política de minidevaluaciones, la disminución de barreras arancelarias y otras medidas que favorecieron las importaciones, incluso de alimentos básicos. Aunado a esta crisis interna, se sumaron algunos conflictos militares que enfrentaron los países Centroamericanos. Otras causas del estancamiento han estado relacionadas con políticas económicas poco exitosas, así como de la acumulación de actividades no directamente productivas, tanto en el sector público como en el privado. En las últimas dos décadas, la economía agroexportadora quedó por tanto reducida a su mínima expresión. (Basco, 2010).

La insuficiente expansión de la producción agropecuaria ha estado condicionada por factores internos y externos, entre los cuales se encuentran: los bajos niveles de productividad y el déficit de acceso a servicios de información, tecnologías y servicios de apoyo; así como prácticas productivas ambientalmente insostenibles, lo cual redundo en pérdidas de productividad; la carencia de un catastro y registro consolidado, lo que incrementa los costos de transacción en el mercado de tierras y la caída de precios internacionales de los productos tradicionales de exportación (café, banano y azúcar) (BID, 2006).

En el 2002 el Gobierno de Estados Unidos sostuvo que tenía intenciones de negociar un tratado de libre comercio con Centroamérica (CAFTA). Como resultado de esta negociación, en términos generales, Estados Unidos logró un libre acceso inmediato al mercado costarricense para el 40% de sus productos agrícolas. De acuerdo a las investigaciones realizadas por Morley (2006), la expansión del comercio se lograría particularmente en los granos básicos, bajando el nivel de protección de estos rubros y contribuyendo con ello a la baja de los precios de los alimentos, con un impacto positivo mayor en los sectores

de menos recursos del país. No obstante, este incremento en el número de importaciones repercutiría en forma negativa en los productores locales, dado que ante la imposibilidad de competir en el mercado local serían desplazados de él. Por lo tanto, tal impacto positivo sería particularmente en la pobreza urbana y no rural, debido a que los ingresos de gran parte de la población pobre rural provienen de la producción de granos.

Según Sánchez (2007), contrario a quienes creyeron que la apertura de las importaciones traería impactos positivos al país, se ha generado una grave crisis nacional, debido a que aun estando en un periodo de transición en el Tratado de Libre Comercio, los productores de granos básicos están compitiendo con los productores de Estados Unidos, los cuales cuentan con subsidios que les permite mantener su competitividad internacional. En este caso, dichos subsidios no se acumulan en el precio de mercado, sino que llegan en forma directa al productor, por lo que no disminuyen su competitividad. Esto está trayendo, como consecuencia, una gran dificultad para los productores de granos a nivel nacional, situación que estimula su posible desaparición del mercado, incrementando los niveles de pobreza. Producto de esta crisis que se ha generado, existe un desestímulo a la producción nacional de granos básicos, razón por la cual solo se produce la mitad del arroz, un 33% de frijol y un 2% del maíz que se consumen en el país.

Sin embargo, el nivel económico del sector agrícola no tiene que ver con una escasa demanda de los productos; por el contrario, el consumo interno tiende a aumentar y la demanda del sector industrial por estos productos presenta una trayectoria similar al alza. Las causas del rezago de un amplio sector de la población rural dedicada a la agricultura es no poder competir con los productos importados, así como poseer cierta dificultad a cambiar de actividad productiva, dado que están sujetos no solo a la escasez de recursos financieros y falta de conocimiento para emprender nuevas actividades, sino también a un complejo arraigo a las tradiciones culturales (Basco, 2010).

2.1. MARCO DE ANÁLISIS DEL RIESGO EN FUNCIÓN DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

El abordaje del tema “cambio climático y seguridad alimentaria” presenta el reto de construir una línea coherente de estudio, cuyos resultados permitan:

- Comprender el marco teórico que define la seguridad alimentaria en el contexto agrícola nacional pasado, presente y futuro.
- Relacionar la seguridad alimentaria con el cambio de clima.
- Mejorar el conocimiento sobre la relación clima-agricultura de granos básicos.
- Proponer la adaptación ante la variabilidad climática como herramienta de adaptación ante el cambio climático.
- Promover medidas concretas de adaptación al cambio climático que a la vez fortalezcan la seguridad alimentaria de nuestro pueblo.

El esquema del abordaje general del estudio fluye a partir de preguntas que intentan ser respondidas con base en marcos teóricos y estudios estadísticos de información histórica climática y agrícola.

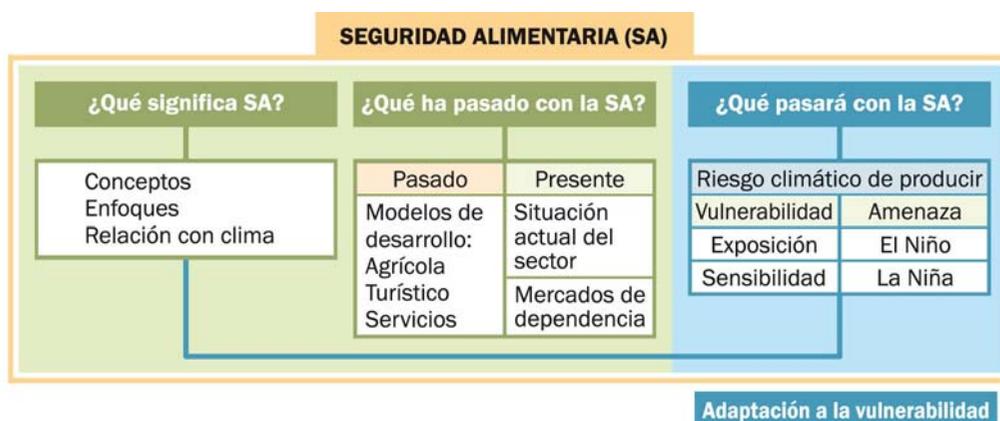


Figura 9. Abordaje metodológico de la seguridad alimentaria y el cambio climático

2.1.1. Gestión del riesgo como plataforma de análisis

Para efectos del presente estudio, la seguridad alimentaria se analizará desde una perspectiva eminentemente agroclimática, enfocada en la producción de granos básicos y sin aludir al componente nutricional como propone la política de Seguridad Alimentaria (MINSAs, 2011). Por tanto, no se enfoca en

el grupo poblacional que sufre inseguridad alimentaria o desnutrición, sino en la situación agrícola y climática de la producción de aquellos alimentos considerados básicos en la dieta tradicional del costarricense. La hipótesis por tanto, indica que si el aporte actual de la producción nacional de granos básicos se ve comprometido por algún factor climático, la disponibilidad de estos productos pondría en riesgo la seguridad alimentaria del país entero, afectando no solo el consumo de los grupos nutricionalmente más vulnerables, sino la situación social de un grupo mayor, productor y desprotegido ante la competencia de mercados externos.

El marco de análisis se fundamenta en la gestión del riesgo. Este enfoque ya había sido utilizado exitosamente para plantear el tema del efecto del cambio climático sobre el sector hídrico (Retana et al 2005, Retana et al 2011) y el sector salud (Retana, Campos y Deford 2008).

Va dirigido hacia la producción nacional de consumo local y el riesgo que significa la amenaza del cambio climático sobre el éxito en las cosechas. Si se entiende el riesgo como la posibilidad de pérdidas o daños ocasionados por el eventual impacto de una amenaza (Brauch, 2005), el objetivo del estudio es estimar la posibilidad de pérdidas en algunas actividades agropecuarias bajo escenarios de eventos extremos de clima y cambio climático. En este sentido, se estimará la vulnerabilidad de algunas actividades agropecuarias y se confrontarán con situaciones de amenaza climática (variabilidad y cambio climático). La amenaza climática actual se basa en la variabilidad del clima referida principalmente a las dos fases del fenómeno ENOS (El Niño y La Niña). Los registros que se tienen sobre el efecto de ENOS en el clima del país promedian un escenario congruente con las proyecciones futuras del clima. De esta forma, El Niño y La Niña se convierten en un laboratorio excepcional para poner en práctica verdaderos planes adaptativos. La línea de pensamiento es: si el sector agropecuario se logra adaptar a la variabilidad climática actual, se estarán dando los primeros pasos organizados para adaptarse al cambio climático futuro, que en algunas zonas del país se podrían traducir como la presencia constante de una condición ENOS.

Los resultados de este tipo de estudios, son parte del fundamento técnico-científico necesario para iniciar procesos de diseño de estrategias de adaptación del sector agropecuario nacional ante el cambio de clima.

2.1.2. Conceptualización del riesgo

El riesgo se estima bajo la formulación propuesta por Villagrán (2006) y ajustada por Wilchez (2011) quienes plantean que es un producto de la vulnerabilidad y la amenaza. Para que exista el riesgo, deben de coincidir en tiempo y espacio tanto el sistema vulnerable como la amenaza que lo presiona. En este caso la vulnerabilidad está estimada para el sector de granos básicos y la amenaza se identifica a partir de los cambios en la precipitación producto de las fases de ENOS.

El riesgo se presenta como una probabilidad de pérdida (económica de acuerdo con la disminución en los rendimientos) producto de las alteraciones climáticas (expresadas en la lluvia) que están asociadas con El Niño y La Niña. Los escenarios de riesgo construidos a partir de mapas, pretenden también diferenciar zonas (cantones) en los que aumentan los rendimientos durante este tipo de eventos climáticos.

La unidad de estudio del riesgo es el cantón. La unidad de estudio de la vulnerabilidad es una combinación entre el rendimiento (kg/ha) y el área sembrada (ha) a partir de la información oficial de la Secretaría Ejecutiva y de Planificación del Sector Agropecuario (SEPSA), que reúne datos del Consejo Nacional de Producción (CNP), la Oficina Nacional del Arroz (CONARROZ) y las cámaras de productores. El registro de análisis es de 1980 al 2012 (33 años), con la excepción del rendimiento de arroz que solo tuvo información hasta el 2006. Aquellos cantones productores que no tienen un registro de información (rendimiento y área) suficiente como para captar las señales de El Niño o La Niña, fueron excluidos del análisis. La unidad de estudio de la amenaza es la precipitación mensual expresada como un índice estandarizado. Los años Niño y Niña fueron seleccionados de acuerdo con el criterio de Alvarado et al (2007) y actualizado al 2013.

2.1.3. Estimación de la vulnerabilidad del sector (exposición y sensibilidad)

La vulnerabilidad es un término usado frecuentemente pero con significados diferentes. Lo usa la academia, el sector de seguros, la gestión de riesgos, agencias de desarrollo y más recientemente, la comunidad científica estudiosa del fenómeno del calentamiento global.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de un sistema o su poca capacidad para soportar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Indica el IPCC que la vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto el sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación. (IPCC, 2003).

La definición del IPCC sobre vulnerabilidad concuerda con una recopilación de conceptualizaciones que resume Villagrán (2006), quien cita que la vulnerabilidad puede entenderse desde el grado de exposición y sensibilidad del sistema que es amenazado o presionado. En este marco conceptual, para el presente estudio, se analiza la vulnerabilidad de diferentes actividades agropecuarias ante amenazas asociadas a la variabilidad climática, específicamente las dos fases del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur. Para poder estimar la vulnerabilidad, en congruencia con la definición del IPCC (2003) y la de Villagrán (2006), se caracterizarán dos componentes: exposición y sensibilidad del sistema. La exposición del sistema, referida al lugar geográfico de producción del cultivo o actividad, será analizada a partir de los registros históricos del área sembrada a nivel de cantón, que es reportada oficialmente por el Ministerio de Agricultura y Ganadería a partir de los informes de SEPSA. Se considera que un cantón tiene una alta exposición si presenta históricamente una gran área de siembra.

Por otra parte, la sensibilidad del sistema está referida al impacto que los eventos de El Niño y La Niña han ocasionado sobre los rendimientos a nivel de cantón. Se considera que la actividad agrícola de un cantón es altamente sensible a alguna fase de ENOS, si sus rendimientos caen por debajo del valor promedio histórico. Se aplicó un análisis de varianza a 22 cantones productores de arroz, 19 cantones productores de maíz y 31 cantones productores de frijol. Estas zonas tienen estadísticas suficientes como para comparar los rendimientos obtenidos durante eventos fríos y cálidos de ENOS. Se analizaron dos fuentes de variación: El Niño y La Niña. Se aplicó la prueba de Medias de Tukey para identificar diferencias estadísticas entre las medias de las muestras poblacionales.

2.1.4. Estimación de las pérdidas económicas

El riesgo, concebido como una probabilidad de pérdida, exige que se realicen ejercicios que documenten el daño económico producto de un evento. Para estimar las pérdidas se utilizó la disminución en el rendimiento por región climática y por cultivo durante un evento El Niño y un evento La Niña. Son datos promedio del rendimiento durante 13 años con presencia de eventos El Niño, 11 años con presencia de eventos La Niña y 9 años que han sido neutrales.

A partir del aumento o disminución del rendimiento, el precio pagado al productor por tonelada de grano y los costos de producción de una hectárea de cultivo, se calculó en forma simple las posibles pérdidas y ganancias económicas causadas por El Niño y La Niña, en las diferentes regiones climáticas de Costa Rica.

Además, se recurrió a la plataforma de información sobre daños y pérdidas por eventos hidrometeorológicos extremos, diseñada por MAG-MIDEPLAN (Flores et al, 2010), con el fin de obtener datos oficiales y a la vez potenciar el uso de la herramienta sistematizada de esta información que debe ser considerada como uno de los principales ejes en la tarea de gestionar el riesgo.

2.1.5. Amenaza actual: horizonte de tiempo en el corto plazo

Con el fin de determinar el impacto regional de El Niño y La Niña a una escala de tiempo con una señal mejor definida que la escala anual, se procedió a calcular un indicador estacional de la lluvia asociado a cada uno de los dos fenómenos, el cual fue mapeado para determinar la distribución espacial, tanto en intensidad como en cobertura. Para tales efectos se utilizó el índice estandarizado de la anomalía de lluvia del periodo de julio-setiembre, que representa el trimestre con la mejor manifestación del ENOS, tanto en la Vertiente del Pacífico como del Caribe. Se define como un valor numérico que representa el número de desviaciones estándar de la precipitación caída a lo largo del periodo de acumulación de que se trate, respecto de la media del registro histórico. Este indicador, que es muy fácil de calcular, es útil porque permite evaluar el impacto de los fenómenos extremos (sequía o excesos de lluvias) sobre la disponibilidad del recurso hídrico. Así, por ejemplo, las condiciones de humedad de los suelos son sensibles a las anomalías (positivas o negativas) de la precipitación a corto plazo, en tanto que las reservas de aguas superficiales (embalses) y subterráneas (acuíferos), igualmente como los caudales fluviales, responden a anomalías pluviométricas a largo plazo. Por medio del uso de este índice es posible cuantificar y comparar las intensidades de los déficits de precipitación entre zonas con climas muy diferentes y tiene la propiedad de que puede integrarse sobre un amplio rango de escalas temporales, lo que hace que pueda ser utilizado como indicador de diferentes tipos de sequía, tanto aquellas que son de corta duración y que producen efectos principalmente sobre los sectores agrícola, forestal y pecuario, como para caracterizar sequías climáticas de larga duración conducentes a sequías hidrológicas.

Este índice, que se denominará IPE (índice de precipitación estandarizada), parte de la serie histórica de precipitaciones mensuales correspondiente al periodo requerido (julio-setiembre), serie a la que se le calcula la anomalía de cada mes y luego se divide por la desviación estándar, el resultado final se multiplica por 100. Previo a este proceso, todos los meses del registro utilizado (1960-2013) fueron clasificados por el evento ENOS correspondiente (Neutral, Niño, Niña) siguiendo el criterio de Alvarado et

al. (2007) y actualizado al 2013. Para los meses marcados como Niños (Niñas) la anomalía fue calculada con respecto a la media histórica de los meses suplementarios (no-Niños o no-Niñas) y no con respecto a la media de todo el registro; de igual forma, la desviación estándar fue obtenida solamente con los meses suplementarios. Este procedimiento realza mejor el efecto de El Niño (Niña) en comparación con los que no lo fueron, sean estos neutrales o del evento inverso. Al final se promediaron los IPEs de cada uno de los 12 meses del año; sin embargo, solo se seleccionaron los del trimestre julio-setiembre, los cuales se promediaron para obtener un valor estacional. Como se mencionó antes, el trimestre julio-setiembre se seleccionó no solo por la excelente asociación con el ENOS, sino también porque es un periodo donde hay una gran variabilidad climática, lo cual permite capturar los climas más variados de todo el país, desde lo más seco a lo más lluvioso, independientemente de la región climática; además, porque la sequía agrícola se refleja mucho mejor a nivel trimestral, mientras que la hidrológica a nivel semestral.

Los valores positivos del IPE indican una precipitación superior a la media y los valores negativos una precipitación inferior a la media. Dado que el índice está estandarizado, tanto los periodos lluviosos como los secos, se pueden representar de la misma manera y aplicando este índice se puede hacer un seguimiento de cualquier periodo, tenga este un carácter u otro. Se puede determinar el carácter de un periodo dado (normal, más o menos húmedo, más o menos seco) en función del signo (positivo o negativo) y el valor absoluto del índice (por encima o por debajo de 0). Hay que tener en cuenta que este índice no es el mismo que el SPI (Standardized Precipitation Index) de McKee et al. (1993), ya que no se aplicó ningún tipo de normalización ni ajuste a ninguna distribución teórica de densidad de probabilidad. Por esta razón los rangos de estos indicadores, que fueron asociados con una determinada condición de lluvia, son distintos entre uno y el otro. Así, para el caso particular el IPE, los valores fueron categorizados de la siguiente manera:

Rango del IPE	Categoría
$90 \leq$	Lluvioso severo
[+60, +89]	Lluvioso fuerte
[+30, +59]	Lluvioso moderado
]0, +29]	Lluvioso leve
[-29, 0[Seco leve
[-59, -30]	Seco moderado
[-89, -60]	Seco fuerte
$-90 \geq$	Seco severo

De acuerdo con los rangos y categorías propuestos, los escenarios más extremos son aquellos con magnitudes mayores a 90. Los rangos más bajos [+29, -29] corresponden a los escenarios lluviosos y secos leves, los que también se pueden considerar como condiciones normales.

Riesgo climático del sector granos básicos

3.1. VULNERABILIDAD DE LOS GRANOS BÁSICOS

La vulnerabilidad en el marco de la seguridad alimentaria está determinada por la exposición a los factores de riesgo y su capacidad para afrontar o resistir situaciones problemáticas. En otras palabras, cuánto se expone el sector alimentario y cómo puede resolver los problemas de dicha exposición. De acuerdo con la FAO la vulnerabilidad está referida a todos los factores que hacen que las personas queden expuestas a la falta de alimentos nutritivos e inocuos (SICIAV, 2000). La vulnerabilidad se debe entender como un resultado multifactorial, complejo y evolutivo en el sentido que cambia de acuerdo a condiciones externas e internas y cuya representación siempre será parcial. En el presente estudio, la vulnerabilidad se estima a partir de dos factores: exposición y sensibilidad.

3.1.1. Exposición

La exposición de los granos básicos ante el clima se debe entender como el área donde se cultiva y que está expuesta a un clima y extremos hidrometeorológicos determinados. Es importante en este indicador considerar no solo la cantidad de área dedicada a la siembra, sino la ubicación geográfica ya que puede explicar parte del comportamiento climático que influye sobre el cultivo. La altitud, la cercanía a la costa, la proximidad de barreras orográficas y la influencia pacífica o caribeña del régimen de lluvias, son factores condicionantes del clima extremo que puede comprometer el desempeño fisiológico de las plantas y su rendimiento.

El clima tropical de Costa Rica ha permitido el desarrollo de la semicultura (cultivo de plantas a partir de semillas), en la que los granos básicos han jugado un papel preponderante en la historia del agro. En las primeras sociedades tribales de Costa Rica, la agricultura toma fuerza con las plantas domesticadas que sirvieron para la alimentación indígena. Dentro de estas se pueden encontrar tubérculos como el camote, la yuca, el tiquisque; frutas como el zapote, la papaya y el aguacate, algunas semillas como los frijoles y el maíz (Chavarría y Alfaro, 2005). El arroz se incorpora durante la época colonial. El fijol, el maíz y el arroz son los granos básicos en la dieta histórica del costarricense y el curso de su desarrollo ha dejado una huella en la geografía del país, donde se asentaron los pueblos indígenas primero, los españoles y criollos luego.

La poca población indígena a la llegada de los españoles, la constante invasión de zambos, mosquitos y piratas a nuestras costas, la pobreza general del país y lo adverso del clima, no propiciaron el desarrollo de grandes haciendas o plantaciones durante la época colonial (Rojas, 1997). Por esta razón, la agricultura se empezó a desarrollar principalmente en la región central para luego ir extendiéndose hacia el oeste. La agricultura básica siguió este curso; el arroz, el maíz y los frijoles se empiezan a pro-

ducir en el centro del país. A principios del siglo XX la agricultura de los granos básicos es manejada por pequeños productores en algunas zonas del Valle Central, bajo el sistema de subsistencia. Conforme crece la población, las existencias se vuelven más críticas. Los gobiernos promueven entonces la apertura de nuevas áreas de producción (Murillo y González, 1982). De esta manera el área de siembra se empieza a mover desde la región central hacia el oeste, luego buscando la costa pacífica, principalmente sobre las llanuras aluviales. Más recientemente, el movimiento de las áreas de siembra se extiende a las periferias del país, dejando la región central como centro urbano e industrial. En las figuras 10 y 11, se presentan el registro histórico desde 1980 hasta 2012 (2006 para arroz), de la contribución porcentual del área sembrada por grano básico, de acuerdo con las regiones climáticas del país.

De acuerdo con la figura 10, el área de exposición del arroz y el maíz presentan similitudes: Pacífico Norte, Central y Sur han sido las regiones de aporte más constante. La Zona Norte toma mayor importancia a partir de la primera mitad de los 90, mientras que el Caribe (que en los 80 contribuía en forma significativa), prácticamente desaparece a partir del 2000. Por su parte, la Región Central ha sido la de menor aporte. En el caso del frijol, la distribución es diferente. El área de siembra se ha concentrado en tres regiones: el Pacífico Sur, la Zona Norte y el Pacífico Norte en menor medida. La Región Central y el Pacífico Central aportan menos y el Caribe tiene la menor participación.

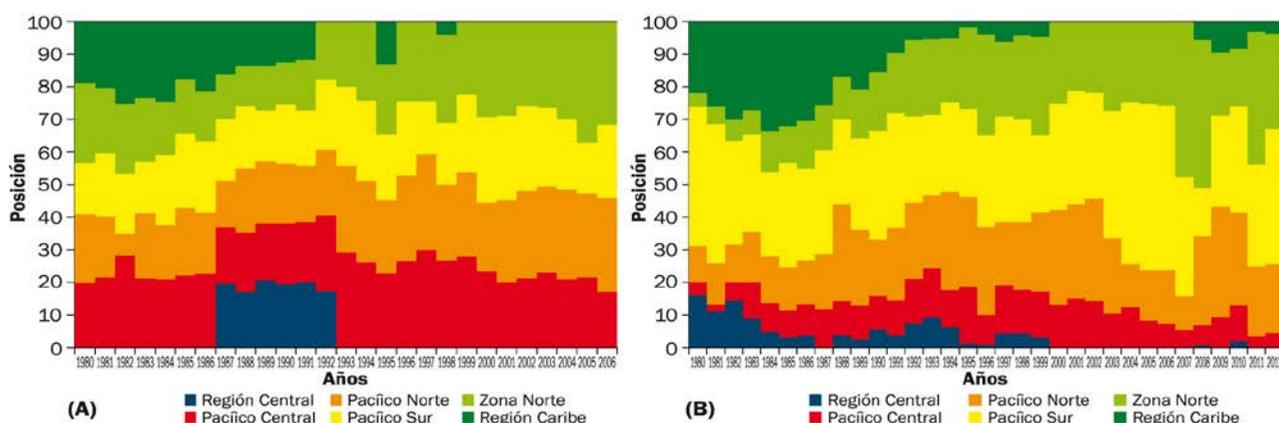


Figura 10. Aporte porcentual del área de siembra de granos básicos, por región climática. Arroz (A), maíz (B). Fuente de los datos: www.infoagro.go.cr

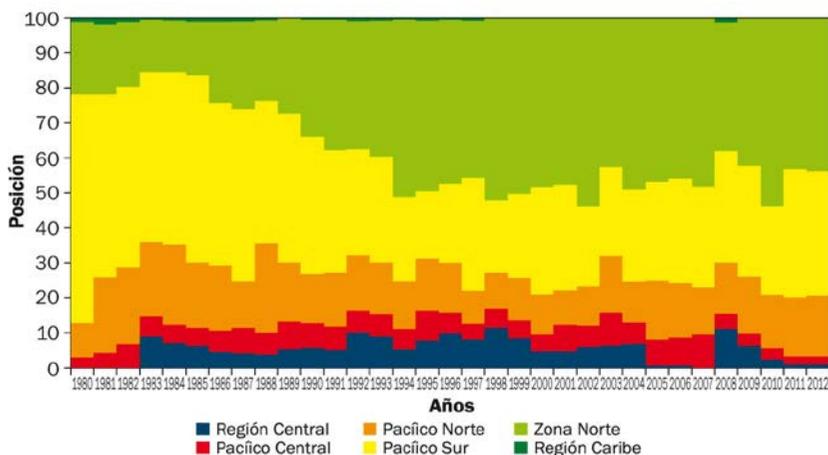


Figura 11. Aporte porcentual del área de siembra de frijol, por región climática. Fuente de los datos: www.infoagro.go.cr

Las figuras 12 y 13 presentan el promedio histórico del área de siembra de los granos básicos en Costa Rica de acuerdo con las regiones climáticas.

Según la figura 12, en promedio, el arroz presenta una exposición pacífica, con mayor concentración en el Pacífico Norte y Pacífico Sur. En el caso del maíz, la mayor área expuesta se presenta en el Pacífico Sur, Zona Norte y el Caribe (Fig. 13 A); mientras que para el frijol, las regiones de mayor área de siembra son la Zona Norte y el Pacífico Sur (Fig. 13 B).

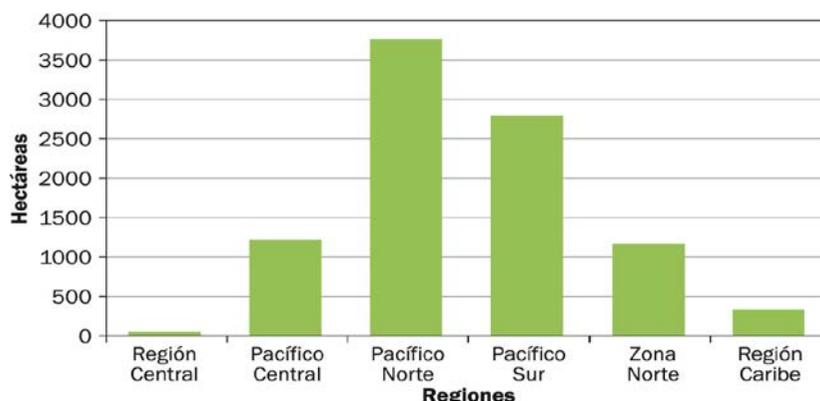


Figura 12. Promedio del área de siembra de arroz según las regiones climáticas de Costa Rica, periodo de análisis 1980-2012. Fuente de los datos: www.infoagro.go.cr

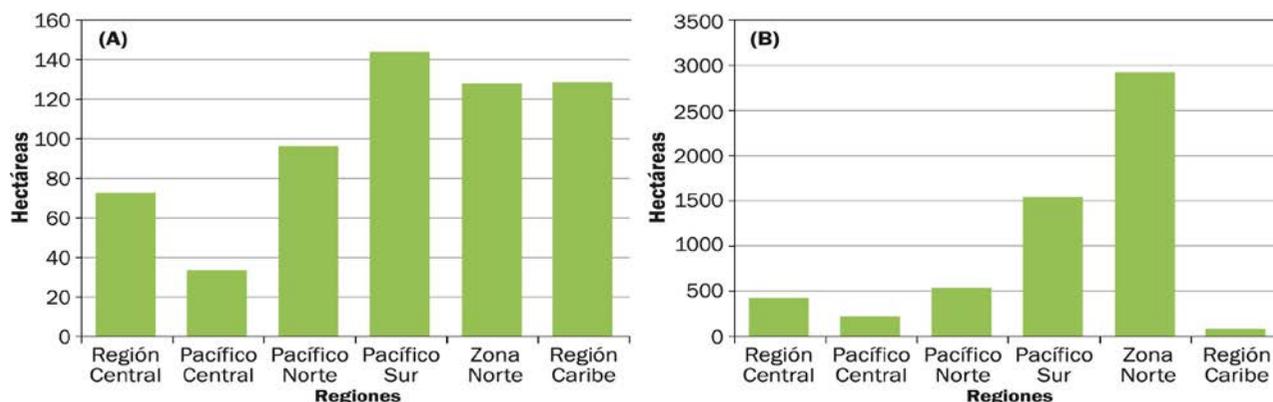


Figura 13. Promedio del área de siembra de granos básicos según las regiones climáticas de Costa Rica. Maíz (A), frijol (B), periodo de análisis 1980-2012. Fuente de los datos: www.infoagro.go.cr

Desde el punto de vista de vulnerabilidad, los granos básicos en Costa Rica presentan una exposición concentrada en las tierras bajas y planas, con densa red hídrica y suelos aluviales. Son zonas que históricamente han presentado sequías e inundaciones. A pesar de que según el MAG-GFA (2010) la implementación de los proyectos de riego en Guanacaste y la existencia de organizaciones de productores, ha favorecido que el área de siembra se mantenga en forma sostenida, la tendencia histórica es negativa para los granos básicos. En las figuras 14 y 15 así como en el cuadro 3 se presenta el indicador que explica el componente de exposición de la vulnerabilidad a nivel de cantón de acuerdo con el cultivo. Es un indicador de base 100. Los valores mayores se catalogan de alta exposición y los valores menores de baja exposición. Se intenta definir mediante este indicador las áreas o cantones prioritarios.

Los cantones de mayor exposición (alta y medio alta) se presentan en el cuadro 2.

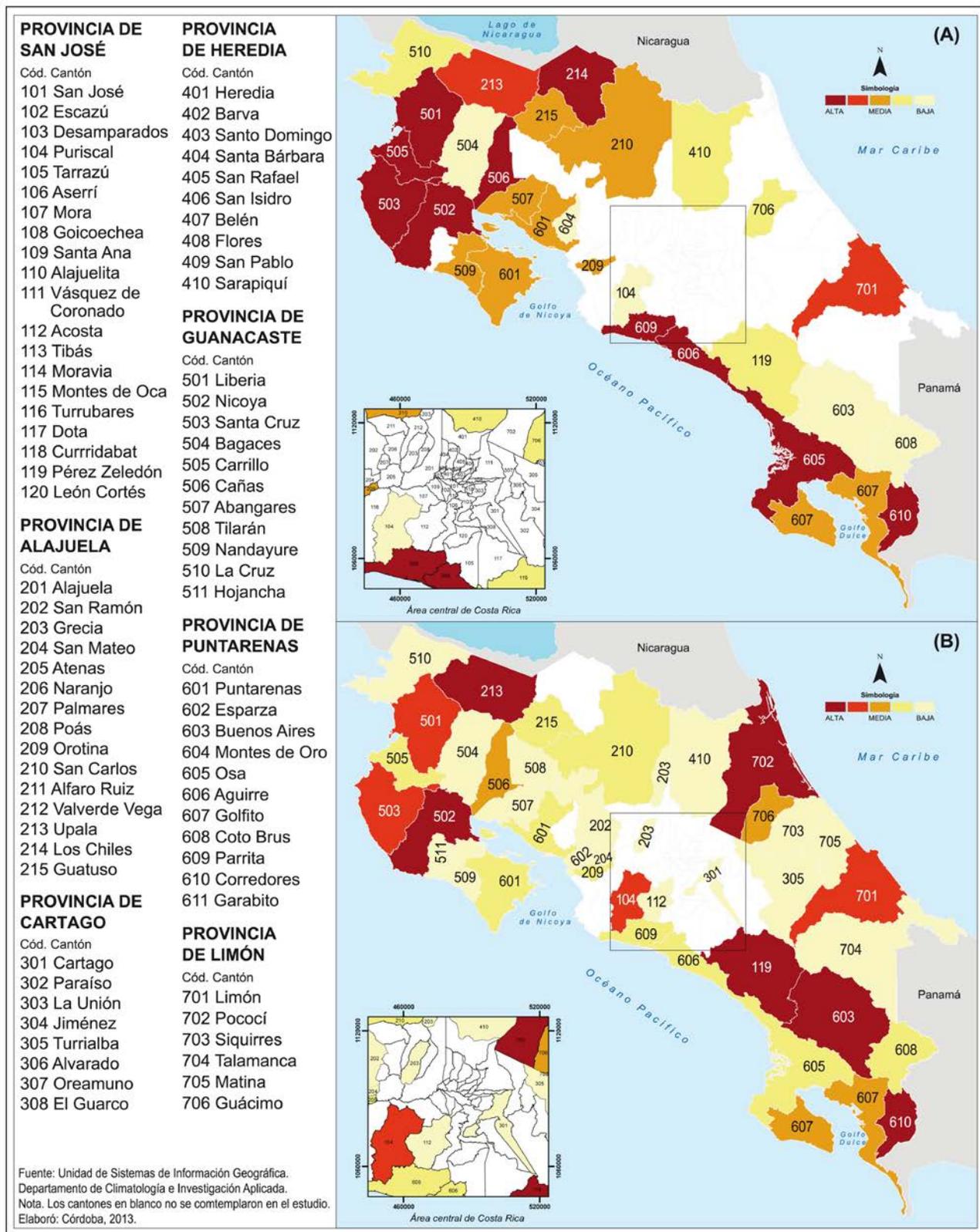


Figura 14. Indicador de exposición del cultivo de arroz (A) y maíz (B). 1980-2012.

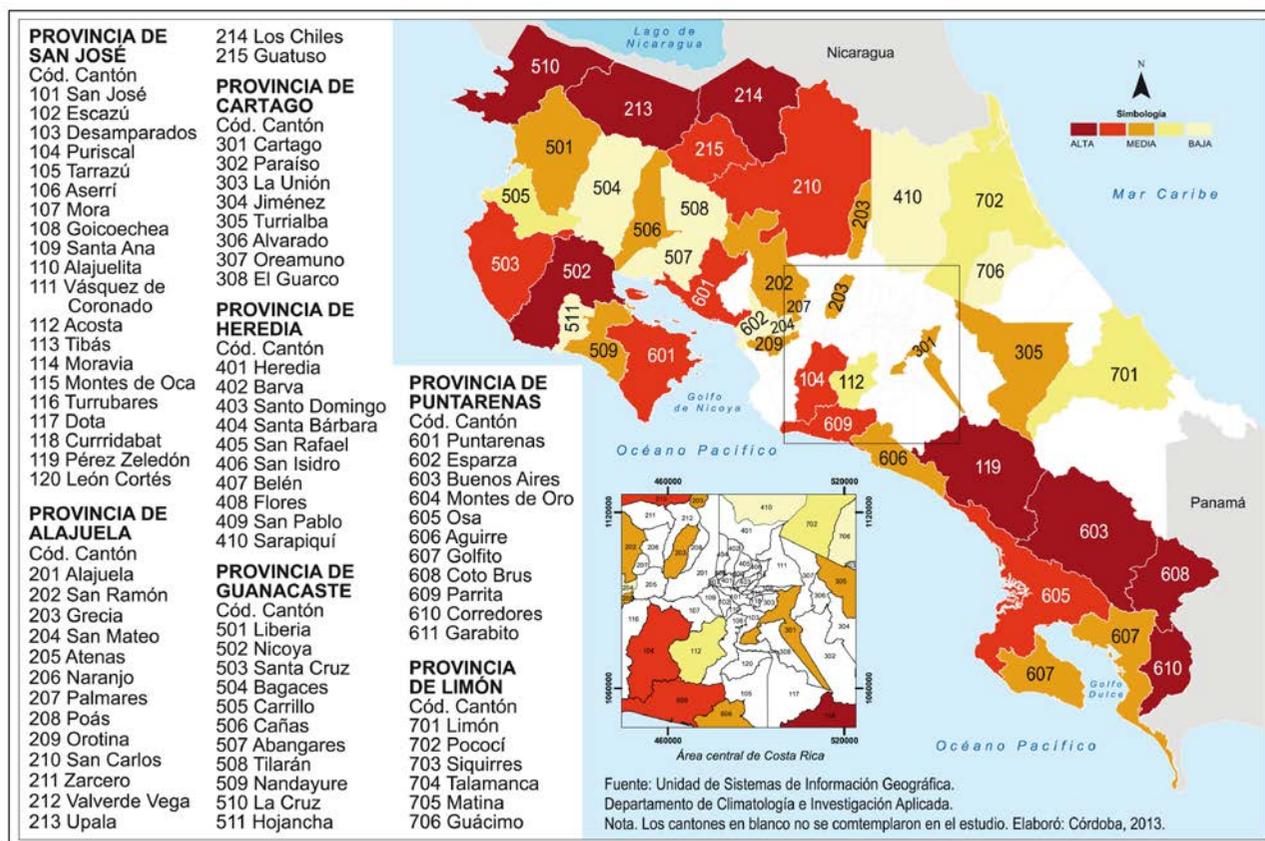


Figura 15. Indicador de exposición del cultivo de frijol. 1980-2012.

Cuadro 2. Cantones de mayor exposición, periodo 1980-2012

Región Climática	Cantones	Arroz	Maíz	Frijol
Pacífico Norte	Nicoya	Alta	Alta	Alta
	Carrillo	Alta	Alta	Alta
	Santa Cruz	Alta	Alta	Alta
	Liberia	Alta	Alta	Alta
	Cañas	Alta	Alta	Alta
	La Cruz	Alta	Alta	Alta
Pacífico Central	Parrita	Alta	Alta	Alta
	Aguirre	Alta	Alta	Alta
	Puriscal	Alta	Alta	Alta
	Puntarenas	Alta	Alta	Alta
Pacífico Sur	Osa	Alta	Alta	Alta
	Corredores	Alta	Alta	Alta
	Pérez Zeledón	Alta	Alta	Alta
	Buenos Aires	Alta	Alta	Alta
	Coto Brus	Alta	Alta	Alta

Cuadro 2. Continuación

Región Climática	Cantones	Arroz	Maíz	Frijol
Zona Norte	Los Chiles			
	Upala			
	Guatuso			
	San Carlos			
Caribe	Limón			
	Pococí			

Nota: El color naranja indica que el cantón presenta un nivel alto o medio alto de exposición

Claramente se observa la concentración del área en arroz y maíz en el Pacífico de Costa Rica, principalmente en el Pacífico Norte y Sur, mientras que en frijol se concentra en el Pacífico Sur y Zona Norte. La exposición de arroz, maíz y parte del frijol, se enmarca en áreas que presentan una estacionalidad marcada, con un periodo seco bien definido que se extiende de diciembre a abril, siendo febrero y marzo los meses más secos y cálidos. El periodo lluvioso va de mayo a noviembre siendo setiembre y octubre los meses de mayor precipitación. Presenta un periodo de disminución relativa de lluvia durante la época lluviosa conocida como el veranillo y que normalmente ocurre entre julio y agosto. Las amenazas del clima en estas zonas básicamente se refieren a extremos secos que normalmente se asocian a la presencia de eventos El Niño. Los extremos lluviosos pueden ser explicados por múltiples fenómenos de variabilidad regional como lo son los diferentes sistemas ciclónicos que afectan el país entre mayo y noviembre, otros de carácter local como las tormentas severas o eventos de gran escala y de largo periodo evolutivo como son la fase fría de ENOS (La Niña).

3.1.2. Sensibilidad

La sensibilidad de los granos básicos ante la presencia de la amenaza climática, está referida a la influencia de la fase cálida y fría de ENOS sobre el rendimiento del cultivo. La propuesta metodológica plantea que existe similitud entre el escenario de cambio climático proyectado y el escenario más probable que El Niño ha manifestado en cuanto a la distribución espacial y cantidad de precipitación. Además, para un horizonte corto de tiempo, como el que se debe plantear para la planificación de la adaptación en el sector agrícola, es muy probable que los eventos de variabilidad sigan afectando de la misma forma que lo han hecho en las últimas décadas, con diferencias en frecuencia y magnitud. ENOS modifica las condiciones de lluvia y temperatura a nivel nacional. Estos cambios a su vez, van a influir sobre la fisiología del cultivo, lo cual se verá reflejado en el rendimiento. El rendimiento se evaluará de acuerdo con el aumento o disminución de los valores normales. Algunos limitantes a considerar son:

- a. El rendimiento de un cultivo, no depende totalmente del factor clima. Son una serie de variables las que intervienen: suelo, genética, manejo, plagas, enfermedades. De acuerdo con Lomas y Herrera (1985), solo el 20% de la variabilidad en los rendimientos de arroz de secano en Guanacaste puede ser explicado por la precipitación.
- b. El efecto de ENOS sobre el clima es diferencial de acuerdo con la zona geográfica y no puede ser considerado como una modificación constante, en el sentido de que no todos los ENOS produ-

cen el mismo efecto. De acuerdo con Retana y Villalobos (2000) El Niño influye sobre la probabilidad de obtener escenarios secos, normales o lluviosos en una zona determinada del país. Estas probabilidades pueden ser altas, medias o bajas.

- c. Los eventos ENOS que se analizaron son aquellos que han permanecido a partir de mayo, por lo menos 6 meses para asegurar su influencia sobre la temporada de lluvias. Sin embargo, se han presentado eventos extremos secos y lluviosos, que no están asociados a condiciones ENOS y que han afectado la producción agropecuaria nacional, como por ejemplo la sequía del 2001-2002 y las condiciones excepcionalmente lluviosas del 2010-2011.

Para Alvarado (2001) ENOS es la fuente de variabilidad interanual climática dominante en los trópicos. La fase cálida o El Niño se asocia con condiciones secas principalmente en el litoral Pacífico y Región Central. En el Caribe el escenario predominante es el lluvioso o por arriba del promedio, mientras que para la Zona Norte no existe un patrón definido en cuanto al comportamiento de las precipitaciones. Estas condiciones climáticas han afectado una serie de actividades agropecuarias en Costa Rica. Las gramíneas como los pastos, maíz, caña de azúcar y arroz, han sido de los cultivos más afectados (Villalobos et al.2002).

Para el periodo de registro 1980-2012, se contabilizan 13 años con presencia de eventos El Niño y 11 años con presencia de eventos La Niña, mientras que 9 han sido neutrales. En la figura 16 se resumen los rendimientos promedio durante años con presencia de ENOS de acuerdo con la región climática.

Según la figura 16, comparando el promedio de rendimientos durante años El Niño contra el promedio de rendimientos durante años La Niña, se descubre un patrón definido en términos regionales para el cultivo de arroz y maíz, no así para frijol, donde las diferencias son menos claras.

En arroz y maíz se presenta una disminución de los rendimientos durante eventos El Niño, mientras que se observa un aumento de rendimiento durante años La Niña. Consecuentemente, Villalobos (2001) demostró que el 60% de los años El Niño, han correspondido con rendimientos inferiores al promedio histórico en Liberia, mientras que Retana y Solano (2000) concluyen que durante eventos La Niña, existe una alta probabilidad de que el rendimiento de arroz sobrepase el promedio histórico en los cantones productores de Guanacaste.

El comportamiento anterior es cierto para todas las regiones con excepción del Caribe, donde los rendimientos durante El Niño son mayores que durante La Niña. Esta diferencia se puede explicar porque los Niños en el Caribe producen condiciones lluviosas, lo cual puede ser determinante para mejorar el rendimiento de algunas gramíneas.

En el caso del frijol, las diferencias no son marcadas, sin embargo se descubre un patrón: el rendimiento es mayor durante años El Niño que durante años La Niña, excepto para la Zona Norte donde se invierte el comportamiento. Los periodos secos prolongados pueden ser más beneficiosos en términos de rendimientos, que periodos lluviosos.

Los resultados revelan que no existen diferencias significativas en rendimiento. Sin embargo, las diferencias muestran patrones espaciales importantes. Los datos fueron desarrollados como indicadores con el fin de llevarlos a un Sistema de Información Geográfica.

En las figuras 17, 18 y 19 se presenta el resultado del indicador de sensibilidad desarrollado para los cultivos de arroz, maíz y frijol, a nivel cantonal y para el periodo 1980-2012. El indicador debe entenderse como el nivel de disminución del rendimiento con respecto al promedio histórico. En otras



Figura 16. Rendimiento promedio de arroz, maíz y frijol durante las diferentes fases de ENOS, periodo de análisis 1980-2012. En rojo, años El Niño. En azul, años La Niña. Fuente de los datos: www.infoagro.go.cr

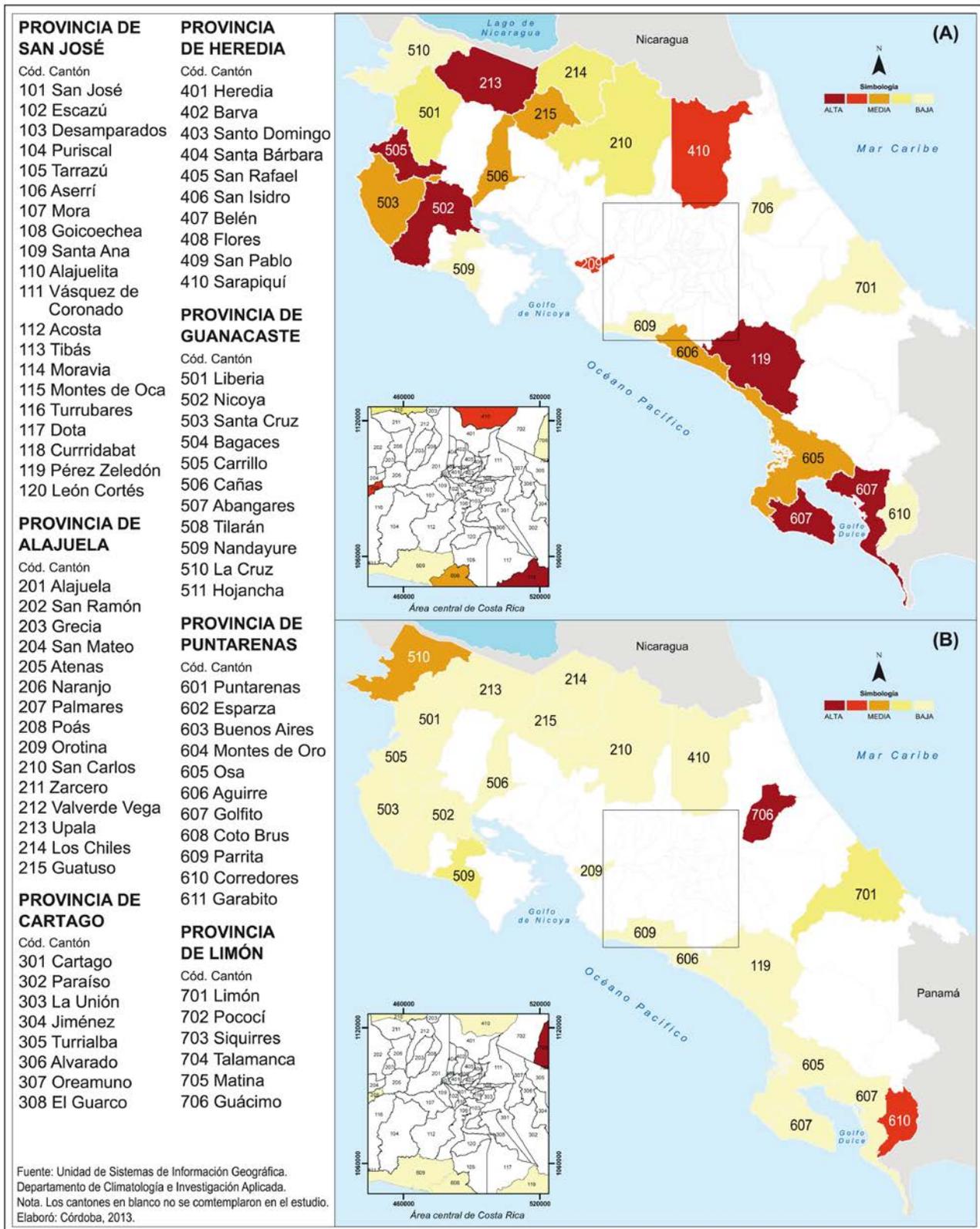


Figura 17. Indicador de sensibilidad del cultivo del arroz ante las fases de ENOS: El Niño (A), La Niña (B)

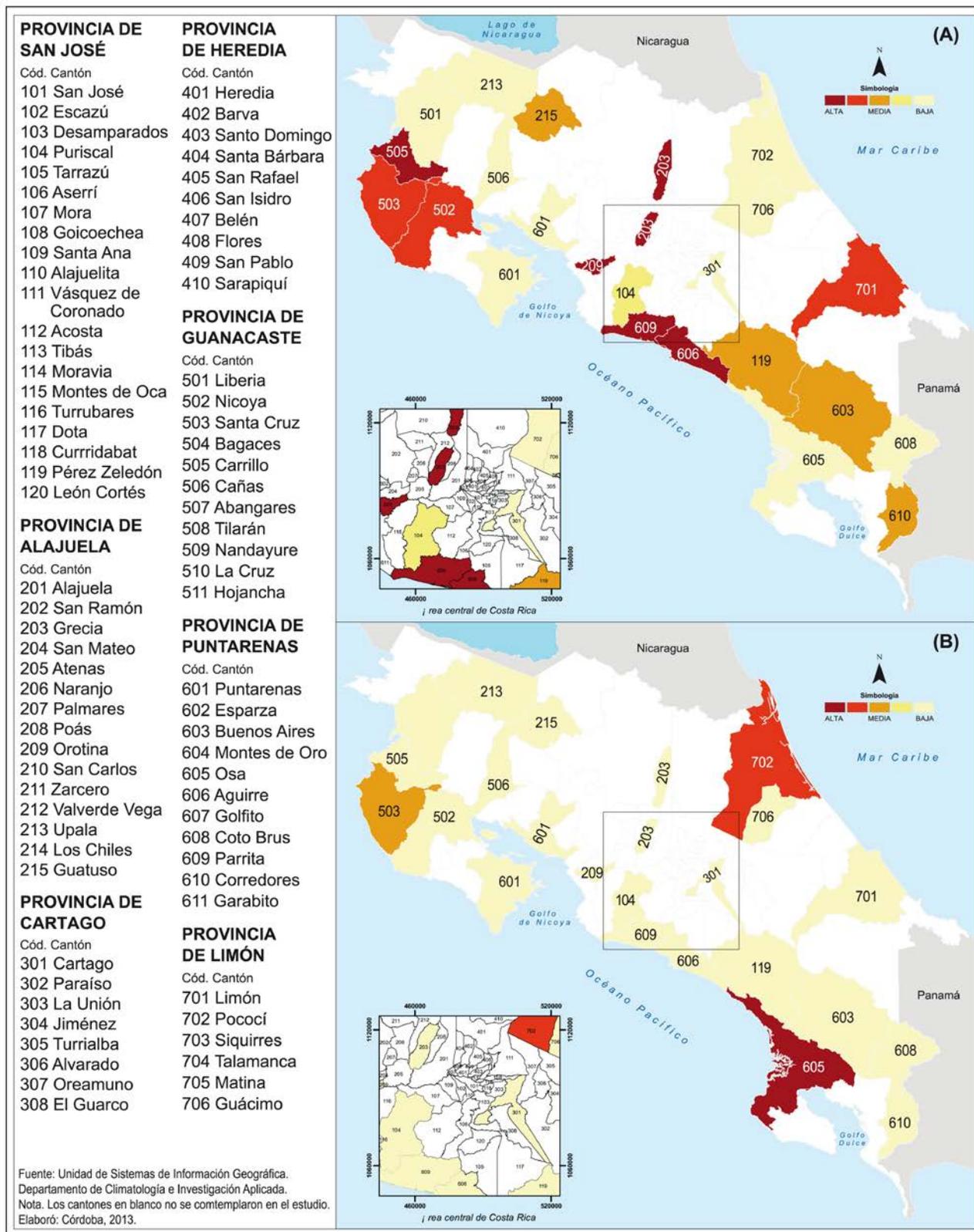


Figura 18. Indicador de sensibilidad del cultivo del maíz ante las fases de ENOS: El Niño (A), La Niña (B)

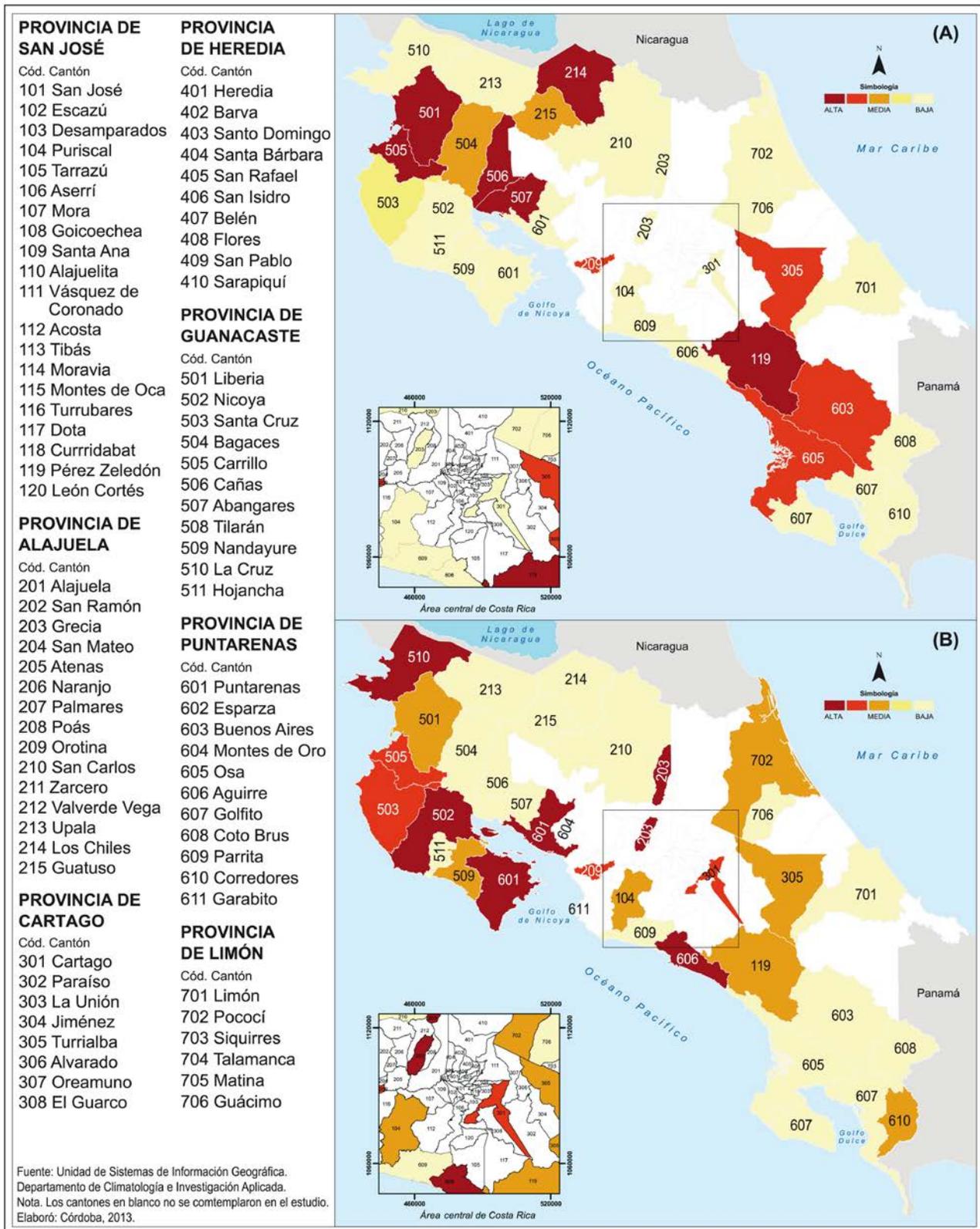


Figura 19. Indicador de sensibilidad del cultivo del frijol ante las fases de ENOS: El Niño (A), La Niña (B)

palabras, cuánto ha bajado el rendimiento durante El Niño o La Niña. De esta forma, altos valores corresponden a las mayores disminuciones del rendimiento. Bajos valores del indicador, corresponden con las menores disminuciones.

En el cuadro 3 se resumen los cantones que presentan una sensibilidad alta y media alta ante la amenaza. Se entiende entonces que estos son los cantones de mayor reducción en sus rendimientos (comparados con el promedio histórico) durante años El Niño y años La Niña.

Cuadro 3. Cantones de mayor sensibilidad, periodo 1980-2012

Región Climática	Cantones	El Niño			La Niña		
		Arroz	Maíz	Frijol	Arroz	Maíz	Frijol
Pacífico Norte	Nicoya	Alto	Alto	Alto			
	Carrillo	Alto	Alto				Alto
	Santa Cruz		Alto				
	La Cruz			Alto			
	Liberia						Alto
	Cañas						Alto
	Abangares						Alto
Pacífico Central	Parrita		Alto				
	Aguirre		Alto	Alto			
	Orotina	Alto	Alto				Alto
	Puntarenas			Alto			
Pacífico Sur	Osa					Alto	Alto
	Corredores				Alto		
	Pérez Zeledón	Alto		Alto			Alto
	Buenos Aires			Alto			Alto
	Golfito	Alto					
Zona Norte	Los Chiles			Alto			Alto
	Upala	Alto		Alto			
Caribe	Limón		Alto				
	Pococí				Alto	Alto	
	Sarapiquí	Alto					
	Guácimo			Alto			
Central	Grecia		Alto	Alto			
	Turrialba						Alto

Nota: El color naranja indica que el cantón presenta un nivel alto o medio alto de sensibilidad

3.1.3. Vulnerabilidad integrada

La vulnerabilidad integrada intenta mostrar un panorama general sobre los componentes de exposición y sensibilidad, a nivel de cantón, por cada uno de los cultivos estudiados. Técnicamente la vulnerabilidad integrada corresponde a la suma de las coberturas de exposición y sensibilidad. La representación

espacial de la vulnerabilidad, identifica cuáles cantones son prioritarios ya sea porque tienen una gran exposición, porque los rendimientos disminuyen mucho, o bien, porque reúnen altos niveles de exposición y sensibilidad ante las fases de ENOS. Presentan el resultado promedio de lo que ha sucedido en conjunto entre el área de siembra con los rendimientos en los últimos 30 años, por lo tanto, es de esperar que al analizar años de forma individual, se obtengan resultados variables. En términos de probabilidad, la vulnerabilidad definiría el escenario más probable a nivel de cantón, de acuerdo con la historia de área de siembra y los rendimientos obtenidos en años Niño o años Niña en las últimas tres décadas. Por tanto, ante un nuevo evento ENOS, se debe esperar con mayor probabilidad alguno de estos dos escenarios.

En la figura 20 se presenta la distribución espacial de la vulnerabilidad del arroz durante años Niño, mientras que en la figura 21 se presenta lo correspondiente para años La Niña.

La mayor vulnerabilidad se observa durante eventos El Niño, concentrados en cantones de régimen Pacífico, principalmente en el Pacífico Norte y Pacífico Sur. Cada cantón tiene una composición particular de su vulnerabilidad. En las figuras 22 y 23 se resume este comportamiento.

Durante la Niña, la mayor vulnerabilidad se presenta distribuida en pocos cantones y en forma muy heterogénea en el Caribe, el Pacífico Norte y Sur. Es importante mencionar que actualmente la producción de arroz en el Caribe es muy limitada, por lo que la visión que se obtiene de la vulnerabilidad en esta región, corresponde a un resumen histórico. En la figura 23 se presenta la vulnerabilidad de los cantones durante años La Niña, de acuerdo con los componentes de exposición y sensibilidad.

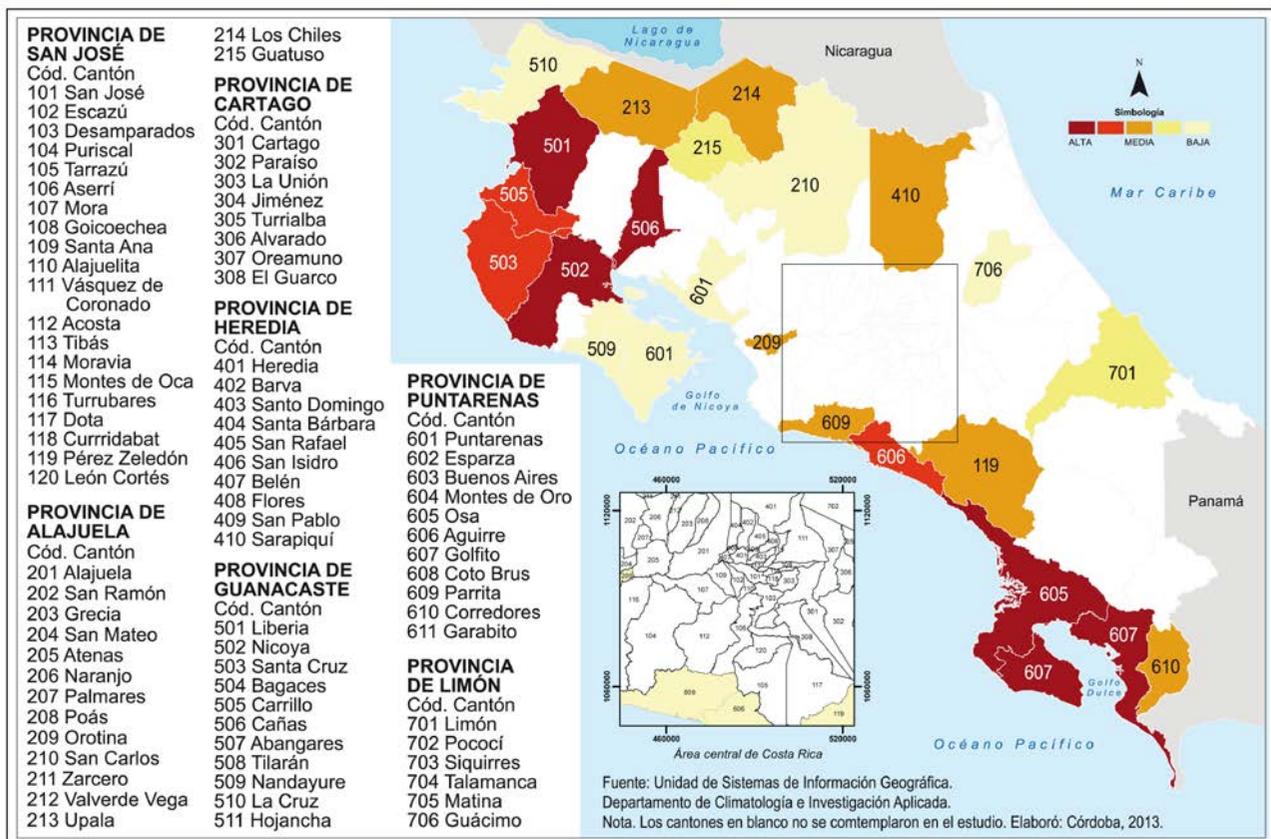


Figura 20. Vulnerabilidad del cultivo de arroz durante El Niño.

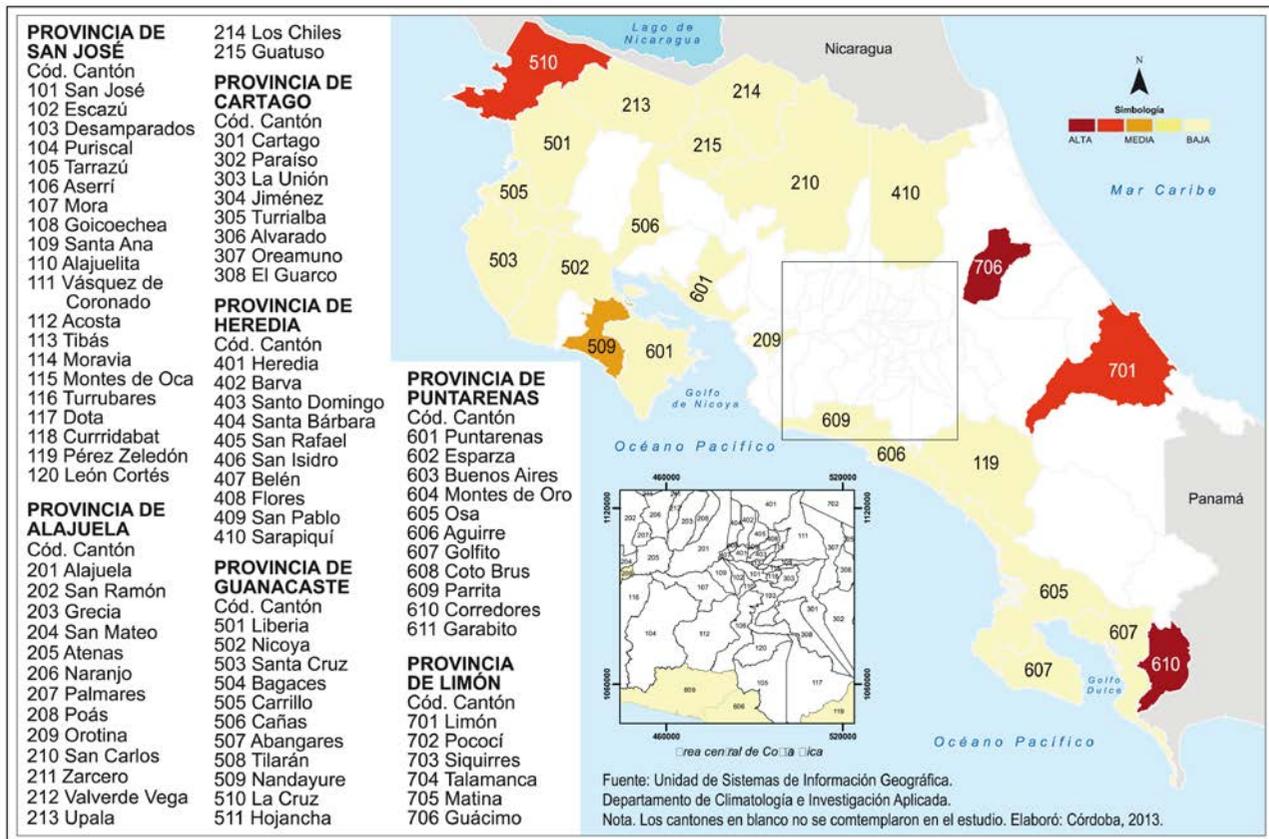


Figura 21. Vulnerabilidad del cultivo de arroz durante La Niña.

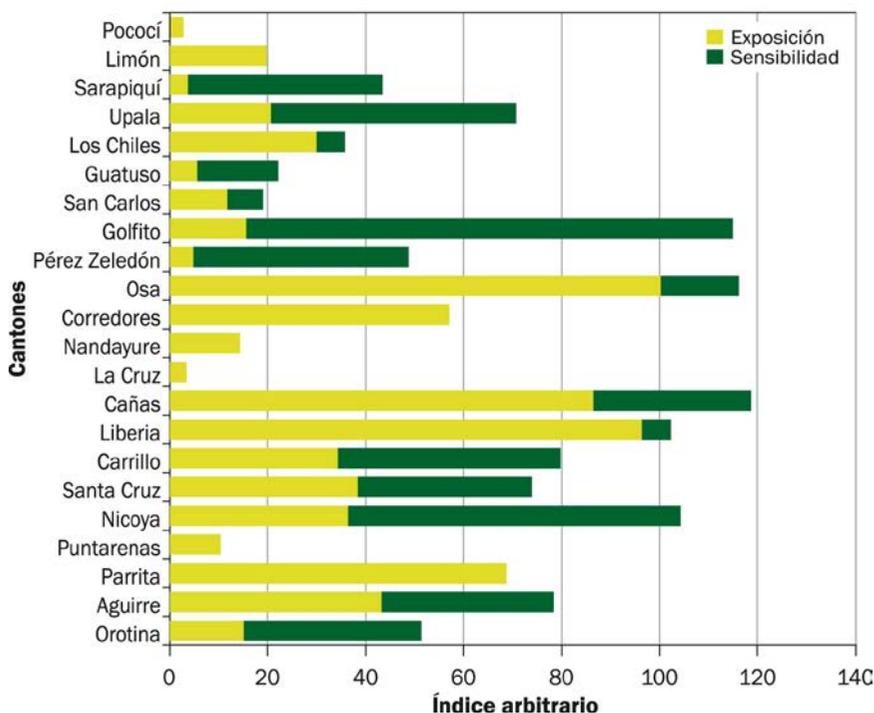


Figura 22. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de arroz durante El Niño

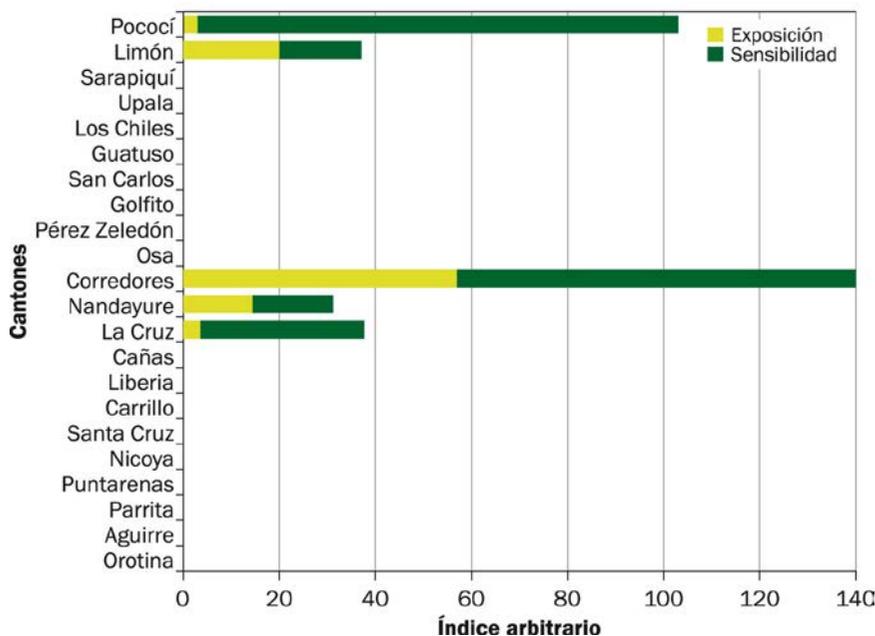


Figura 23.
Componentes de vulnerabilidad del cultivo de arroz durante La Niña

El cultivo del maíz guarda algunas similitudes con el arroz en cuanto a la expresión de la vulnerabilidad integrada. La mayor vulnerabilidad se da con la presencia de eventos El Niño. Esta vulnerabilidad se concentra principalmente en el pacífico del país, hacia el sur. Durante La Niña, la sensibilidad disminuye y al igual que con el cultivo del arroz se identifican pocos cantones sensibles hacia el Caribe, Pacífico Norte y Sur.

En la figura 24 se presenta la vulnerabilidad integrada correspondiente al cultivo del maíz.

Tal y como se observa en la figura 25, durante eventos El Niño, la vulnerabilidad estimada en el Caribe, Zona Norte y Pacífico Sur parece estar explicada por el alto nivel de la amenaza, mientras que hacia el Pacífico Central, Pacífico Norte y Región Central, el componente de sensibilidad parece tener más peso.

Durante eventos La Niña, la vulnerabilidad disminuye, se distribuye en pocos cantones y no presenta un comportamiento regional evidente. La exposición y sensibilidad son variables y particulares para cada cantón evaluado, tal y como se presenta en la figura 26.

En la figura 27 se presenta la vulnerabilidad integrada correspondiente al cultivo del frijol.

La vulnerabilidad integrada del frijol es ambivalente en el sentido de que un mismo cantón puede presentar alta vulnerabilidad para eventos de El Niño y alta vulnerabilidad para eventos de La Niña. Además, las condiciones climáticas que acompañan ambas fases de ENOS pareciera que son perjudiciales, sobre todo en el Pacífico. Es claro que durante El Niño, la mayor vulnerabilidad se observa en los cantones de régimen Pacífico. Durante La Niña, igualmente se ven afectados cantones del Pacífico pero con una distribución un poco diferente, con excepción del Pacífico Sur.

Durante El Niño los cantones más vulnerables se concentran en la Zona Norte y el Pacífico Sur. Durante La Niña, los cantones más vulnerables se encuentran en la Zona Norte, el Pacífico Sur y la Península de Nicoya. En la figura 28 se presenta la vulnerabilidad integrada por componente, con el fin de comprender mejor los resultados obtenidos.

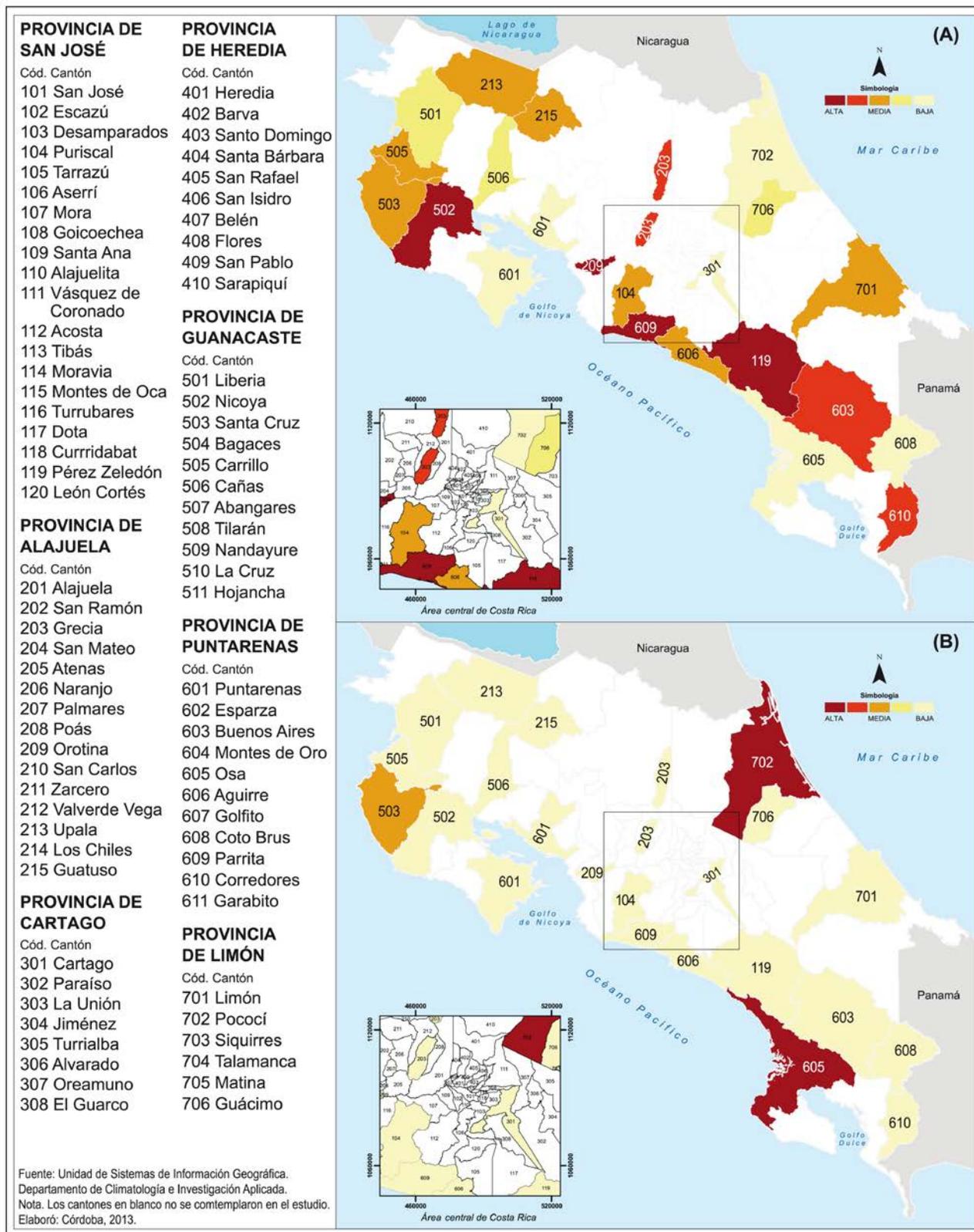


Figura 24. Vulnerabilidad del cultivo de maíz durante El Niño (A) y La Niña (B).

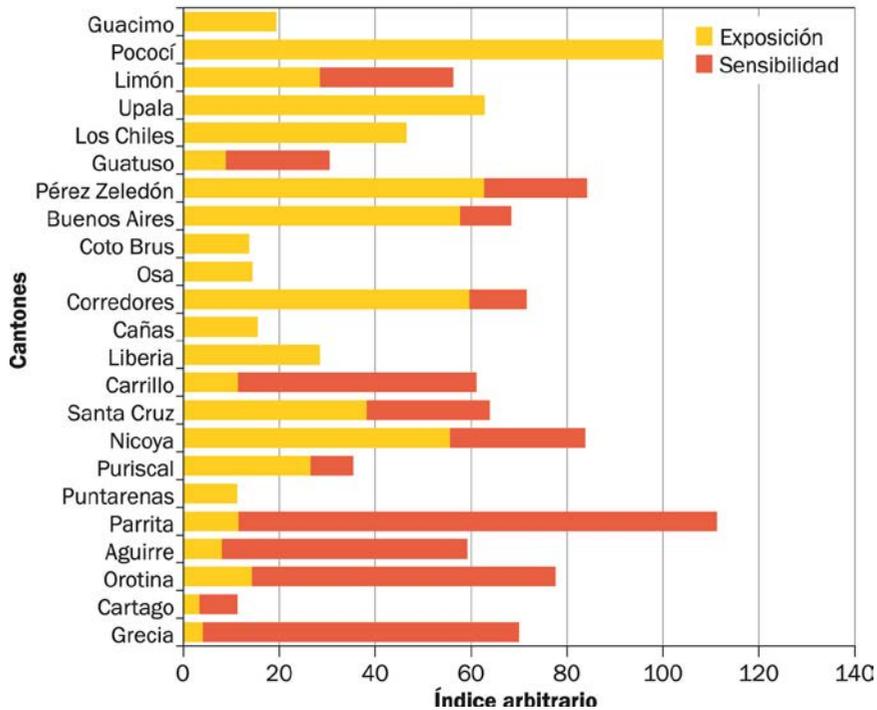


Figura 25. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de maíz durante El Niño

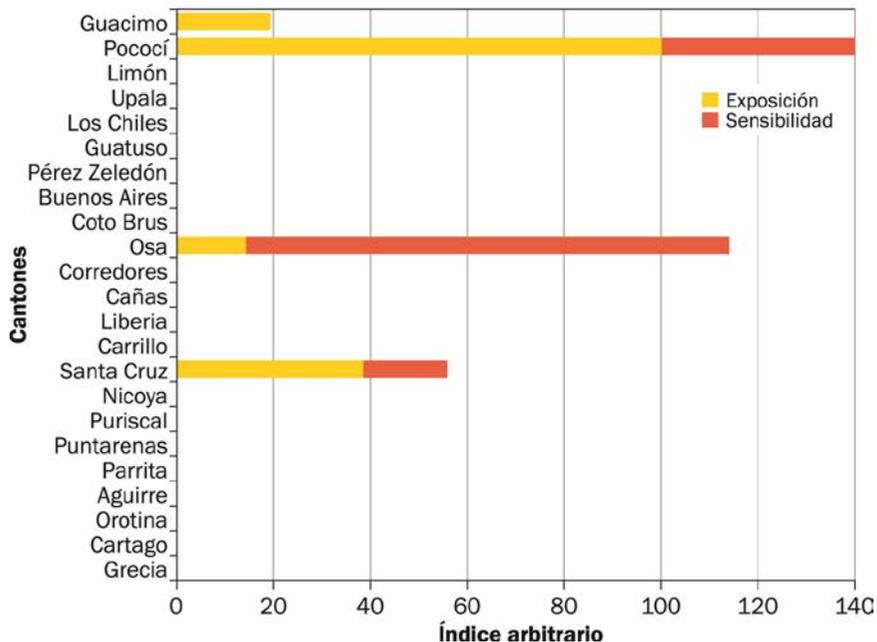


Figura 26. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de maíz durante La Niña

En el cuadro 4 se presentan los cantones con una vulnerabilidad alta o media alta, que pueden considerarse los prioritarios. Al agrupar los datos de los tres cultivos, ante dos escenarios de clima (El Niño y La Niña), es posible obtener una matriz de información base que puede servir como guía para una zonificación de vulnerabilidad en lo que a granos básicos y eventos ENOS se refiere.

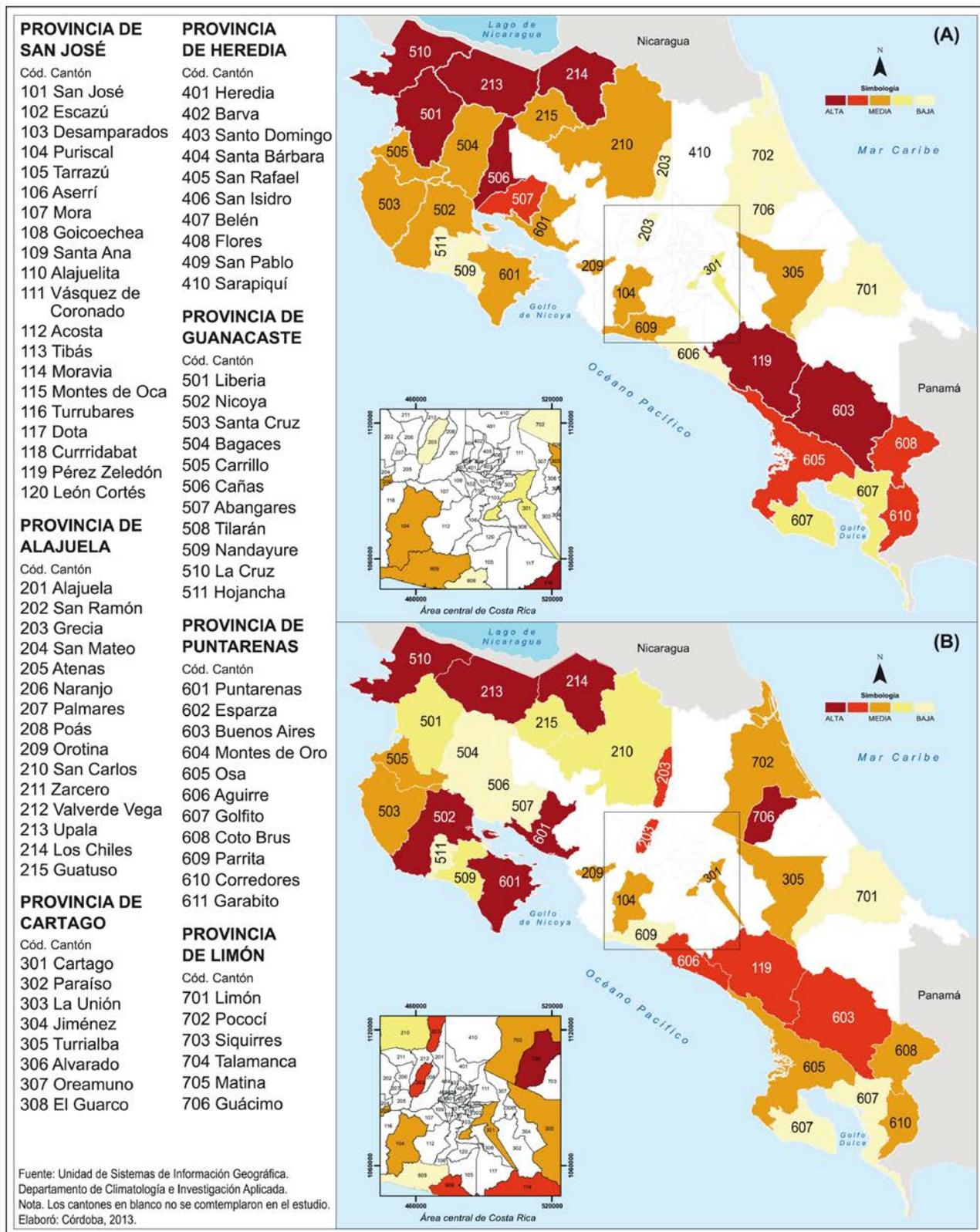


Figura 27. Vulnerabilidad del cultivo de frijol durante El Niño (A) y La Niña (B).

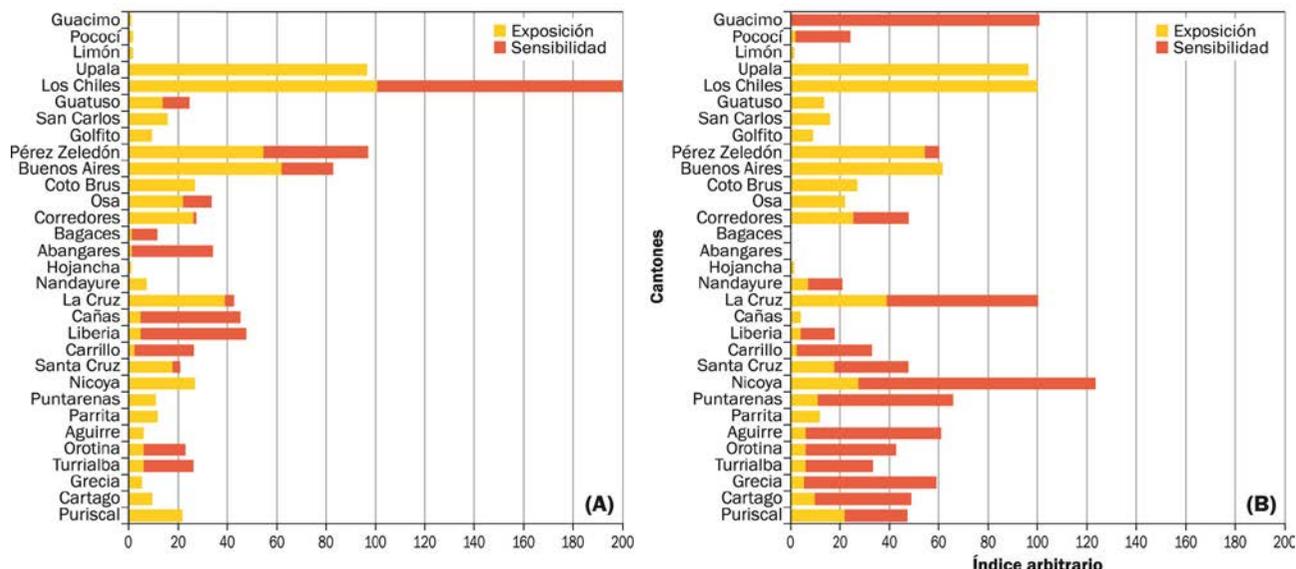


Figura 28. Componentes de vulnerabilidad del cultivo de frijol durante El Niño (A) y La Niña (B).

Cuadro 4. Cantones de mayor vulnerabilidad integrada, periodo 1980-2012

Región Climática	Cantones	El Niño			La Niña		
		Arroz	Maíz	Frijol	Arroz	Maíz	Frijol
Pacífico Norte	Nicoya						
	Carrillo						
	Santa Cruz						
	La Cruz						
	Liberia						
	Cañas						
	Abangares						
Pacífico Central	Aguirre						
	Orotina						
	Puntarenas						
Pacífico Sur	Osa						
	Corredores						
	Pérez Zeledón						
	Buenos Aires						
	Golfito						
	Coto						
Zona Norte	Los Chiles						
	Upala						
Caribe	Limón						
	Pococí						
	Guácimo						
Central	Grecia						

Nota: El color naranja indica que el cantón presenta un nivel alto o medio alto de vulnerabilidad

3.2. AMENAZA CLIMÁTICA

3.2.1. Amenaza actual: el ENOS, laboratorio del posible escenario de cambio climático a corto plazo

En el estudio de Alvarado et al (2012) se afirmó que el clima del futuro sería muy similar al que se presenta actualmente cuando hay un fenómeno de El Niño. No obstante, esta aseveración no es clara en cuanto a cuál futuro se refiere: al de corto, mediano o largo plazo (o a todo el siglo XXI). En este sentido el consenso de las investigaciones científicas es que al menos en el corto plazo (2014-2040) el ciclo de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) seguirá siendo el modo dominante de la variabilidad climática natural. Esto presupone, como es natural, que el ENOS se comportará tal cual se ha percibido en los últimos 30 o 60 años, donde efectivamente ha sido la señal más dominante. Es importante aclarar que el ENOS no se refiere exclusivamente a El Niño, sino a sus tres fases: El Niño, La Niña y la fase neutra, las cuales no se producen de forma simultánea. Esto significa que seguirán presentándose fenómenos de El Niño, La Niña y la fase neutral por lo que resta de este siglo. Lo que se está tratando de investigar es si, a mediano y largo plazo, el calentamiento global influirá en el comportamiento del ENOS, en términos de la intensidad, frecuencia y duración de las fases extremas (El Niño y La Niña). Por ahora existe mucha incertidumbre en las proyecciones de mediano y largo plazo, principalmente por la poca habilidad que tienen actualmente los modelos para simular bien el fenómeno ENOS.

Lo que se pretende en este capítulo de la “Amenaza Actual” es precisamente justificar por qué el ENOS es el escenario más probable de cambio climático en el corto plazo (2014-2040) y El Niño en el largo plazo (2071-2100), caracterizar no solo a El Niño sino también a La Niña y los impactos climáticos en Costa Rica según el registro histórico de los últimos 60 años. Por lo tanto, las proyecciones climáticas para el futuro dependerán en gran medida de los cambios potenciales en las propiedades del fenómeno ENOS (magnitud, frecuencia y duración). Consecuentemente, los eventos pasados de El Niño y La Niña se convierten en el laboratorio más adecuado para conocer el escenario climático más probable del corto y largo plazo. La respuesta del sector agropecuario nacional ante los eventos pasados de El Niño o La Niña, las acciones emprendidas y los impactos en los cultivos, son la base de un plan de adaptación que debe dirigir el sector hacia un aumento de su resiliencia, una disminución de la vulnerabilidad y por consiguiente reducir el riesgo de pérdidas ante las sequías, inundaciones, tormentas severas, etc.

3.2.2. El ENOS como escenario climático más probable en el siglo XXI

El fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es el modo más dominante de la variabilidad climática estacional e interanual de Costa Rica y en general de las zonas tropicales. Se caracteriza por presentar anomalías (diferencia aritmética del valor actual menos el promedio de largo plazo) de gran escala de la temperatura superficial del mar (TSM) en el Océano Pacífico ecuatorial. La amplitud de las variaciones de esas anomalías es típicamente del orden de 0,5° C a 3°C y se asocia a cambios tanto en la estructura térmica oceánica como en la circulación atmosférica y la actividad convectiva.

El ENOS es un término muy general para hacer referencia a sus tres componentes o fases, en las cuales El Niño (o fase cálida) y La Niña (o fase fría) representan los extremos opuestos de esta oscilación.

En promedio El Niño y La Niña tienen una recurrencia de 3 a 5 años, sin embargo, en el registro histórico este intervalo ha variado de 2 a 7 años. Normalmente El Niño dura de 9 a 12 meses; empero, hay casos muy excepcionales en que se ha prolongado por 4 años (i.e. El Niño 1991-1994). La Niña suele ser más persistente, de 1 hasta 3 años; ambos fenómenos tienden a originarse entre marzo y junio, y alcanzan un máximo de intensidad entre noviembre y febrero (Rasmusson y Carpenter 1982). Las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) suelen aparecer e intensificarse en la parte más oriental del Pacífico Ecuatorial y terminar en el Pacífico Central, aunque desde mediados de los años 70 el proceso ha sido a la inversa, lo que ha llevado a distinguir dos distintos tipos o versiones de El Niño y La Niña: el del Pacífico Central (también llamado Modoki) y el del Pacífico Oriental (también llamado canónico o convencional). Por lo menos en el siglo pasado, las fases frías (La Niña) y cálidas (El Niño) del ENOS no han sido simétricas, eso significa que las anomalías de TSM están sesgadas a los valores positivos; es decir, los eventos de El Niño han sido en magnitud más intensos que los de La Niña.

Las fluctuaciones de la TSM asociadas al ENOS inducen cambios importantes en la circulación tropical y afecta a las condiciones meteorológicas en todo el mundo a través de las teleconexiones (McPhaden et al 2006). El efecto más directo de El Niño o La Niña es un sube y baja en la presión atmosférica en la superficie, asociado con una modulación de los vientos alisios y un cambio de las precipitaciones tropicales. Esto afecta la agricultura, los recursos hídricos, así como la calidad del aire y los incendios forestales, en particular en los países vecinos del Pacífico Tropical.

No hay duda de que El Niño juega el papel más importante en la ocurrencia de sequías o inundaciones en los países tropicales, para estas regiones las sequías más severas se desarrollan principalmente durante los eventos de El Niño (Lyon, 2004; Coehlo & Goddard, 2009). En Costa Rica se demostró que, efectivamente, todos los eventos de El Niño coincidieron con una sequía en la Vertiente del Pacífico (IMN, 2008); por el contrario, en la Vertiente del Caribe, cerca del 90% de los eventos lluviosos extremos sucedieron durante un episodio de El Niño. Según lo anterior, un eventual aumento en la magnitud, la frecuencia o la duración de los eventos de El Niño o La Niña en un clima futuro más caliente, tiene implicaciones sociales negativas para las regiones más vulnerables y climáticamente más amenazadas por los eventos hidrometeorológicos extremos.

El 76% de la variabilidad anual observada de las temperaturas de la Tierra, entre 1880 y 2007, es explicada por la variaciones en la temperatura superficial de los océanos (Hoerling et al, 2008; Compo & Sardeshmukh, 2008). El ENOS, como una manifestación de la variabilidad térmica del Océano Pacífico, ejerce en el corto plazo una fuerte influencia en las temperaturas mundiales, en especial en aquellos años con temperaturas extremas (i.e., 0,2°C en El Niño de 1997-1998). Foster & Rahmstorf (2011), así como Lean & Rind (2008), demostraron que, al menos, entre 1889 y 2010, el 2,3% del calentamiento global fue ocasionado por El Niño, eso significa que el ENOS y otros fenómenos de variabilidad natural (aerosoles volcánicos, variabilidad solar) son los causantes en gran medida de los cambios de temperatura (y de otros elementos) del corto plazo; sin embargo, no pueden explicar la tendencia observada de calentamiento de largo plazo, en este sentido el IPCC (2013) asegura que “es extremadamente probable que la influencia humana -por medio de la liberación de gases de efecto invernadero- ha sido la causa dominante del calentamiento mundial observado desde mediados del siglo XX”.

En la figura 29 se muestra la variación internanual de la temperatura media de todo el planeta, la cual se construyó principalmente con los datos del índice de temperatura mundial (del océano y la

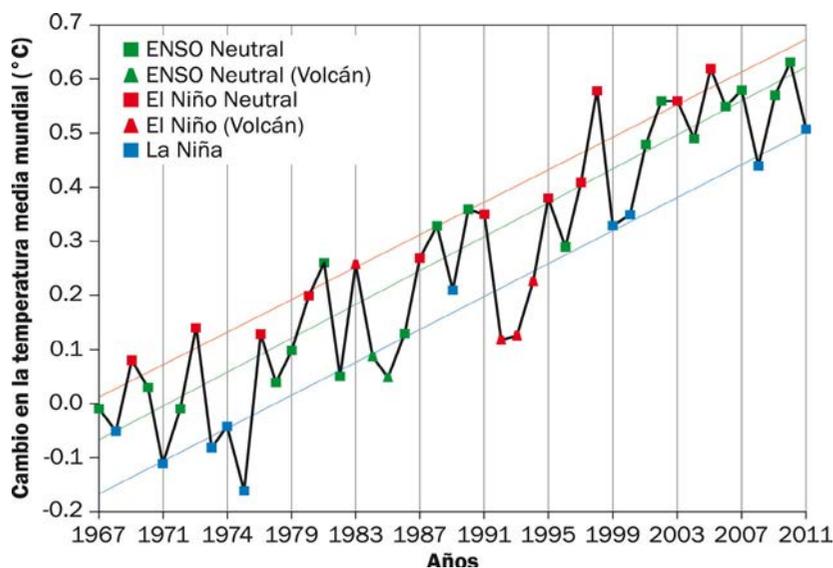


Figura 29. Variación temporal entre 1967 y 2011 de la anomalía de la temperatura mundial (medias anuales). Cada año es asociado con una fase del ENOS usando el índice MEI (Wolter & Timlin, 1993). Las líneas de colores representan la tendencia lineal de largo plazo. Fuente: GISTEM-NASA, CDC-NOAA)

tierra) del proyecto GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP) de la NASA, con datos provenientes de GHCN-v3 y ERSST, ambos para 1880-2011, con periodo base 1951-1980. Se utilizó también el Índice Multivariado del ENOS (MEI, por sus siglas en inglés; Wolter & Timlin, 1993) con un retraso de 4 meses para identificar las tres fases del ENOS, consistente con el enfoque de Foster & Rahmstorf (2011). Los años de El Niño y La Niña fueron clasificados como aquellos con valores del MEI mayores que +0,5 y menores que -0,5, respectivamente. Un MEI con un valor absoluto menor de 0,5 fue clasificado como un año neutral, por lo tanto cada año o punto del gráfico tiene asignado una fase del ENOS. De paso, se han añadido las tendencias lineales de cada categoría del ENOS.

Nótese en la figura 29 que las tres categorías del ENOS presentan una tendencia lineal muy bien definida, la cual oscila entre 0,15°C y 0,16°C por década entre 1967 y 2011. En las últimas dos décadas, las anomalías de la temperatura anual de cada categoría ha seguido la correspondiente tendencia lineal de largo plazo. También se puede deducir que (1) en promedio un año de El Niño aumenta la temperatura del planeta en 0,2°C más que de un evento de La Niña y 0,1°C más que uno neutral, (2) cada nuevo año de La Niña es tan caliente como un año de El Niño de 10-15 años antes, lo cual se puede considerar como una señal o influencia del calentamiento global en los eventos fríos del ENOS, (3) desde 1998 se han producido 4 eventos de La Niña (dos de los cuales han estado entre los 10 más fuertes desde 1967) y solo 2 eventos de El Niño (ambos relativamente de baja magnitud). Estos argumentos pueden ser utilizados para justificar la disminución del calentamiento global que se ha registrado entre 1998 y el 2013; es decir, la preponderancia de La Niña en la última década es la causa directa de dicha disminución, aunque también se añaden otras razones como un aumento en las emisiones antropogénicas de aerosoles y a una desestimación del calor que pueden almacenar las regiones más profundas de los océanos (Kaufmann et al., 2011).

Por todo lo expuesto hasta ahora, parece muy robusto y razonable suponer que en las próximas décadas la variabilidad climática natural asociada al ENOS continuará siendo mayor que la variabilidad propia del calentamiento global, y que por tanto el clima asociado al ENOS es el escenario climático más probable para el corto plazo (2014-2040). De cualquier forma la variabilidad climática interna o natural se superpondría a la señal existente del calentamiento global antropogénico (Smith et al., 2007; Keenly-

side et al, 2008). Para el mediano plazo (2041-2070) es posible que la variabilidad asociada directamente al calentamiento global sea de la misma magnitud que la de la variabilidad natural, lo cual supone un estado de transición en el que si bien el ENOS seguirá dominando la variabilidad climática estacional e interanual, la frecuencia de eventos de El Niño será significativamente mayor a la de La Niña. Este último supuesto se realiza en consideración a una importante cantidad de investigaciones, que coinciden en que el comportamiento del ENOS experimentó un cambio estadísticamente significativo y sin precedentes desde 1976, con un aparente pero aun no significativo aumento en la frecuencia e intensidad de El Niño (Trenberth & Hoar, 1997; Fedorov & Philander 2000; Folland et al., 2001; Tanaka et al., 2004; Vecchi et al., 2006; Power & Smith, 2007; Gergis & Fowler, 2008; Vecchi & Wittenberg, 2010).

En el contexto de los últimos 150, este cambio es muy anómalo y altamente inusual (figura 30), y según los autores citados en el párrafo anterior, es muy poco probable que sea debido solo a la variabilidad natural. Se propone que un aumento en la intensidad y frecuencia de El Niño empezará a ser más significativa desde el periodo de transición (2040-2070), pero se consolidará mejor en el periodo del 2071 al 2100. El 50% de todos los eventos intensos (magnitudes mayores a ± 3) desde 1871 se presentaron después de 1970.

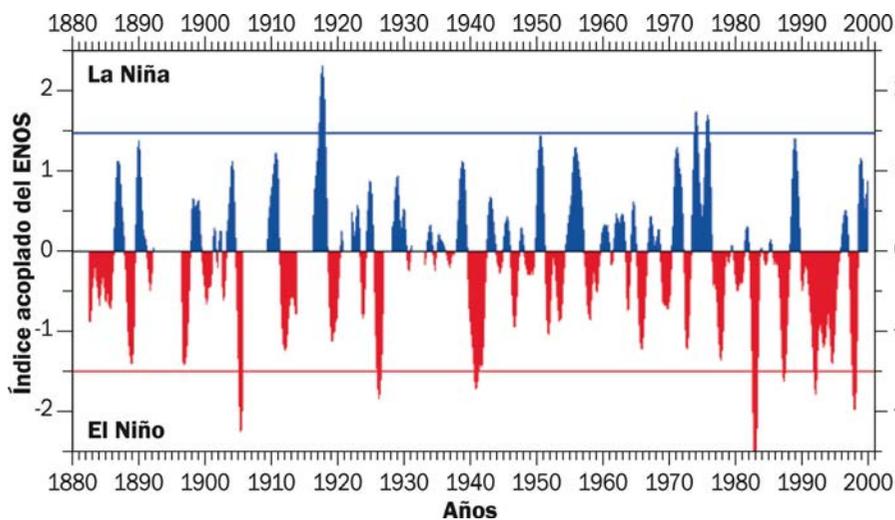


Figura 30. Serie histórica (1870-2002) de los eventos del ENOS, obtenidos por mediciones instrumentales. La escala horizontal es el tiempo y la vertical la magnitud. Los Niños en rojo y las Niñas en azul, utilizando el Índice Acoplado del ENOS (CEI por sus siglas en inglés, Gergis & Fowler, 2005).

Utilizando modelos de predicción climática de última generación, como por ejemplo los de los Proyectos de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 3 (CMIP-3) y Fase 5 (CMIP-5), varios autores (Knutson y Manabe, 1995; Mitchell et al, 1995.; Meehl y Washington, 1996; Timmermann et al, 1999; Boer et al, 2000; The CMIP Modelling Groups, 2005; Giannini et al., 2008; Collins et al., 2010; Oldenborgh et al., 2005; Power et al., 2013) determinaron cambios consistentes del ENOS durante el siglo XXI, entre los que destacan: (1) condiciones medias de temperatura del océano Pacífico similares a las de un evento actual de El Niño, (2) tendencia hacia un aumento de la intensidad y la frecuencia de eventos de El Niño. Por lo tanto, en este eventual estado de transición (entre 2041 y 2070), la asimetría entre eventos de El Niño y La Niña será aún mayor que la observada en el siglo XX y primeras décadas del siglo XXI, es decir, la proporción de eventos de El Niño empezará a superar significativamente a los de La Niña, independiente de la variabilidad natural de las grandes oscilaciones forzantes del ENOS, como por ejemplo

la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés). Este escenario sería más parecido al manifestado por Timmemann et al. (1999) y Alvarado et al. (2012), puesto que asumen una condición parecida a la actual pero más permanente de El Niño. En el largo plazo (2071-2100), la señal del calentamiento global será mayor a la variabilidad natural, de tal modo que la condición de un evento de El Niño se convertiría en un estado o clima más permanente y no transitorio como es en la actualidad.

3.2.3. Futuro cercano (2014-2040)

Se reitera y se asume que en el corto plazo el clima de Costa Rica, y en general de las regiones tropicales de América, estará modulado por la variabilidad natural del fenómeno ENOS, cuyo comportamiento y efectos en el país han sido ampliamente estudiados en un gran número de investigaciones (Ropelewsky & Halpert, 1987; Vega, 1987; Rogers, 1988; Ramírez, 1990; Zárata, 1990; Fernández & Ramírez, 1991; Waylen et al., 1994, 1996a,b; Enfield, 1996; Alfaro & Amador, 1997; Trenberth, 1997; Alfaro et al., 1998; Stolz, 1998; IMN, 1999; Retana & Villalobos, 2000; Alvarado & Fernandez, 2001a,b; Taylor & Alfaro, 2005; IMN, 2008).

De acuerdo con la figura 31 del Índice Oceánico del ENOS (ONI, por sus siglas en inglés, Kousky et al., 2004), en los últimos 60 años se han registrado aproximadamente 20 eventos moderados y fuertes del ENOS, distribuidos entre 13 episodios de El Niño y 7 de La Niña, lo cual pone de manifiesto la mayor frecuencia de los eventos de El Niño. La Niña más intensa fue la de 1973-1974 con ONI=-2,0; en tanto El Niño más intenso fue el de 1997-1998 con una magnitud de +2,4. En un estudio de más largo plazo, Gergis & Fowler (2005) afirman que el 50% de todos los eventos intensos de El Niño (magnitudes mayores a +3,0 del Índice Acoplado del ENOS, Gergis & Fowler, 2005) desde 1871 se presentaron después de 1970, también concluyeron que se produjo un cambio del predominio de eventos de La Niña previo a 1950, a un aumento de los Niños posterior a ese año; La Niña bajó de 15 a 11 eventos, mientras que El Niño aumentó de 12 a 16 eventos. Mediante registros proxys (anillo de árboles, corales, hielo y evidencias escritas) que datan de 1525, Gergis & Fowler (2009) realizaron una reconstrucción de los eventos históricos del ENOS, encontrando que el número de eventos de El Niño aumentó de unos 20 en el siglo XVI a 50 en el siglo XX, es decir, el 55% de los eventos extremos de El Niño ocurrieron en el siglo XX.

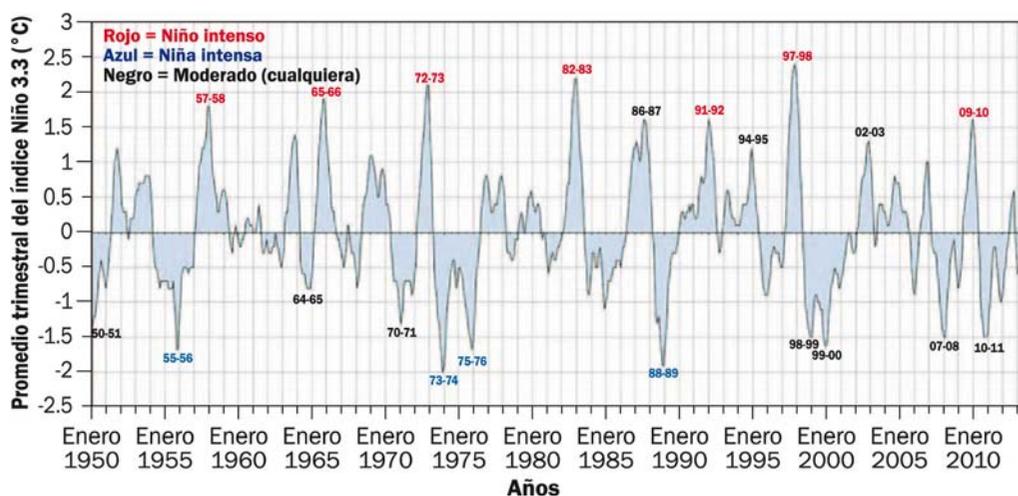


Figura 31. Serie de tiempo del índice ONI, correspondiente al promedio trimestral del índice de temperatura del mar en la Región Niño3.4 del Océano Pacífico. Los valores positivos mayores de +0,5 son catalogados como El Niño, y menores a -0,5 como La Niña. Fuente: CDC-NOAA.

Siendo más específicos, el 30% de todos los eventos intensos de El Niño se registraron después de 1940. Lo anterior pone de manifiesto que el ENOS tiene un comportamiento muy diferente bajo un escenario no perturbado o natural (siglos XVI, XVII y XVIII previo a la era industrial) y uno antropogénicamente perturbado (siglos XIX y XX, durante la era industrial).

En principio, la proporción de 13/7 entre los Niños y las Niñas de los últimos 60 años podría mantenerse parecida en el corto plazo si asumimos que, efectivamente esa variabilidad no va a cambiar; sin embargo, no es información suficiente para tener un panorama más claro de lo que realmente podría suceder. La figura 32 muestra la variabilidad temporal del Índice Multivariado del ENOS (MEI, por sus siglas en inglés, Wolter & Timlin, 1993), que a diferencia del ONI, es un indicador estandarizado y acoplado, ya que en su formulación contiene parámetros oceánicos y atmosféricos. En color rojo están indicados los eventos de El Niño y en azul los de La Niña. Las dos líneas verticales discontinuas se pusieron a propósito con el fin de poder diferenciar dos regímenes que permiten deducir un comportamiento multidecadal en la proporción de Niños y Niñas. Entre 1950 y 1976 se aprecia una condición en la que se contabilizan 7 eventos de La Niña (magnitudes menores a -1), y 3 eventos de El Niño (magnitudes mayores a +1,0). Nótese que hay dos eventos de La Niña con tres años de duración, uno de los cuales superó la magnitud de 2,0. Por lo tanto, ese periodo de 27 años fue muy activo en eventos de La Niña. Posteriormente hubo un largo periodo (entre 1977 y 2007) donde se presentaron más eventos de El Niño que de La Niña (6 vs 2). Este periodo de 30 años fue extraordinariamente activo en fenómenos de El Niño, no solo porque aumentó su frecuencia, sino también la intensidad (1982-1983, 1997-1998) y la duración (1991-1995) de alguno de ellos. Posteriormente, en el 2008 se aprecia una nueva señal de cambio, con la ocurrencia hasta el momento de 2 eventos de cada fenómeno, aunque los de La Niña han sido más extensos e intensos que los de El Niño, de modo que pareciera que se ha iniciado un nuevo ciclo con dominio de eventos de La Niña.

Este comportamiento multidecadal de las fases de El Niño y La Niña es consecuencia de una oscilación aún mucho más amplia -en tiempo y espacio- que el ENOS: la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés, Mantua et al., 1997). La PDO es un fenómeno que se encuentra fundamentalmente en el océano Pacífico Norte (en contraposición al ENOS, que afecta sobre todo al Pacífico tropical) y produce patrones de temperaturas muy particulares que tienen un impacto en el clima de Norteamérica. Presenta dos fases que se alternan, las fases cálidas (valores positivos) y las fases frías (valores nega-

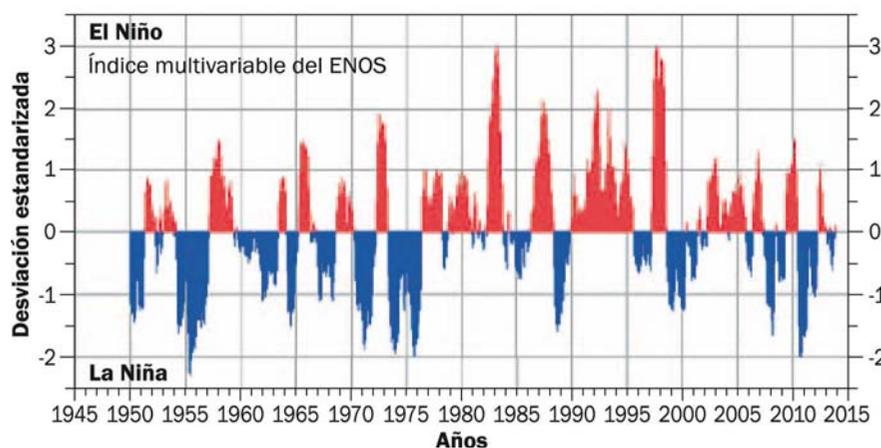


Figura 32. Serie de tiempo del índice Multivariado del ENOS (MEI). Las líneas verticales señalan cambios importantes en el comportamiento del ENOS. Fuente: CDC-NOAA.

tivos); normalmente permanece en una fase durante un periodo de tiempo significativo, entre 15 y 30 años; sin embargo, en el registro histórico se han visto periodos tan cortos como de 10 años y tan largos como 40 años (a diferencia de las fases del ENOS, cuya duración típica es de 1 a 7 años). Sin embargo, es usual que estos periodos largos se interrumpan con intervalos en los que cambia de fase durante algunos años. Aunque se hable de un periodo de unos 15 a 30 años, no es en absoluto una división clara. Una fase fría de la PDO se asocia con temperaturas frías en la superficie marina a lo largo de la costa del Pacífico de Norteamérica, pero el centro del Pacífico Norte permanece bastante cálido. En el siglo pasado, la PDO cambió de signo en cinco ocasiones (figura 33): en 1906 pasó a la fase fría, luego en 1924 a la fase cálida, entre 1945 y 1976 permaneció en una prolongada fase fría, luego en 1977 pasó a una nueva fase cálida hasta el 2007 y, finalmente, en 2008 a la fase fría donde persiste en la actualidad. De acuerdo con la figura 33, que muestra los cambios más consistentes de la PDO, cerca del 2008 se registró el cambio más significativo en el signo de la PDO; nótese que las Niñas se volvieron más activas cuando la pendiente fue negativa y lo contrario para los Niños. Al comparar las figuras 32, 33 y 34 queda claro que las fases negativas de la PDO coinciden con un predominio de eventos de La Niña (en número, magnitud y duración media), mientras que las fases positivas de la PDO se asocian con una mayor actividad de los eventos de El Niño. Si se extrapola este nuevo ciclo al futuro cercano, el resultado sería una fase negativa

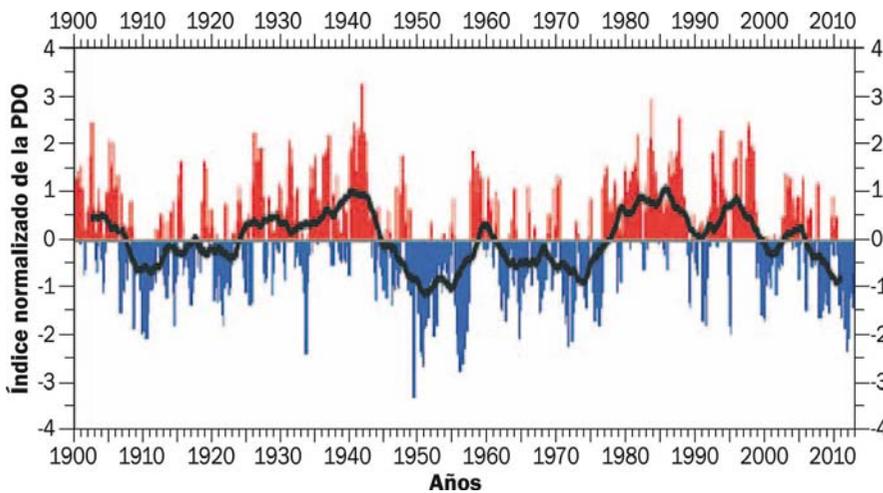


Figura 33. Serie del tiempo del Índice Decadal del Pacífico (PDO). La curva negra es un suavizado (promedio móvil de 9 años) para filtrar las oscilaciones de menor frecuencia. Las líneas negras verticales dividen periodos con comportamiento distintos de la PDO. Fuente: Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean)

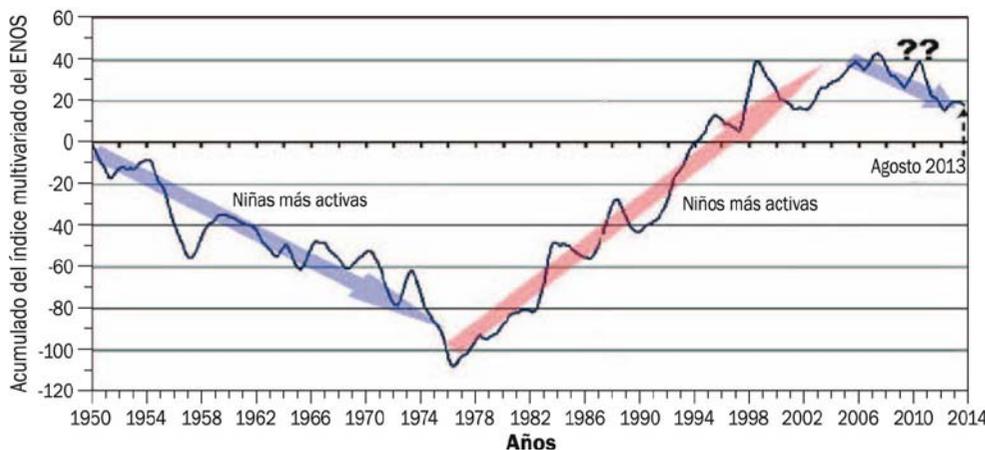


Figura 34. Serie de tiempo del valor acumulado anual del índice MEI. Las fechas de colores ilustran la tendencia lineal de periodos multidecadales. Cuando la pendiente de la línea es negativa (positiva), los eventos de La Niña (El Niño) son más activos. Es posible que el 2008 haya iniciado un nuevo ciclo con pendiente negativa, lo que implica un periodo de unos 30 años con mayor actividad de La Niña.

de la PDO y por lo tanto una prevalencia de los eventos de La Niña hasta aproximadamente el 2040, en una proporción similar a los ciclos anteriores de 2 a 1 (con magnitudes mayores a 1,0 del índice MEI), lo cual implica varias posibles combinaciones, por ejemplo 8 Niñas y 4 Niños, ó 10 Niñas y 5 Niños.

La clasificación de los eventos del ENOS utilizando la metodología del Climate Diagnostic Center (NCEP-NOAA) demuestra que la duración de El Niño y La Niña también está relacionada con la fase de la PDO, ya que durante la fase positiva (de la PDO) los eventos de El Niño (La Niña) presentan una duración media de 21 (12) meses, mientras que en la fase negativa los Niños duran 13 meses y las Niñas 20 meses. Esto significa que en el nuevo ciclo que comenzó en el 2008 es posible que en promedio los eventos de La Niña (que serían más numerosos que las de los Niños) se prolonguen 7 meses más que los de El Niño.

3.2.4. Escenario climático para Costa Rica en el corto plazo (2014-2040)

Tal como se ha discutido en los párrafos anteriores, la mejor estimación del clima para los próximos 25 años lo presenta el comportamiento del ENOS en los últimos 60 años, lo cual significa que los episodios de El Niño y La Niña seguirán afectando al país en una forma muy parecida a la observada en promedio en ese periodo de tiempo (cuadro 5). Por lo tanto, se asumirá que en el futuro cercano el número de eventos de La Niña duplicará a los de El Niño, quizá en una proporción de 8 Niñas y 4 Niños (con magnitudes mayores a 1,0 del índice MEI). En términos de intensidad y duración será posible ver uno o dos fenómenos de La Niña de gran magnitud, como por ejemplo La Niña del 2010-2011.

De acuerdo con el estudio de IMN (2008) hay una probabilidad moderada (70%) de que durante eventos de La Niña se presenten condiciones secas extremas en la Vertiente del Caribe y, por el contrario, lluvioso extremo en la Vertiente del Pacífico. Un ejemplo de lo anterior se presentó con el fenómeno de La Niña que se extendió de junio del 2010 hasta marzo del 2012, ya que se registró una temporada lluviosa récord en varios puntos del Pacífico así como condiciones de sequía intensa en la provincia de Limón, particularmente entre julio y agosto. Cuantitativamente hablando, según el cuadro 5, en la Vertiente del Pacífico La Niña está asociada con temporadas de lluvia que ocasionan de un 28% hasta un 62% más lluvia que lo normal. En tanto en la Vertiente del Caribe la señal anual no está tan bien definida como en el Pacífico, pues el mayor impacto no se produce a esa escala de tiempo, sino con mayor frecuencia a una escala más estacional, específicamente entre junio y octubre; por ejemplo, en las temporadas lluviasas

Cuadro 5. Balance anual de las lluvias durante los eventos extremos del ENOS (El Niño y La Niña) en la Vertiente del Pacífico. IND = no hay un patrón dominante a escala anual

REGION	La Niña (%)	El NIÑO (%)
PACIFICO NORTE	+46	-26
PACIFICO CENTRAL	+28	-26
PACIFICO SUR	+34	-13
VALLE CENTRAL	+62	-23
REGION CARIBE	IND	+18
ZONA NORTE	IND	IND

del 2010 al 2013 el déficit acumulado entre junio y octubre osciló entre un 20% y 50%, siendo la del 2011 la más alta del registro histórico de varias estaciones meteorológicas del Caribe Norte como la de Limón Centro. La Zona Norte es la región del país que manifiesta la correlación más baja con los impactos del ENOS, ya que no se logra identificar una asociación o patrón dominante en el acumulado anual.

Ahora bien, tal como lo demuestra el registro histórico, no se puede descartar que en este nuevo ciclo de predominio de La Niña se registren eventos de El Niño con una magnitud e impactos significativos, como por ejemplo El Niño de 1972-1973 que ocurrió al final de una fase negativa de la PDO y que ocasionó la peor sequía en el Pacífico Central desde 1960. Por otro lado, también es muy importante destacar que aún eventos de El Niño catalogados internacionalmente como “débiles” o “ignorados” pueden tener un impacto “fuerte” en el ciclo hidrológico. En ese sentido hay que señalar que la comunidad científica internacional declaró al año 2009-2010 como un año de El Niño de moderada intensidad, y según el Boletín del ENOS No 29 de diciembre del 2009, en ese año se produjo una sequía entre mayo y setiembre, la cual ocasionó un déficit anual de lluvia del 30% en la región Pacífico Norte (Guanacaste) y del 20% en el Valle Central. Tres años después (en el 2012), el IMN alertó sobre un evento de El Niño a nivel regional (Boletín del ENOS No.48), el cual no aparece registrado o aceptado como un evento a nivel internacional; no obstante, su máxima intensidad -según el índice MEI- fue de +1,1, comparado con +1,5 de El Niño del 2009-2010.

Sin embargo, a pesar de que El Niño del 2012 fue más débil (e ignorado internacionalmente) que el del 2009, los impactos que ambos produjeron en Guanacaste y el Valle Central fueron exactamente los mismos, lo cual demuestra que efectivamente en la práctica la intensidad de El Niño no sigue una relación lineal con respecto a los impactos que produce. Por lo tanto, dado el antecedente, no se puede ignorar el efecto que puedan ocasionar todos estos “pequeños” eventos de El Niño en el futuro, pues aunque el pronóstico sea más complejo (debido a que por su magnitud y duración son fácilmente filtrados por los sistemas de predicción y monitoreo en tiempo real), su impacto puede ser tan significativo al grado de compensar o superar el efecto de los eventos de La Niña.

Las figuras 35 y 36 muestran la distribución espacial del índice de lluvia estacional para el evento de El Niño y La Niña, donde se pueden evidenciar las regiones del país que experimentan las condiciones más extremas de sequía o de condiciones más lluviosas. La división orográfica, establecida por las cadenas montañosas que atraviesan al país, son determinantes en la distribución horizontal del índice IPE, ya que precisamente se convierten en una división climática entre una y otra vertiente. En ambos casos se destacan singularidades propias de algunas regiones, como por ejemplo la condición lluviosa extrema durante eventos de El Niño en el sector costero de la Vertiente del Caribe, pero en mayor extensión en el Caribe Norte (figura 35), en tanto escenarios normales predominan en las estribaciones y faldas orientales de la cordillera Central y de Talamanca.

La Zona Norte, cuyo clima tiene una fuerte influencia del mar Caribe, es la que muestra una mayor variabilidad del IMP, principalmente durante eventos de El Niño, desde el escenario seco leve (Upala y estribaciones de la cordillera de Guanacaste) hasta el lluvioso severo (al norte del volcán Arenal en la cuenca del río Frío). Nótese en la cuenca del río San Carlos una banda estrecha con condiciones ligeramente normales o de seco leve. Del lado de la Vertiente del Pacífico (figura 35) queda muy evidente el “corredor seco” delimitado por las categorías seco fuerte y severo, el cual abarca prácticamente toda la provincia de Guanacaste, pasando por lugares como Miramar, San Ramón, Zarcero, todo el Valle Central, Cartago, el cerro de La Muerte, el cerro Chirripó, el Valle del General y Valle de Coto Brus.

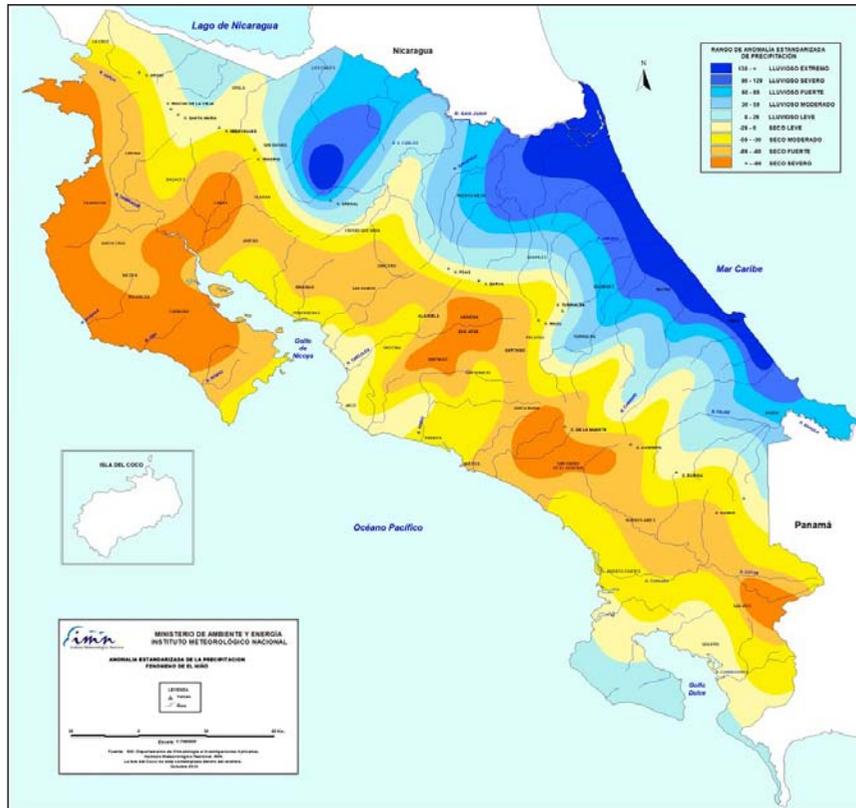


Figura 35. Variación horizontal del Índice de Precipitación Estandarizada (IPE) correspondiente al evento de El Niño durante el trimestre julio-setiembre. Periodo de análisis 1960-2013.

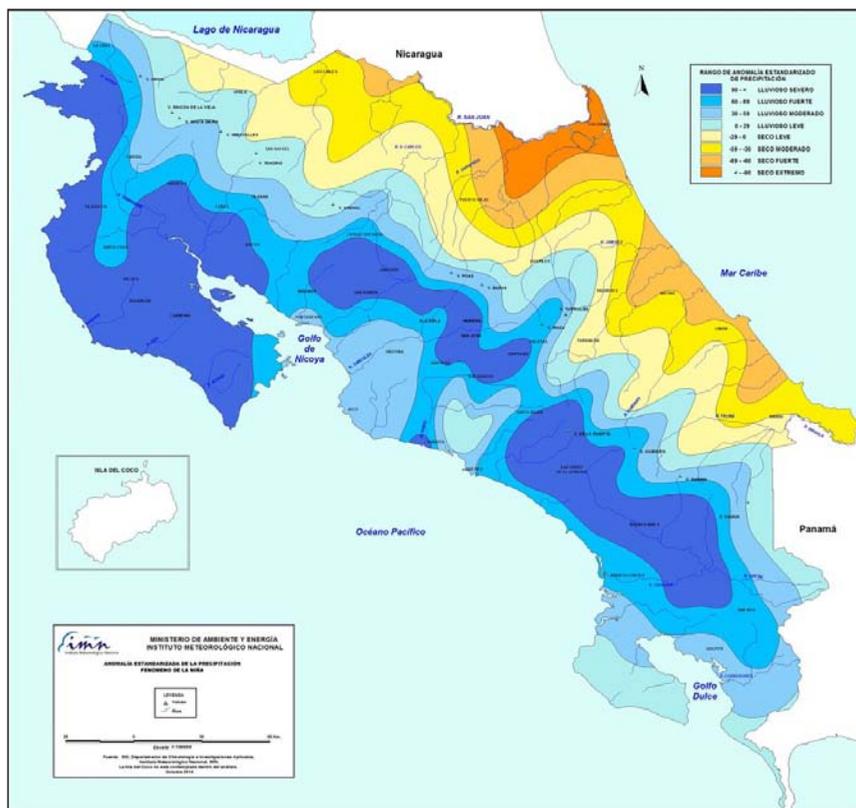


Figura 36. Variación horizontal del Índice de Precipitación Estandarizada correspondiente al evento de La Niña durante el trimestre julio-setiembre. Periodo de análisis 1960-2013.

En general, durante El Niño, predominan los escenarios secos en todo el Pacífico, salvo en la península de Osa y Punta Burica. La región con la mayor extensión del escenario seco severo es el Pacífico Norte, en particular toda la franja costera desde la península de Santa Elena hasta Punta Coyote o el límite entre las provincias de Guanacaste y Puntarenas, incluyendo la cuenca del río Bebedero y parte sur de la cuenca del río Tempisque. La zona relativamente menos seca del Pacífico Norte es entre el río Barranca y el Tárcoles. En el Pacífico Central, las cuencas del río Tusubres y parte baja de río Damas son las menos seca, mientras que las que presentan una condición seca más severa son la zona de Santiago de Puriscal (parte alta de la cuenca del río Damas) y San Isidro del General (en la parte alta del río Savegre). El Pacífico Sur, al igual que la Zona Norte, manifiestan una condición más variable que la del resto de regiones, los escenarios varían desde el lluvioso leve (península de Osa y Punta Burica) a seco severo (zona de Pérez Zeledón en la parte alta de la cuenca del río Grande de Térraba y en la zona de San Vito de Coto Brus).

En cuanto a la distribución del IPE durante eventos de La Niña, la figura 36 muestra la variación espacial. En la Vertiente del Caribe y la Zona Norte se observa una condición muy homogénea de escenarios secos que se extienden desde las faldas orientales de las cordilleras hasta la costa o la zona fronteriza, respectivamente. Nótese el aumento de las condiciones secas desde las cordilleras a la costa, y del Caribe Sur al Caribe Norte. La región de las llanuras de Tortuguero, al noreste del país, es la única en la Región Caribe que manifiesta el escenario seco severo. Otra singularidad importante es la banda o corredor húmedo que parte del Valle Central hacia el noreste, pasando por Cartago, los volcanes Irazú-Turrialba y Guápiles. En la Zona Norte las regiones más propensas a una sequía moderada son las más alejadas de la cordillera (Los Chiles, Caño Negro). Las estribaciones y faldas de la cordillera de Guanacaste presentan escenarios normales o levemente lluviosos. En esta región también se aprecia una proyección de escenarios húmedos desde la Vertiente del Pacífico, el cual parte de Zarcero, pasando por Ciudad Quesada, Muelle de San Carlos y Aguas Zarcas.

Del lado de la Vertiente del Pacífico La Niña se caracteriza por presentar escenarios lluviosos y el patrón es más homogéneo que el de la Vertiente del Caribe. Al igual que existe un corredor de la sequía, también se registra un corredor de lluvias torrenciales e inundaciones, el cual abarca toda la costa de Guanacaste, la península de Nicoya, la parte baja de la cuenca del río Tempisque, pasa por San Ramón, Zarcero, Heredia, San José, Cartago, el cerro de la Muerte, Pérez Zeledón, todo el Valle del General y Coto Brus. Las regiones con los índices más bajos (normales o lluvioso leve) se localizan en la ciudad de Puntarenas, el río Tárcoles, Orotina, Jacó, al sur del río Parrita, la Península de Osa y Punta Burica.

3.3. RIESGO CLIMÁTICO

Para PNUD (2003) el riesgo puede ser concebido como la interacción entre los peligros físicos identificados y las propiedades de los sistemas expuestos. Para que el riesgo sea concreto, es necesario que la amenaza y la vulnerabilidad coincidan en espacio y tiempo.

En este estudio, los escenarios de riesgo que se presentan corresponden a la visión histórica del impacto de las fases de ENOS (amenaza) sobre los cultivos expuestos en el campo (vulnerabilidad) en

los últimos 30 años (1980-2010 aproximadamente) y condensan el comportamiento más probable de este registro.

Estos escenarios deben de ser tomados como una guía sectorial, puesto que existen una serie de limitantes para su uso a nivel de finca. Las figuras 37 y 38 presentan el riesgo para el cultivo del arroz.

El mayor riesgo durante años El Niño se concentra en el Pacífico Norte y el Pacífico Sur ya que son áreas de alta exposición y sensibilidad a efectos de sequías. Durante eventos de La Niña, el riesgo disminuye debido a que el rendimiento tiende a mejorar; sin embargo, la distribución espacial del riesgo durante La Niña no muestra un comportamiento homogéneo. Solo tres cantones presentan un nivel de riesgo importante: Corredores, Nandayure y La Cruz. De acuerdo con la concepción de riesgo usada, los componentes (amenaza y vulnerabilidad) son particulares para cada cantón. En la figura 39 se presenta el desglose del riesgo por componente para el cultivo del arroz.

El riesgo estimado para el cultivo del maíz guarda cercanía con el riesgo calculado para arroz. Tanto la distribución espacial como la afectación durante año Niño o Niña son similares. El riesgo durante Niños se concentra en el Pacífico, principalmente en el Pacífico Norte y en el Pacífico Sur. Empero, el mayor riesgo en el sur se presenta hacia el valle de El General y no hacia el sur de la Fila Brunqueña como en el caso del arroz. Durante La Niña, el riesgo disminuye y solo afecta los cantones de Osa, Pococí y Grecia. En la figura 40 se presenta la distribución espacial del riesgo para el maíz.

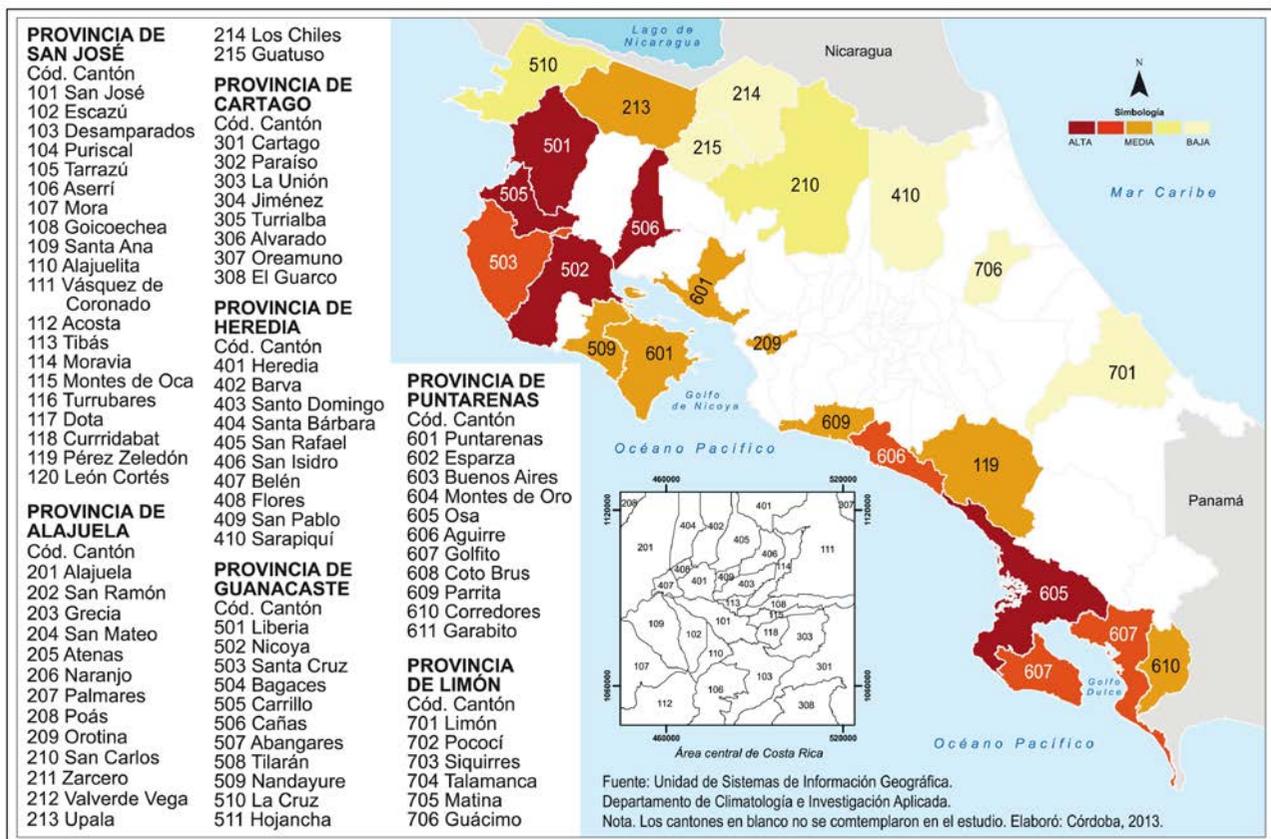


Figura 37. Riesgo climático para el cultivo del arroz durante años El Niño.

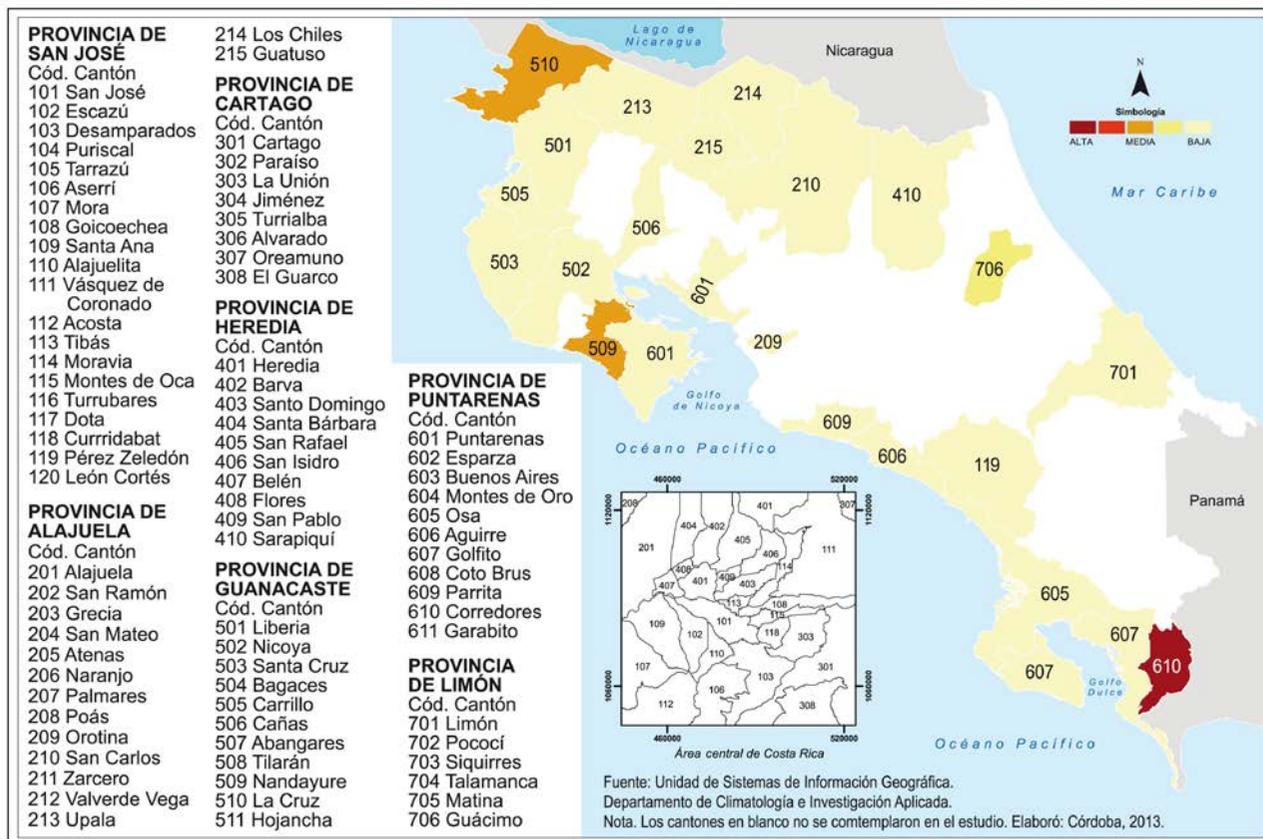


Figura 38. Riesgo climático para el cultivo del arroz durante años La Niña.

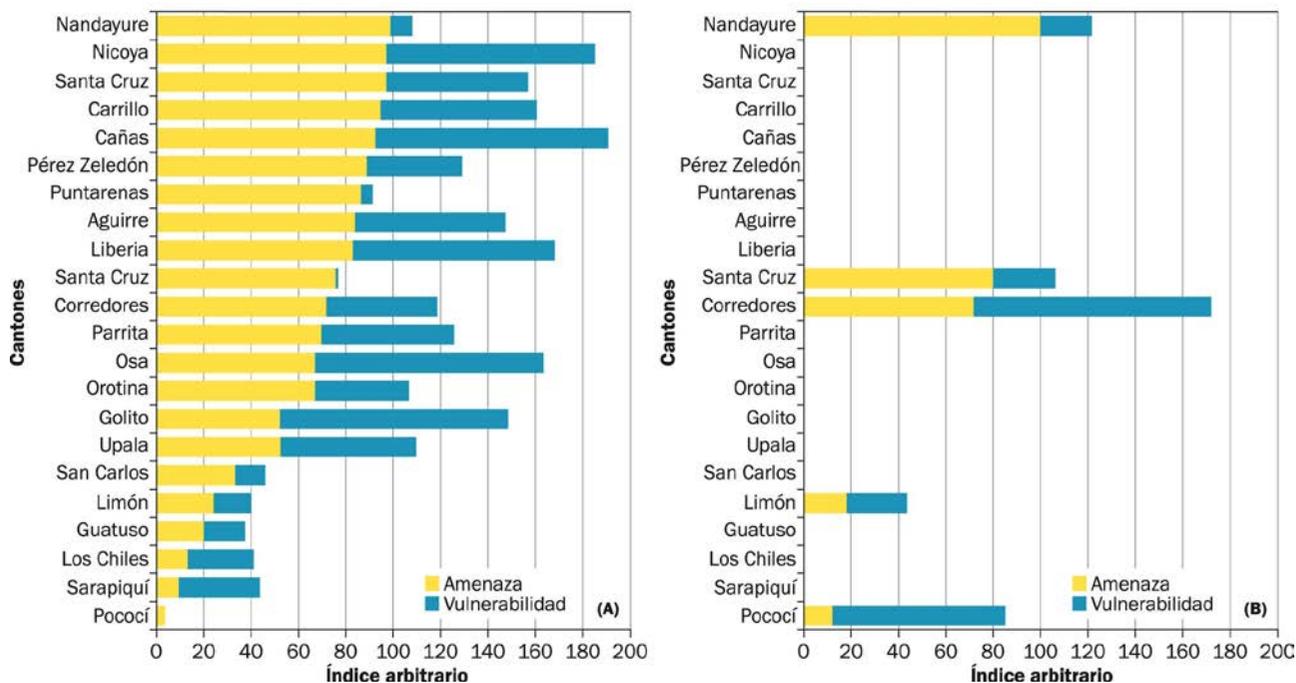


Figura 39. Componentes de riesgo del cultivo de arroz durante El Niño (A) y La Niña (B).

En la figura 41 se presenta el riesgo dividido en sus componentes. Puede observarse la particularidad de la composición, con cantones donde su expresión de riesgo durante Niños, obedece principalmente al alto nivel de la amenaza como en Cartago o Cañas, mientras que en cantones como Pococí, el riesgo es asumido prácticamente por su alta vulnerabilidad.

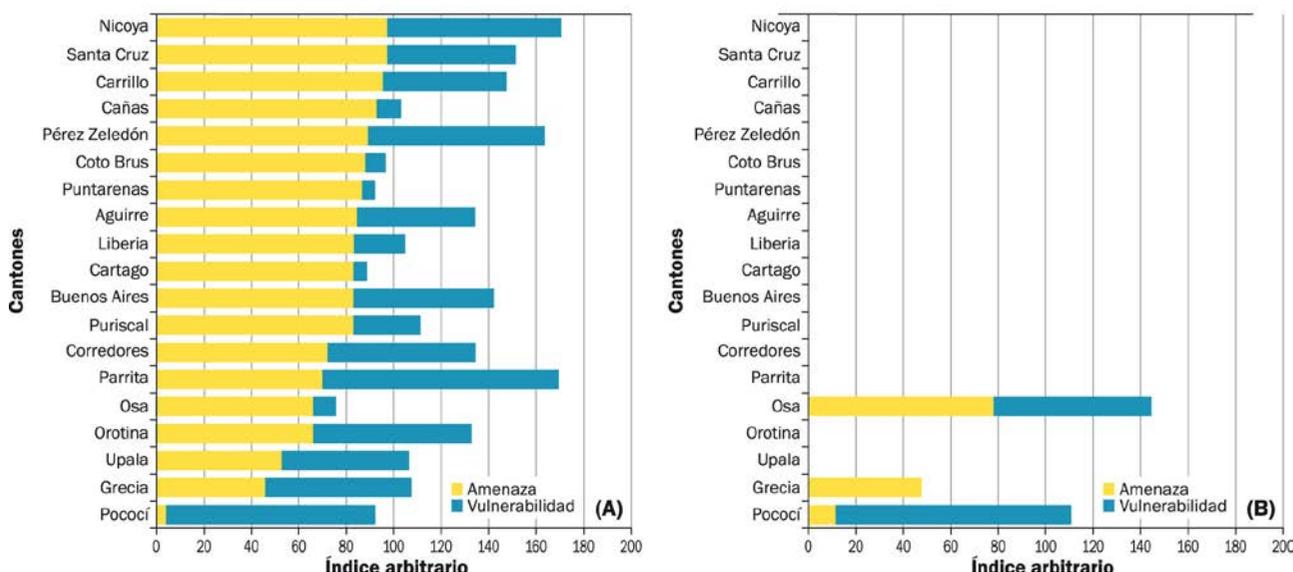


Figura 41. Componentes de riesgo del cultivo de maíz durante El Niño (A) y La Niña (B).

El riesgo estimado para frijol presenta un escenario diferente al riesgo del arroz y maíz. Tanto El Niño como La Niña promueven situaciones de riesgo importante en la mayor parte de los cantones productores (Fig. 42). Se concentra en el Pacífico Norte, Zona Norte y Pacífico Sur.

Otra particularidad del frijol es que existen cantones que presentan alto riesgo tanto durante El Niño como durante La Niña. Nicoya, Santa Cruz y Carrillo en el Pacífico Norte, así como Pérez Zeledón y Buenos Aires en el Pacífico Sur, presentan un alto y medio-alto riesgo durante cualquiera de las dos fases de ENOS. En este sentido, la sensibilidad del cultivo expuesto a condiciones de sequía o lluvia extrema, es la explicación. El umbral crítico de precipitación en estos cantones, se alcanza con facilidad.

En la figura 43 se presenta el riesgo estimado, separado por sus componentes.

Cuando se separan los componentes del riesgo se puede observar (Figura 43) que la amenaza tiene un peso mayor en la comprensión del resultado final. Tanto durante La Niña como durante El Niño, las condiciones climáticas adversas (extremos secos o extremos lluviosos) superan las condiciones de vulnerabilidad. Por ejemplo, en cantones como Hojancha o Limón el alto riesgo se explica debido a los escenarios de clima que experimentan durante las fases de ENOS y no tanto por su vulnerabilidad. Consecuentemente, aunque la vulnerabilidad de la actividad agropecuaria no sea muy alta, su riesgo puede elevarse debido a la condición de la amenaza de clima. En el caso del frijol, el riesgo climático es muy similar entre El Niño y La Niña. Puede decirse que las posibilidades de pérdida durante eventos extremos secos y eventos extremos lluviosos es parecida, tal y como ha sido demostrado por Retana, Alvarado y Pacheco (2009).

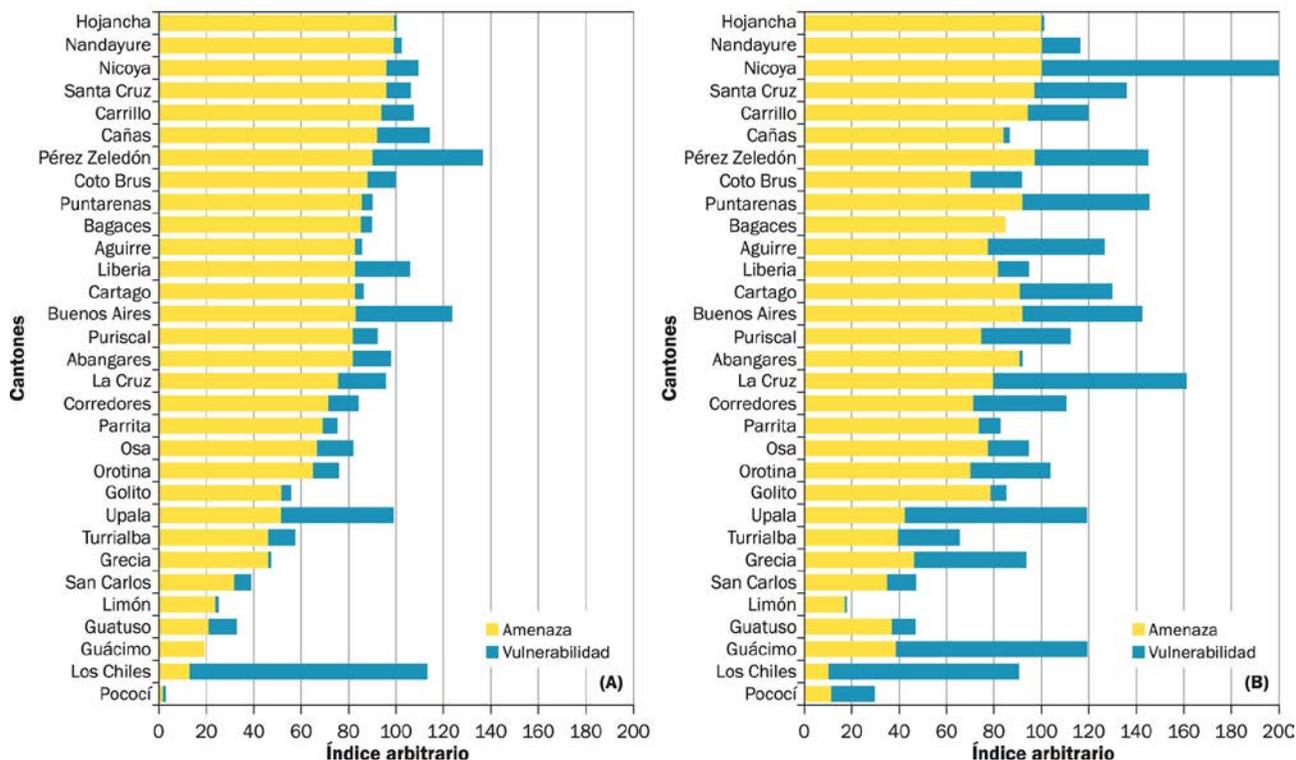


Figura 43. Componentes de riesgo del cultivo de frijol durante El Niño (A) y La Niña (B).

Para el arroz y el maíz, el mayor riesgo por situaciones extremas del clima que puedan afectar negativamente el rendimiento, se presenta durante El Niño. La explicación de este comportamiento se asocia con eventos extremos secos que afectan principalmente los cantones productores del Pacífico y la Zona Norte. Durante La Niña, el riesgo disminuye notablemente. Condiciones de mayor precipitación pueden favorecer el rendimiento de estas gramíneas tal y como lo sugieren Retana y Solano (2000), Villalobos (2001) y Villalobos et al (2002).

Las condiciones de riesgo climático son particulares para cada cantón.

4.1. GESTIÓN DE RIESGO CLIMÁTICO: VALORACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS

4.1.1. Gestión del riesgo

La gestión del riesgo climático para el sector agropecuario puede definirse como un proceso transversal y estratégico, que potencia acciones intencionadas para disminuir las pérdidas producto del impacto de eventos intensos. La gestión del riesgo se presenta como una plataforma de análisis apropiada para impulsar estrategias de adaptación en la medida que no solo busque disminuir las pérdidas, sino generar condiciones de desarrollo en el medio rural que permita iniciar procesos de disminución de las condiciones de vulnerabilidad, ser más eficientes y contar con los medios para aprovechar las oportunidades que presente el nuevo escenario de clima.

Estas nuevas oportunidades deben de encauzar los procesos estratégicos para ayudar a los sectores a convivir con la amenaza y obtener beneficios coyunturales. No todas las situaciones de clima extremo tienen que producir pérdidas, hay actividades que se benefician pero es necesario identificarlas para luego potenciarlas. El gestionar los riesgos del clima puede contribuir con la identificación de poblaciones, grupos y áreas vulnerables y no vulnerables, apropiadas para emprender programas de desarrollo. La gran sombrilla que debe de cubrir estas estrategias de adaptación con enfoque de gestión de riesgo, son los planes nacionales de desarrollo. La adaptación enfrenta a las comunidades no solo a sobrevivir, sino a convivir con el nuevo patrón de clima y en este escenario deben competir en un mundo globalizado altamente exigente. Esto debe ser una meta de Estado en cualquier país.

El proceso de gestionar los riesgos es estratégico porque los pasos a seguir procuren conseguir una meta. Por lo tanto, el paso número uno es definir el norte del proceso que evidencie un orden consecutivo y cíclico, que permita revisión de metodologías, evaluación permanente de resultados y la retroalimentación del sistema. El proceso es continuo y en la medida de lo posible debe ser sistematizado. Este tipo de esfuerzos deben de ser institucionalizados y formalizados en todos sus extremos, de lo contrario dependen en su mantenimiento de esfuerzos y voluntades individuales y no formalizadas.

La información juega uno de los papeles más importantes en la definición del proceso, en la medida que genere conocimiento y este fundamente acciones. En este sentido la información debe registrarse, cuantificarse, compararse, comprenderse y utilizarse, sino se estará creando tan solo una acumulación de datos sin sentido. Un proceso estratégico se puede iniciar a partir de la captura de información, su comprensión y su traducción.

4.1.2. Valoración económica de impactos para gestionar riesgos

Uno de los datos de mayor importancia en el proceso de gestión de riesgos, tiene que ver con la traducción económica del impacto. Puede referirse a pérdidas o al costo de reposición o reparación y también se asocia con una cantidad que dejaría de ganarse. De hecho muchos de los procesos originales que intentan gestionar el riesgo se fundamentan en una amplia base de datos de este tipo de información en beneficio del sector de seguros agrícolas.

En el caso de la gestión de riesgos climáticos en Costa Rica, existen y se desarrollan algunas bases de datos que relacionan eventos hidrometeorológicos extremos con los impactos causados (sociales, infraestructura, económicos y productivos). Una de las primeras bases corresponde al esfuerzo regional de la Red de Estudios Sociales en la Prevención de Desastres en América Latina (La RED) que se basa en diferentes fuentes para lanzar una herramienta en línea que despliega información sobre impactos de desastres y que se conoce como Desinventar. Otra base importante es la que maneja la Comisión Nacional de Emergencia (CNE) y que cuenta con la información que ellos mismos generan durante la atención de emergencias de diferente naturaleza.

Más recientemente el esfuerzo pionero que llevan adelante el MAG y MIDEPLAN, se concretiza en una base de datos institucionalizada, que tiene como objetivo contribuir con el desarrollo de una herramienta robusta para la gestión del riesgo en el sector agrícola ante desastres de tipo hidrometeorológico, basada en la sistematización de la información de impacto de los fenómenos hidrometeorológicos. De acuerdo con Flores et al. (2010), esta base de datos está elaborada para que la toma de decisiones sea dimensionada, oportuna y eficaz en virtud de un caudal de información que debe contener un mínimo de características (fiabilidad de sus fuentes, metodologías estándar de recolección de datos y un nivel de detalle apropiado); esto debe permitir identificar los componentes de los indicadores usados y su transformación en coberturas espaciales, físicas y temporales. Además, asegurar un número apropiado de observaciones que con el paso del tiempo contribuirán a otorgarán índices de confiabilidad estadística apropiados.

La base de datos MAG-MIDEPLAN acopia y sistematiza la información de impacto de los fenómenos naturales de diferente tipología sobre el impacto que los fenómenos naturales han tenido en la estructura social y económica del país en el periodo comprendido entre los años 1988 a la fecha. Cita Flores, Salas, Astorga y Rivera (2010) que los esfuerzos han estado orientados a inventariar la información de los sectores establecidos por CNE, en los planes reguladores e informes institucionales que se generan después de las emergencias para los sectores de actividad como agricultura, infraestructura vial, acueductos y alcantarillados, ambiente, ríos y quebradas, aeropuertos, salud, vivienda, educación, sistema eléctrico, sociales, edificaciones públicas, telecomunicaciones, atención de las emergencias, ferrovías, muelles, industrias y obras privadas.

Los resultados obtenidos de este sistema demuestran la enorme utilidad de este tipo de información para el análisis y gestión del riesgo climático en diferentes sectores productivos y sociales del país. A continuación se presentan algunos ejemplos de la información extraída del sistema y que se correlaciona altamente con los escenarios de riesgo descritos anteriormente para eventos secos extremos.

Entre el periodo 1988 y 2012, la base de datos MAG-MIDEPLAN registra tres eventos de sequía documentados en los planes reguladores o en documentos de orden oficial. Estos eventos se produjeron

en los años 1993, 1997 y el 2009. Es importante señalar que aunque en este mismo periodo se produjeron otros eventos secos extremos reportados por el IMN, el nivel de impacto socioproductivo no fue lo suficiente como para que se declarara un decreto ejecutivo de emergencia.

En la figura 44 se resume el impacto acumulado de los tres eventos en el sector agropecuario a nivel de provincia y en el recuadro se presenta el impacto por actividad.

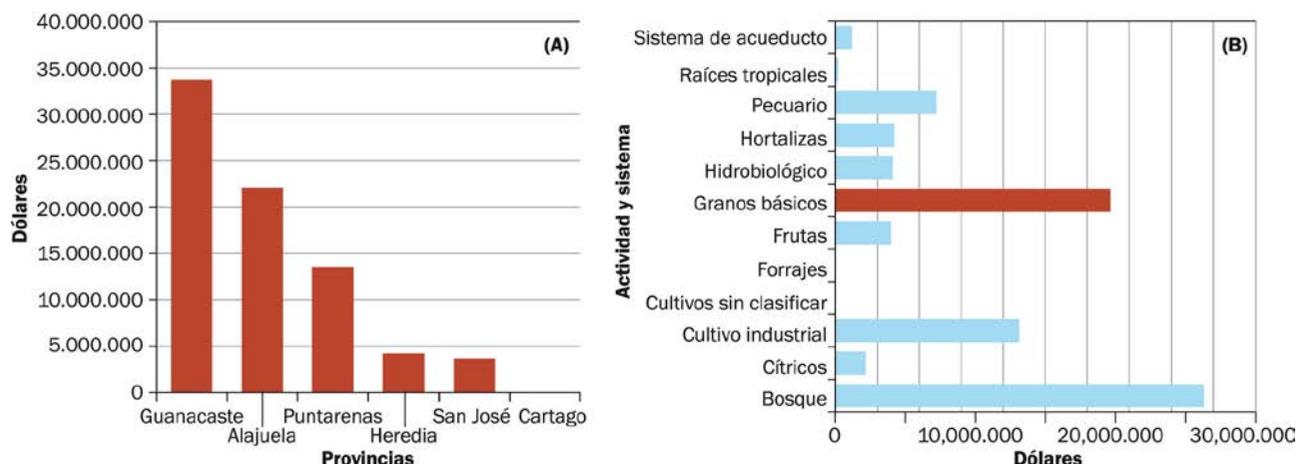


Figura 44. Impactos económicos acumulados en el sector agropecuario de las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica. Valores en millones de dólares constantes del 2011. Fuente: Flores, Salas, Astorga y Rivera. 2014b.

Como puede observarse, Guanacaste es la provincia de mayor impacto económico registrado, lo cual coincide con la información de riesgo analizada. Además, los tres años de sequía corresponden con tres eventos El Niño. Esto también es coincidente con la información sobre amenaza que indica que, durante fases cálidas de ENOS existe una alta probabilidad de presentarse condiciones secas extremas sobre todo en el Pacífico (Guanacaste y Puntarenas). Los granos básicos constituyen el segundo rubro en afectación por detrás de las pérdidas económicas estimadas por efectos de incendios forestales.

Este tipo de información general puede desagregarse más debido a las características de la base de datos fuente. En las figura 45 y 46 se presenta el detalle de pérdidas para cada cultivo considerado dentro de los granos básicos y los cantones que registran la mayor afectación.

Nuevamente, la información es coincidente con el análisis de riesgo expuesto. Ambas fuentes se complementan y brindan un panorama mucho más sólido y rico para la identificación de zonas de riesgo, grupos en riesgo, riesgo espacial y temporal, planes de prevención, atención y reconstrucción, así como estrategias de adaptación. Para Flores et al. 2014, a partir de un sistema que correlacione la información de daños, unidades territoriales y sectores afectados con variables climáticas, se puede avanzar hacia la construcción de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), que basado en series históricas pueda estimar áreas de impacto y magnitudes.

Este tipo de sistemas de recolección, acopio y análisis deben ser oficializados e institucionalizados con el fin de que formen parte de la estrategia nacional de seguridad alimentaria. El uso de la información sobre pérdidas complementa los análisis sobre el comportamiento observado en la producción durante años con eventos hidrometeorológicos extremos.

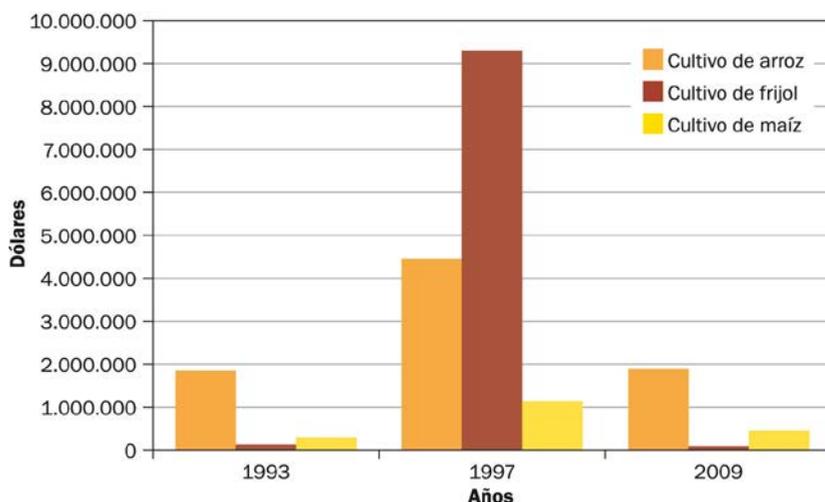


Figura 45. Impactos económicos por cultivo durante tres eventos de sequía. Valores en millones de dólares constantes del 2011. Fuente: Flores, R et al 2014b.

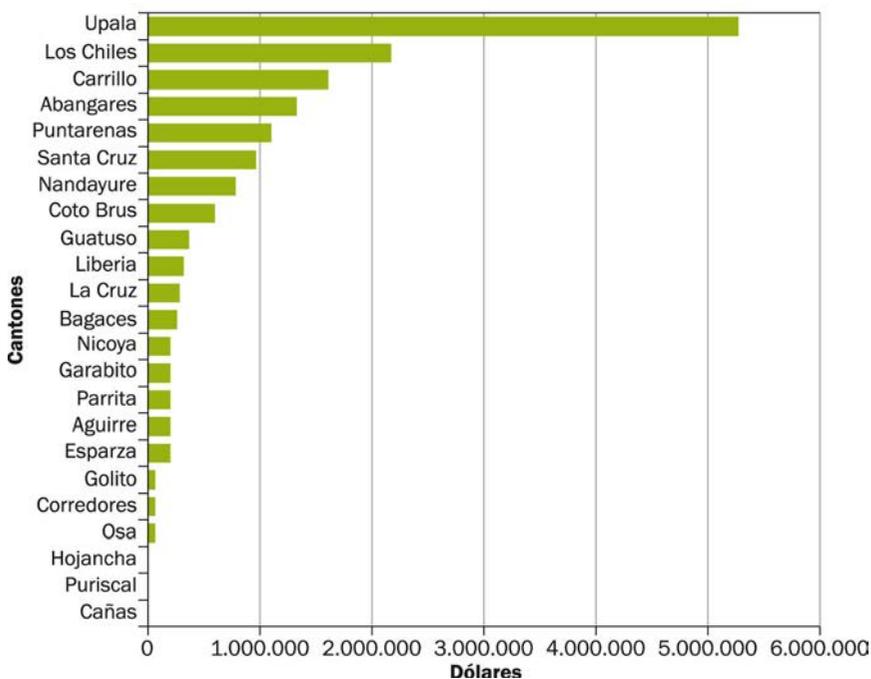


Figura 46. Impactos económicos acumulados en granos básicos, por cantón durante las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica. Valores en millones de dólares constantes del 2011. Fuente: Flores, R et al 2014b.

A partir de la información generada en este estudio sobre el aumento o disminución del rendimiento de granos básicos y utilizando datos sobre el precio pagado al productor por tonelada de grano y los costos de producción de una hectárea de cultivo, se calculó en forma simple las posibles pérdidas y ganancias económicas causadas por El Niño y La Niña, en las diferentes regiones climáticas de Costa Rica. A diferencia de los datos presentados anteriormente que provienen de fuentes oficiales con base en la observación generada de impactos, la información que se presenta en los cuadros siguientes es tan solo un ejercicio práctico a partir de promedios regionales con base en la información cantonal. Es necesario emprender un trabajo de campo para calibrar lo expuesto, de forma que pueda ser tomada en cuenta para fases operativas.

Cuadro 6. Estimación de pérdidas y ganancias económicas con base en el rendimiento regional de arroz durante eventos El Niño y La Niña

Fase de ENOS	Región Climática	Aumento o disminución del rendimiento (ton/Ha)	Costo económico de la variación del rendimiento* (¢/Ha)	Porcentaje del costo de producción de una hectárea**
El Niño	Pacífico Norte	-0.31	-95 207	8% de pérdida
	Pacífico Central	-0.22	-67 566	6% de pérdida
	Pacífico Sur	-0.42	-128 990	11% de pérdida
	Zona Norte	-0.22	-67 566	6% de pérdida
	Caribe	+0.11	33 783	3% de ganancia
La Niña	Pacífico Norte	+0.45	138 204	12% de ganancia
	Pacífico Central	+0.38	116 705	10% de ganancia
	Pacífico Sur	+0.68	208 841	19% de ganancia
	Zona Norte	+0.46	141 275	13% de ganancia
	Caribe	-0.24	-73 709	7% de pérdida

*Con base al precio pagado al productor por una tonelada de arroz en granza al 2011: ¢307.119,57 (CONARROZ, 2011)

** Con base en el costo de producción de una hectárea de arroz al 2011: ¢1.126.204,97 (CONARROZ, 2011)

Cuadro 7. Estimación de pérdidas y ganancias económicas con base en el rendimiento regional de maíz durante eventos El Niño y La Niña

Fase de ENOS	Región Climática	Aumento o disminución del rendimiento (ton/Ha)	Costo económico de la variación del rendimiento* (¢/Ha)	Porcentaje del costo de producción de una hectárea**
El Niño	Central	-0,28	-57.783	9% de pérdida
	Pacífico Norte	-0,11	-22.722	4% de pérdida
	Pacífico Central	-0,22	-45.443	7% de pérdida
	Pacífico Sur	-0,15	-30.984	5% de pérdida
	Zona Norte	-0,16	-33.050	5% de pérdida
	Caribe	+0,08	16.525	3% de ganancia
La Niña	Central	+0,18	37.181	6% de ganancia
	Pacífico Norte	+0,10	20.656	3% de ganancia
	Pacífico Central	+0,54	111.542	18% de ganancia
	Pacífico Sur	+0,31	64.034	11% de ganancia
	Zona Norte	+0,23	47.509	8% de ganancia
	Caribe	-0,28	-57.837	9% de pérdida

*Con base al precio pagado al productor por una tonelada de maíz al 2014: ¢206.520. (Consejo Nacional de Producción)

** Con base en el costo de producción de una hectárea de maíz al 2012: ¢609.633 (Ing. José Valerín, gerente del Programa Nacional de Granos Básicos, 2014. Comunicación personal)

Cuadro 8. Estimación de pérdidas y ganancias económicas con base en el rendimiento regional de frijol durante eventos El Niño y La Niña

Fase de ENOS	Región Climática	Aumento o disminución del rendimiento (ton/Ha)	Costo económico de la variación del rendimiento* (¢/Ha)	Porcentaje del costo de producción de una hectárea**
El Niño	Central	+0,04	22,680	4% de ganancia
	Pacífico Central	+0,06	34,020	5% de ganancia
	Pacífico Norte	+0,02	11,340	2% de ganancia
	Pacífico Sur	+0,04	22,680	4% de ganancia
	Zona Norte	-0,01	5,670	1% de pérdida
	Caribe	+0,12	68,040	11% de ganancia
La Niña	Central	-0,06	-34,020	5% de pérdida
	Pacífico Central	-0,06	-34,020	5% de pérdida
	Pacífico Norte	-0,03	-17,010	3% de pérdida
	Pacífico Sur	-0,02	-11,340	2% de pérdida
	Zona Norte	+0,08	45,360	7% de ganancia
	Caribe	-0,06	-34,020	5% de pérdida

*Con base al precio pagado al productor por una tonelada de frijol al 2012: ¢567.000. (Vanessa Solano, presidenta de la Cámara de Productores de Granos Básicos de la Zona Norte, 2014. Comunicación personal)

** Con base en el costo de producción de una hectárea de frijol al 2012: ¢641.249,32. (Ing. José Valerín, gerente del Programa Nacional de Granos Básicos, 2014. Comunicación personal)

4.1.3 Matriz de riesgo climático para la planificación

Si se asume que esta información proviene de los escenarios más probables durante las fases de ENOS, entonces se puede planificar con mejor norte en cuanto a la utilización de la información del pronóstico climático durante El Niño o La Niña. Con ayuda de una matriz de datos se puede resumir las principales características que permitan identificar zonas de alto riesgo. Este es el inicio de la priorización o zonificación de riesgo climático.

En los cuadros 9 y 10 se presenta una matriz de información sobre el riesgo climático asociado con las fases de ENOS.

Durante eventos El Niño existe una alta probabilidad de que las condiciones climáticas tiendan a escenarios secos en la mayor parte de la vertiente Pacífica y la región Central del país, mientras que hacia el Caribe el comportamiento puede ser lluvioso. Durante este tipo de eventos extremos los rendimientos de arroz y maíz disminuyen, mientras que los rendimientos de frijol aumentan si se comparan con los promedios históricos. La región Caribe no reporta pérdidas. Más de una decena de cantones se encuentran en alto riesgo de ser perjudicados por el impacto de la sequía en relación a la pérdida agrícola y económica que se produce.

Durante años La Niña, prevalece una alta probabilidad de que se generen escenarios lluviosos principalmente en el Pacífico Norte del país, mientras que hacia el Caribe las condiciones pueden ser más secas. Durante este tipo de eventos, los rendimientos de arroz y maíz tienden a aumentar en todas las regiones con excepción del Caribe donde disminuyen. En el caso del frijol, los rendimientos tienden a disminuir con excepción de la Zona Norte. Los cantones que más se ven afectados son los productores de frijol, ubicados principalmente en la vertiente del Pacífico y Zona Norte del país.

Los resultados pueden fundamentar y direccionar acciones para planificar la adaptación del sector granos básicos ante la variabilidad climática. Este es un proceso estratégico que debe ser evaluado año tras año con el fin de que forme parte de una nueva cultura que permita a las generaciones siguientes enfrentar y adaptar mejor sus sistemas al clima futuro.

Cuadro 9. Matriz de riesgo climático durante eventos El Niño para los granos básicos

REGIÓN	AMENAZA	RENDIMIENTOS			CANTONES EN MAYOR RIESGO			PERDIDAS OBSERVADAS
	Escenario más probable	ARROZ	MAÍZ	FRIJOL	ARROZ	MAÍZ	FRIJOL	
Pacífico Norte	Sequía (alta probabilidad)	↓	↓	↑	Liberia Carrillo Cañas Nicoya Santa Cruz	Carrillo Santa Cruz Nicoya	Cañas Nicoya Liberia Carrillo Santa Cruz Nandayure	Las pérdidas del sector agropecuario durante sequías (1988-2009) corresponden con el 6% del total (Flores et al. 2010). A nivel de finca, pueden representar entre el 1 y el 9% del costo de producción por hectárea.
Pacífico Central	Sequía (alta probabilidad)	↓	↓	↑	Aguirre	Parrita Aguirre	-	
Pacífico Sur	Sequía (probabilidad media)	↓	↓	↑	Osa Golfito	Pérez Zeledón	Pérez Zeledón Buenos Aires	
Zona Norte	Condiciones secas (probabilidad media)	↓	↓	↓	Upala	Upala	Upala	
Caribe	Condiciones lluviosas (alta probabilidad)	↑	↑	↑	-	-	-	
Central	Sequía (alta probabilidad)	NP	↓	↑		Puriscal		

Cuadro 10. Matriz de riesgo climático durante eventos La Niña para los granos básicos

REGION	AMENAZA	RENDIMIENTOS			CANTONES EN MAYOR RIESGO			PERDIDAS OBSERVADAS
	Escenario más probable	ARROZ	MAÍZ	FRIJOL	ARROZ	MAÍZ	FRIJOL	
Pacífico Norte	Lluvioso extremo (alta probabilidad)	↑	↑	↓	-	-	Nicoya La Cruz Carrillo Santa Cruz	Las pérdidas del sector agropecuario durante lluvias extremas (1988-2009) corresponden con el 58% del total (Flores et al. 2010). A nivel de finca las pérdidas pueden representar entre el 1 y el 9% del costo de producción por hectárea.
Pacífico Central	Lluvioso extremo (probabilidad media)	↑	↑	↓	-	-	Puntarenas Aguirre	
Pacífico Sur	Lluvioso extremo (probabilidad media)	↑	↑	↓	Corredores	Osa	Pérez Zeledón Buenos Aires	
Zona Norte	Condiciones lluviosas (probabilidad media)	↑	↑	↑	-	-	Upala	
Caribe	Condiciones secas (probabilidad media)	↓	↓	↓	Guácimo	Pococí	Guácimo	
Central	Condiciones lluviosas (probabilidad media)	NP	↑	↓	NP	-	Cartago	

4.2. AGUA PARA GUANACASTE: PROYECTO CONCRETO DE ADAPTACIÓN ANTE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

Ing. William Murillo (SENARA)

Guanacaste es una de las zonas de mayor riesgo climático para la producción de granos básicos, debido a la frecuencia de las sequías producto del fenómeno El Niño. A pesar de esto, es la zona de mayor producción de arroz y su aporte en maíz y frijol es importante, por lo que por muchos años se ha considerado el granero de Costa Rica. Guanacaste es vital para la seguridad alimentaria del país. Las proyecciones futuras de una disminución progresiva de la precipitación hacen de esta región una de las áreas de mayor preocupación desde el punto de vista de desarrollo.

En el contexto de la adaptación al cambio climático y la seguridad alimentaria del país, el Programa Agua para Guanacaste (PAPG) se presenta como uno de los más ambiciosos proyectos de lucha contra la sequía al asegurar el suministro de agua para la agricultura durante años secos extremos, por medio de la creación de un embalse regulatorio que se sumaría a la infraestructura ya creada del Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT). Esta medida le permitiría a la zona más seca del país contar con una de las mejores herramientas de adaptación a la variabilidad climática y, por ende, asumir en forma más responsable y organizada la estrategia país de adaptación al cambio climático.

El Programa Agua para Guanacaste (PAPG) es un proyecto país que nace como una iniciativa del gobierno costarricense para proporcionar una respuesta integral al problema del agua en esta región. Bajo un modelo de gestión integrada del recurso hídrico el PAPG procura ser un detonante del desarrollo rural. Presenta una visión compartida del desarrollo social, económico y ambiental de Guanacaste a partir de las aguas del DRAT. Este modelo tiene el potencial de cambiar el mapa hídrico y la visión de desarrollo territorial en las próximas décadas, al aumentar las posibilidades de uso del recurso para generación eléctrica, riego, piscicultura, agua potable, turismo, deportes acuáticos, pesca, paisajismo, recuperación del caudal ecológico del río Tempisque, manejo de cuencas y de acuíferos.

4.2.1. Oferta hídrica en relación con la agricultura en Guanacaste

La precipitación promedio anual del Pacífico Norte es cercana a 2.000 mm (considerando tierras altas y bajas), en contraste con el resto de regiones climáticas, donde la precipitación promedio es de 3.143 mm. Es la región donde se presenta la mayor frecuencia de eventos extremos secos y donde se localizan las tres áreas más secas y calientes del país: la Península de Santa Elena, el este de Nicoya y un sector localizado entre Cañas y Bagaces (Retana et al. 2012).

A pesar de la relativa baja oferta hídrica este régimen de precipitación ha permitido que históricamente Guanacaste sea considerado como el granero del país al sostener una buena parte de la actividad agropecuaria nacional. La región continúa siendo la principal productora de arroz y genera el 45,8% del azúcar nacional, procesando más del 50% de la caña. Adicionalmente, Guanacaste es la principal zona productora de melón aportando el 71% de la producción nacional de esta fruta. En la actividad pecuaria, contribuye con poco más del 20% del hato nacional de leche y un alto porcentaje de la ganadería de carne.

La agricultura es principalmente de secano, sin embargo las actividades intensivas sustentan sus requerimientos hídricos a partir de fuentes superficiales, donde la más importante en la región es la cuenca del río Tempisque. Los acuíferos de la margen derecha del río y los costeros son utilizados principalmente para consumo poblacional. Gran parte de la península de Nicoya tiene poca agua subterránea, lo mismo que la zona costera, en la cual es frecuente la presencia de agua salinizada. A partir de 1979, surge una tercera fuente adicional de agua con la entrada en funcionamiento del Proyecto Hidroeléctrico Arenal. Las aguas del embalse son clave para las actividades hidroproductivas en los cantones de Cañas, Bagaces y Liberia. El embalse se surte de las abundantes aguas superficiales de la cuenca del río Arenal y la subcuenca del río Cote, ambas de la Vertiente Caribe, cuya precipitación promedio anual es de 3,820 y 4,711 mm respectivamente (INCAE-INWENT. 2006).

Precisamente esta fuente hizo compatible la generación hidroeléctrica con el riego, a partir del aprovechamiento comprensivo en el Complejo Arenal - Dengo - Sandillal (ARDESA-ICE) y en el Distrito

de Riego Arenal – Tempisque (DRAT-SENARA), utilizando las aguas del embalse Arenal, cuyo aporte corresponde a un caudal promedio de 48 m³/s, equivalente a 1.514 millones de m³ anuales. De esta manera las aguas que generan electricidad y que, por lo tanto, constituyen una importante medida de mitigación al cambio climático, son utilizadas luego en acuicultura y en el regadío de los cultivos de arroz y caña principalmente, constituyéndose también en una de las más importantes medidas de adaptación. Las aguas restantes continúan drenando hasta el Golfo de Nicoya sin utilidad productiva.

4.2.2. El problema del agua en Guanacaste

Existe poco conocimiento sobre la verdadera extracción del agua subterránea en el Pacífico Norte debido a que una gran cantidad de pozos no están registrados. En cuanto al uso del agua superficial del Tempisque, hay 26 concesiones, principalmente para riego, que se traducen en un máximo de 12,16 m³/s en la época seca y 5,5 m³/s en la época lluviosa. Al analizar el uso del agua en Filadelfia y en La Guinea, tomando en cuenta el movimiento hidráulico en Guardia, se observa que hay exceso de concesión, es decir, el volumen de concesión supera el volumen explotable del río Tempisque para el caudal mínimo de la época seca en un año ordinario. Este exceso de concesión es indudablemente tiene enormes repercusiones sobre la biodiversidad pues es más que evidente que en la época seca no existe un caudal mínimo remanente (caudal ecológico), permitiendo la entrada de marea (agua salubre) hacia aguas arriba más allá de la cota histórica. Una de las áreas de mayor afectación ambiental es el Parque Nacional Palo Verde (PNPV) el cual es impactado directamente pues se ubica hacia la cuenca baja del río Tempisque.

Referente a las aguas subterráneas el problema se circunscribe a la sobreexplotación de los acuíferos costeros con consecuencias nefastas como interferencia y salinización de pozos.

Esta circunstancia y el acelerado desarrollo inmobiliario y turístico han inducido la explotación de pozos en acuíferos internos, de potencial desconocido, lo cual ha provocado celos en las comunidades afectadas en su patrimonio hídrico.

Aunado a lo anterior, el manejo inadecuado del recurso ha generado un problema de gobernanza con tensiones innecesarias, desperdicio, sobreutilización de fuentes y politización del tema. El aprovechamiento múltiple del recurso hídrico está muy lejos de su óptimo, de su mayor eficiencia y de satisfacer otras necesidades en una región con carencias importantes de agua. La necesidad de ordenar el aprovechamiento de los recursos hídricos en la región es fundamental para asegurar no solo la seguridad alimentaria basada en la producción nacional, sino la sostenibilidad del desarrollo económico, social y ambiental.

4.2.3. Dinámicas productivas y necesidades cambiantes en Guanacaste

En la década de los 90 se inició un periodo de transición en la economía guanacasteca al cambiar el motor de desarrollo de la actividad agropecuaria por una economía basada en los servicios, especialmente los relacionados con la actividad turística (Programa Estado de La Nación, 2000).

El sector agropecuario regional muestra un escaso dinamismo. La modernización se concentra en pocas actividades (caña, arroz y melón), con una diversificación limitada y circunscrita a esos productos. Los problemas de planificación urbana y de ordenamiento territorial son debilidades de las cuales emer-

gen otras realidades sociales en las comunidades que año con año, se ven sometidas al problema de las inundaciones, cuyos efectos son cada vez peores debido a la recurrencia de los eventos, la concentración de la población y actividades económicas en las márgenes del río Tempisque. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2013), el 31,6% de los hogares guanacastecos vive bajo línea de pobreza, siendo la región más pobre en ingresos del país y con un alto índice de subutilización de la fuerza de trabajo debido en gran medida a la estacionalidad de las labores agrícolas y el turismo, que son las fuentes principales de empleo.

Las zonas rurales del Pacífico Norte muestran la situación más desventajosa del país, con baja participación y alto desempleo. Es la zona donde menos oportunidades de empleo parecen estarse generando y ello se ha asociado históricamente con una agricultura de tipo extensiva (ganadería), mecanizada (arroz) y en explotaciones de gran tamaño y el deterioro de las actividades inmobiliarias y turísticas producto de la crisis mundial.

4.2.4. El programa

Tres décadas luego del inicio del funcionamiento del proyecto hidroeléctrico Arenal, parece que un nuevo horizonte de uso del agua se vislumbra a partir de una gestión integrada del recurso hídrico (GIRH) sumando la perspectiva de adaptación al cambio climático. Sin duda, una opción muy potente para la atención de las necesidades de agua para el desarrollo territorial de Guanacaste en las siguientes décadas, a la vista de un cambio progresivo de las condiciones climáticas.

De acuerdo con el Banco Central de Integración Económica (BCIE, 2004) la GIRH significa la necesidad permanente de buscar un balance entre la oferta y demanda de agua (concepto de equilibrio), que satisfaga justamente las necesidades de la población y sus diferentes actividades (concepto de desarrollo humano), sin desperdiciarla (concepto de eficiencia) y sin deteriorar su calidad para el aprovechamiento de las generaciones futuras (concepto de sostenibilidad). Significa también, desde el punto de vista operacional, el aprovechamiento simultáneo de las aguas superficiales y subterráneas, el suelo y los ecosistemas acuáticos bajo el criterio de acuíferos o de cuencas hidrográficas (concepto de localización). Esta conceptualización es totalmente compatible con el pensamiento de adaptación que de acuerdo con el IPCC (2003) involucra todos aquellos ajustes en los sistemas humanos frente a entornos cambiantes en procura de moderar las pérdidas económicas producto de la variabilidad y cambio climático, aprovechando las oportunidades que de esta coyuntura surjan. Para PNUD (2005), la adaptación es un proceso que debe ir de la mano con el desarrollo integral del ser humano y las comunidades. Adaptarse es convivir con el factor de presión pero aprovechando su presencia como un catalizador para generar resiliencia en los sistemas, de forma tal que la vulnerabilidad disminuya y se fortalezca el desarrollo social y productivo (Retana, 2014). Uno de los objetivos que se persiguen con el PAPG es generar capacidades territoriales para la adaptación al cambio climático sin dejar de lado posibles acciones de mitigación mediante el establecimiento de infraestructura que permita la gestión del agua.

Bajo esa perspectiva, se ha diseñado el Programa Agua para Guanacaste, con el fin de brindar una respuesta integral a la mayor parte de las necesidades de agua que tiene la provincia, que permita una mayor disponibilidad y cobertura del recurso, mediante un esquema de aprovechamiento múltiple (riego, producción eléctrica y consumo) y bajo un modelo de uso efectivo, eficiente y sostenible. Se pretende

que la Gestión Integrada del Recurso Hídrico sea el eje central y articulador del programa, impulsando las temáticas de disponibilidad y calidad, control, participación, protección y uso como los grandes conectores de la línea de trabajo.

Lo anterior ha llevado a diferentes Instituciones estatales a integrar sus propuestas de solución y desarrollo para la provincia, con el fin de desarrollar de forma integrada y coordinada un programa que impacte notablemente el bienestar y la calidad de vida del pueblo guanacasteco, amplíe sus opciones de desarrollo económico y social y, sobre todo, no limite la capacidad de desarrollo que siempre ha demostrado tener y que ha beneficiado tanto al país.

En mayo del 2010, mediante Decreto Ejecutivo N° 36008-MP-MAG-MINAET, se crea una Comisión de Alto Nivel para la Coordinación y Apoyo en la ejecución del Programa Agua para Guanacaste. Es una estructura funcional adscrita a la Presidencia de la República, en coordinación directa con las instituciones involucradas en el programa, a saber: MIDEPLAN, MAG, MINAE, SENARA, AYA y el ICE. Así también, la Administración Pública Central y Descentralizada, y las municipalidades de los cantones que conforman la provincia de Guanacaste, dentro del marco de cooperación interinstitucional, contribuirán, de acuerdo con las potestades que la legislación vigente les atribuye, en forma prioritaria y efectiva, con los aportes que se requiera a fin de contribuir al desarrollo del mismo. Adicionalmente, organizaciones privadas y de la sociedad como por ejemplo la Cámara de Turismo de Guanacaste y la Agencia de Desarrollo de Guanacaste están participando en los espacios de trabajo del Programa.

4.2.5. Beneficios

El modelo de intervención supone la construcción de una represa que permita el almacenamiento de agua y a partir de ello su uso múltiple (riego, producción eléctrica y consumo), de manera que se atiendan las necesidades presentes y futuras de agua para el desarrollo de la provincia. El embalse se convierte a su vez en el componente esencial del Sistema Hídrico del Arenal – DRAT - Tempisque, dado que permitirá un almacenamiento estacional, es decir almacenamiento del agua sobrante, la regulación de los caudales diarios de la misma procedencia, a fin de compensar las variaciones en la oferta y demanda diarias de agua, y la reserva de agua para los casos de reducción del suministro de las plantas hidroeléctricas.

El embalse se localiza en el tramo medio del río Piedras, cerca de la ciudad de Bagaces. Consiste en una presa de 717 m de longitud y 40 m de altura, ubicada en el sitio conocido como Cruce Río Piedras, a la altura del asentamiento Falconiana en Bagaces y con un espejo de agua de cerca de 1.000 hectáreas que incluye la zona de amortiguamiento.

El desarrollo del PAPG tiene una enorme trascendencia para el desarrollo social, institucional, económico y ambiental de Guanacaste en el presente y en las próximas décadas. En lo que al proceso de adaptación se refiere, el PAPG permitiría ofrecer una solución real a los problemas de disminución significativa de la precipitación durante años de eventos extremos secos, normalmente asociados a la presencia del fenómeno de El Niño. El impacto de las sequías en la producción agropecuaria de la zona debe reducirse en forma considerable al mejorar la oferta hídrica para los cultivos y la ganadería. El riesgo de pérdidas debe disminuir. La tecnología de administración y uso eficiente del agua debe incrementarse.

En lo social, el contar con el embalse incrementa las oportunidades de desarrollo hidroprodutivo ya que se aumentarían significativamente las hectáreas con riego, dando además seguridad hídrica a 12.578 ha actualmente regadas, lo cual generará fuentes de empleo crecientes y permanentes pues se trata de una producción con seguridad hídrica los 12 meses del año.

La oportunidad de contar con una fuente segura de agua para una población futura de 350.000 habitantes, permite mejorar sus índices de salud y de desarrollo humano, así como potenciar el desarrollo de nuevas oportunidades para la provincia. El uso de agua de esta represa permite además evitar o disminuir el uso de aguas subterráneas dejando este recurso para las próximas generaciones. La competencia por el agua entre las comunidades y los desarrollos turísticos disminuirá, lo que permite resolver el tema recurrente de conflictos por el agua y se incidirá en una mayor gobernanza y paz social.

En el uso sostenible de los recursos naturales y ambiente esta iniciativa apunta a sentar las bases de un paradigma de desarrollo centrado en el agua cuya gestión y priorización de su uso, se realizará con base en el sistema de cuencas hidrográficas de Guanacaste, entre cuyas acciones destacan: (i) un mayor aprovechamiento del agua del Sistema Hídrico Arenal – DRAT; (ii) una mayor recuperación del caudal ecológico del río Tempisque; (iii) una mejor relación de los temas agua – ambiente – desarrollo que impactaría positivamente en la sostenibilidad ambiental del Parque Nacional Palo Verde (PNPV); (iv) una oferta de agua a las áreas hidroprodutivas en las márgenes izquierda y derecha del río Tempisque que incidiría en minimizar la presión sobre los caudales de estiaje y gradualmente establecer un caudal mínimo remanente (caudal ecológico) para este río; (v) minimizar la sobreexplotación de pozos y la recuperación progresiva de las aguas subterráneas.

En lo institucional, la gestión integral del agua con base en el sistema de cuencas de Guanacaste requiere de una alineación de políticas y estrategias, de la transversalidad y sinergias institucionales, y de su concurrencia y complementariedad, para que cada cual en su ámbito de competencia cubra eficiente y efectivamente medidas de adaptación como lo son la conservación, la protección, la restauración y la producción de las “fábricas de agua”, sus recursos naturales y cuidar la salud de los ecosistemas, tanto en la parte baja como en la parte media y alta de cada cuenca hidrográfica.

En lo económico, el proyecto potencia nuevas inversiones en los campos agroindustrial, habitacional, comercial y en la infraestructura turística. Contar con un potencial de 80 millones de metros cúbicos de agua potable da una importante seguridad al desarrollo de nuevas inversiones en una región que cuenta con enormes atractivos. La potencialidad de medidas de mitigación como la generación hidroeléctrica (9 MW de electricidad) también suscita una mayor seguridad en materia energética para la región el país y su desarrollo, principalmente ante la meta de reducir nuestras emisiones hasta, de ser posible, alcanzar la carbono neutralidad en el bicentenario de nuestra independencia en el 2021.

Adicionalmente, la expansión de la oferta de agua del citado sistema hídrico producirá una disminución en la perforación de pozos o su sobreexplotación y promoverá planes de aprovechamiento sostenible de acuíferos.

4.2.6. Estado actual del programa

En el marco del Programa actualmente se cuenta con un estudio de factibilidad y diseño preliminar de la presa - embalse y un estudio inicial de impacto ambiental que está siendo revisado y actualizado.

Se ha conformado una unidad de gestión a cargo de coordinar la implementación y el seguimiento de las acciones asociadas al programa. Paralelo a la conformación de la comisión de alto nivel en la que participan los jefes de las instituciones, se ha constituido una comisión técnica que permite la articulación, implementación y seguimiento de los diferentes componentes de la iniciativa.

Actualmente, además de los recursos humanos comprometidos por las instituciones para trabajar en el proyecto, se dispone de recursos asignados a través del Fondo de Preinversión del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN).

De manera complementaria el PAPG cuenta con el apoyo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ) mediante el proyecto denominado “Gestión integrada del agua – Agua para Guanacaste”. En este marco, la GIZ brinda asesoría técnica a la unidad de gestión del PAPG y mediante esta a las instituciones involucradas en la gestión del agua en la zona.

En conjunto con dichos actores se elaborará y se promocionará un concepto de gestión integral del agua que contribuye a un uso eficiente y responsable de los recursos hídricos y además a la adaptación al cambio climático y el desarrollo económico sostenible de Guanacaste. Adicionalmente, se apoyará en la formulación e implementación de propuestas para el establecimiento de una Autoridad del Agua; el modelo de cooperación entre los actores involucrados en la gestión del agua en la cuenca del Tempisque; y un modelo tarifario diferenciado según tipo de uso. A la vez se promoverá la implementación de medidas de eficiencia en el uso del agua. Se ha estimado en cinco años el proceso de preinversión, diseño, construcción y puesta en operación de la presa - embalse y la implementación completa de todos los componentes asociados al modelo de gestión integrada del recurso hídrico del PAPG.

Conclusiones

V.

En el 2001 se produjo una sequía que afectó toda centroamericana. En ese momento fue catalogada como una de las peores sequías de los últimos 30 años (Ramírez, 2002). CEPAL reportó pérdidas económicas del sector agrícola en todos los países de la región con excepción de Costa Rica y Panamá.

De acuerdo con el IMN, citado por Mora (2001), en los primeros meses de la estación lluviosa en Costa Rica se produjo una reducción de la precipitación en la mayor parte de la vertiente pacífica y región central del orden del 30 y 40%, condición que se mantuvo hasta setiembre de ese año. Estos porcentajes de déficit son semejantes a los experimentados en el resto del istmo. Incluso en agosto hubo racionamientos de agua potable en Guanacaste, Heredia y San José (Murillo y Núñez, 2001). Si la sequía del 2001 afectó el clima de Costa Rica de igual forma que en el resto de los países de Centroamérica, por qué el sector agropecuario no reportó pérdidas?. Según CEPAL (2002), no hubo registros debido a que el área cultivada fue afectada en menos del 30% de su extensión total, lo cual está fuera del umbral de daños. Los impactos fueron muy locales, pero el sector logró obtener rendimientos muy cercanos a su promedio en términos generales. Incluso, las condiciones de mercado permitieron que se incentivaran exportaciones de tubérculos y hortalizas desde Costa Rica a los países de la región (Calderón y Núñez, 2001).

Este caso pone de manifiesto que los impactos obedecen en mucho a las condiciones de vulnerabilidad de los sistemas. La vulnerabilidad del sector agropecuario de Costa Rica es muy diferente a la vulnerabilidad del mismo sector en los países vecinos. La figura 47 descubre este comportamiento al comparar las pérdidas económicas globales de los países de la región durante la sequía del 2001.

Ante esta situación, la pregunta “¿en quién descansa la seguridad alimentaria de Costa Rica en lo que a granos básicos se refiere?”, toma mayor sentido. Las condiciones de vulnerabilidad social y productiva de los países centroamericanos están por debajo de nuestra situación nacional. En términos generales, el riesgo climático y las condiciones de desarrollo humano son más favorables para nuestro país en comparación con los países de los cuales importamos granos básicos. Sin embargo dependemos

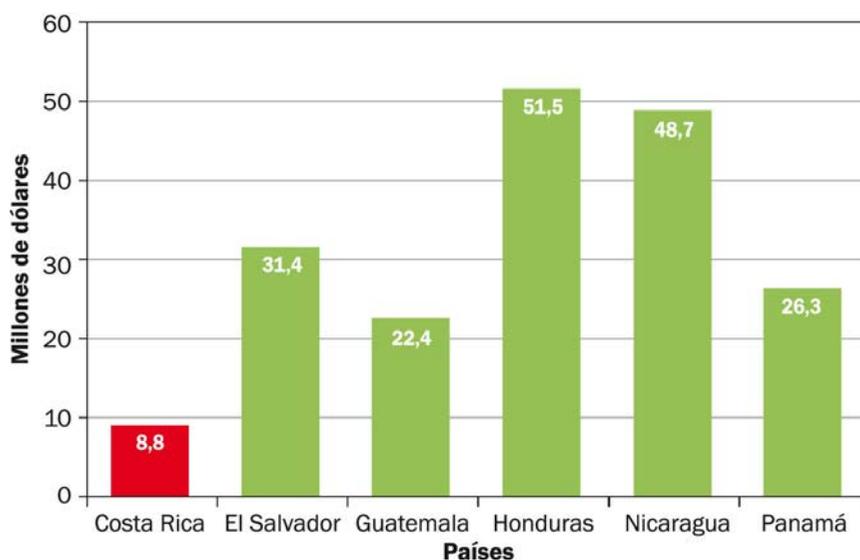


Figura 47. Impactos económicos de la sequía del 2001 en Centroamérica. Fuente: CEPAL (2001).

en un alto porcentaje del arroz, maíz y frijoles que se producen en otros países donde la vulnerabilidad y la amenaza climática son diferentes del nuestro. Lo más relevante es que el tema de vulnerabilidad sectorial, resiliencia de poblaciones y la gestión del riesgo de estos países no es algo en lo que Costa Rica pueda influir. Los escenarios sociales y productivos generados por la reciente sequía en Estados Unidos (2012-2013), las lluvias extremas colombianas (2010-2011) o la difícil situación social de algunos estados mexicanos, son temas ajenos a nuestra planificación.

En lo que a nuestro propio riesgo se refiere, un alto porcentaje del área cultivada en Costa Rica es de secano, lo que significa que los cultivos dependen exclusivamente de la precipitación para satisfacer las necesidades hídricas. Este hecho condiciona la vulnerabilidad de la agricultura. Sin embargo, a pesar de la gran variabilidad climática y las pérdidas producto de eventos hidrometeorológicos extremos, el sector agropecuario nacional es por mucho el de mayor y mejor respuesta ante estos fenómenos. Los rendimientos de granos básicos históricamente se han mantenido o han aumentado producto del factor tecnológico. La resiliencia del sector es notable al punto de que años que meteorológicamente han sido secos, no han causado impactos mayores debido a los diferentes planes de atención que se han formulado.

El sector agropecuario nacional tiene experiencia acumulada que debe de ser rescatada, analizada y reformulada para ser el punto de partida de sistemas operativos de contingencia del riesgo por eventos extremos. Por ejemplo, durante la sequía ocasionada por El Niño de 1997-1998, una de las primeras zonas en reaccionar fue la del Pacífico Norte. Históricamente esta región es la que ha enfrentado con mayor frecuencia y severidad situaciones de este tipo. Su experiencia y respuesta permitió que el impacto económico fuera menor que el de otras regiones. Mientras que en la Región Chorotega se perdió 8,6 millones de dólares con una reducción de lluvia aproximada al 33%, en la Región Central y Zona Norte se perdieron 10,2 y 9,9 millones de dólares con reducciones de lluvia del 8 y 13% respectivamente, tal y como se observa en la figura 48.

La lección de El Niño 97-98 se dirige precisamente a la captura y transferencia de experiencias en relación con la planificación coordinada de acciones para disminuir la vulnerabilidad. Es muy probable que si la experiencia sobre atención de sequías de la región del Pacífico Norte se hubiese trasladado a las

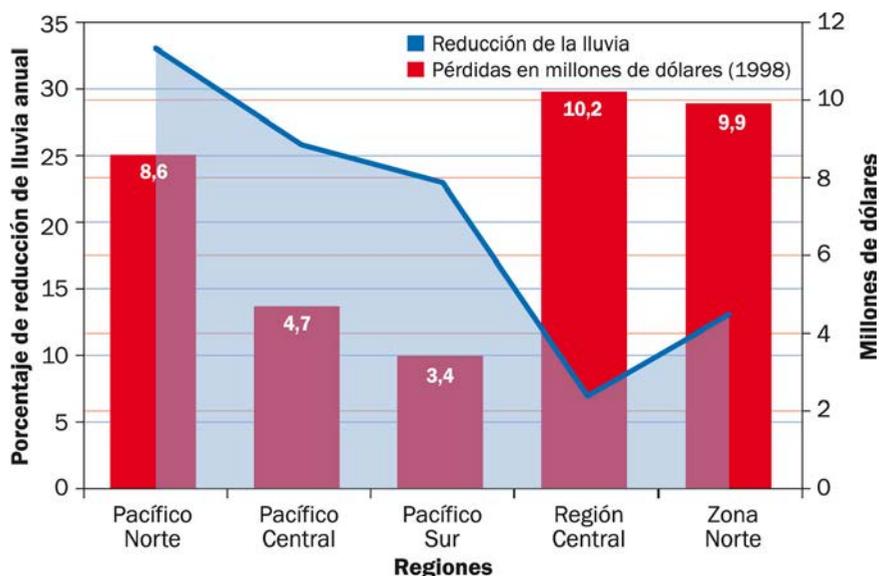


Figura 48. Impactos económicos de la sequía 1997-1998 en relación con el porcentaje de reducción de lluvia. Villalobos et al. (2002).

otras regiones donde la sequía también impactó, el manejo y los impactos hubieran sido diferentes. Lo cierto es que las condiciones de vulnerabilidad del sector agrícola de Costa Rica presentan características que pueden ser manejables bajo un enfoque de gestión de riesgos.

Por otra parte, el conocimiento sobre la amenaza ha aumentado en los últimos años. Estudios del IMN sobre el corredor seco de Costa Rica (Retana et al. 2012) o el detalle logrado en el desarrollo de escenarios de cambio climático (Alvarado et al. 2011), empiezan a develar un panorama climático de cambio mucho más claro en el campo de la agrometeorología, la planificación agropecuaria y la gestión del riesgo. Este tipo de información debe de ser utilizado como base técnica para la formulación de guías y protocolos de prevención y atención de emergencias. Las regiones deben de prepararse para enfrentar eventos extremos y lo deben de hacer de la forma más técnica posible, con las herramientas más actualizadas y adaptadas a las condiciones nacionales.

Los esfuerzos deben de ser continuos, sostenibles, institucionalizados, sistematizados, divulgados y empoderados por los grupos de atención y respuesta. El sector agroproductivo nacional, en general, puede hacer frente al reto de mejorar la gestión del riesgo climático, iniciar mecanismos de adaptación a la variabilidad y responder en forma responsable y coordinada para desarrollar una verdadera estrategia nacional de adaptación al cambio climático.

Por último, es necesario ajustar las políticas de seguridad alimentaria a la luz del cambio climático. Este escenario no solo contempla el riesgo de la producción local, sino la dinámica de los mercados internacionales a los cuales accede Costa Rica en busca de alimentos. Los razonamientos de Chaves (2007) y COECOceiba-AT (2008) sobre la prudencia de agregar el tema de “soberanía alimentaria” al concepto político y operativo de seguridad alimentaria en Costa Rica, se fortalecen a raíz de los resultados de este estudio. Costa Rica debe mantener un alto porcentaje del consumo de granos básicos a partir de **nuestros productos, nuestro suelo y nuestro pueblo**, ya que esta realidad es manejable (idealmente) por nosotros mismos.

Un programa acertado sobre la estrategia de adaptación al cambio climático debe necesariamente partir del fortalecimiento del sector agropecuario nacional que aún hoy día, significa una importante fuente de empleo, sobre todo en las zonas urbanas y marginales de nuestro país. A pesar del cambio en los modelos productivos y económicos, la agricultura de base todavía subsiste y de ella depende un número importante de familias productoras que se concentran en las áreas más pobres y de menor desarrollo humano. La agricultura familiar aumenta la resiliencia de los grupos vulnerables, pues no solo mejora la respuesta ante la variabilidad climática, sino que incorpora al núcleo familiar en un proceso productivo, técnico, diversificado en el uso sostenible de la tierra. El respaldo decidido del Estado debe de impulsar nuevamente la agricultura básica del costarricense no solo para encadenarla con la seguridad alimentaria de todo el país, sino para asegurar los orígenes de la producción y la inocuidad de los alimentos, así como para mantener viva la tradición cultural que se encierra en la producción de granos básicos.

La sistematización de la información sobre impactos, el proyecto concreto de Agua para Guanacaste y la agricultura familiar, se convierten en tres ejes fundamentales para el desarrollo de un plan estratégico de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático, asegurando la soberanía alimentaria para Costa Rica (figura 49).

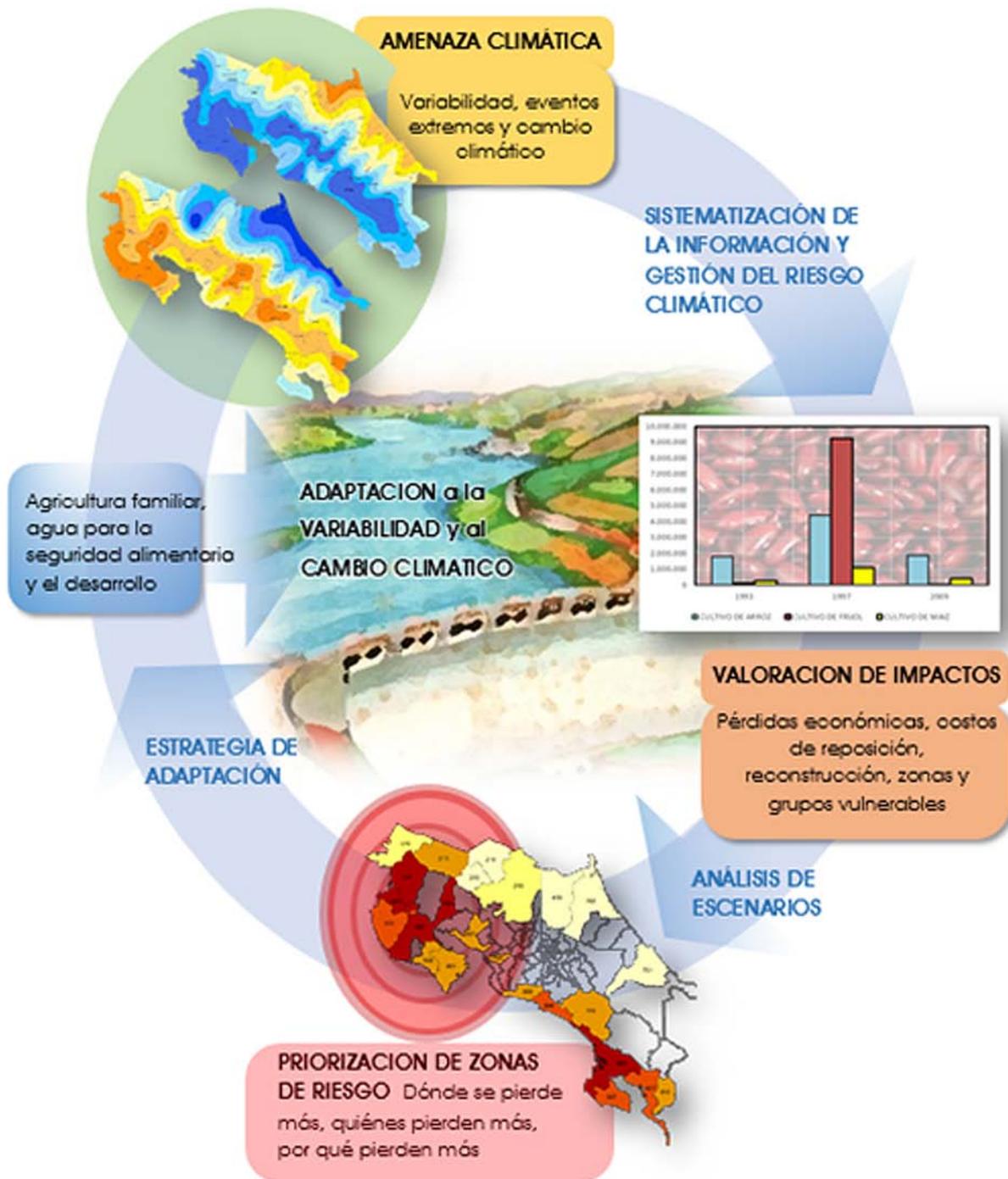


Figura 49. Esquema de la gestión de riesgo climático para medidas de adaptación.

Referencias

VI.

- Agencia de noticias EFE. (2013). *Pérdidas por huracán Sandy superan los \$50 mil millones en zona noroeste*. Recuperado en de: <http://dinero.univision.com/economia-y-negocios/noticias-economicas/article/2012-11-09/perdidas-huracan-sndy-50-mil-millones>
- Alfaro, E. y Amador, J. (1997). *Variabilidad y Cambio Climático sobre Costa Rica. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 4 (1): 51-62.
- Alfaro, E.; Cid, L. y Enfield, D. (1998). *Relaciones entre el Inicio y el Término de la Estación Lluviosa en Centroamérica y los Océanos Pacífico y Atlántico Tropical*. *Investigaciones Marinas*. 26, 59-69.
- Alfaro, E. (1998). *Influencia de los Océanos Pacífico y Atlántico tropical sobre los patrones de precipitación en Centroamérica*. Tesis Doctoral. Dpto. de Oceanografía, Universidad de Concepción. Chile.
- Alfaro, G. (2013, 21 de junio). *Tomas dejó las pérdidas más grandes de la historia*. *La Nación*. Sp.
- Alvarado, L. y Fernández, W. (2001a). *Variabilidad Interanual y Estacional de la Atmósfera Libre sobre Costa Rica Durante Eventos de El Niño*. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 8(2), 116-144.
- Alvarado, L. y Fernandez, W. (2001b). *Relación de las anomalías climáticas de la atmósfera libre sobre Costa Rica y la Variabilidad de las precipitaciones durante eventos de El Niño*. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 8(2): 145-157.
- Alvarado, L.; Contreras, W.; Jiménez, S. (2011). *Escenarios de Cambio Climático regionalizados para Costa Rica*. *Departamento de Climatología e Investigación Aplicada*. Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Ministerio de Ambiente y Energía (MINAET). San José, Costa Rica. 43p.
- Arce, S. (2012, 31 de agosto). *Costa Rica mantiene atractivo para los centros de servicio*. *La Nación*. Sp.
- Associated Press. (2011, 20 de setiembre). *Inundaciones y lluvias torrenciales matan a 14 personas en China*. *La Nación*. Sp.
- Barquero, M. (2012, 29 de agosto). *Fuerte alza en maíz, trigo y soya elevarán el precio local de alimentos*. *La Nación*. Sp.
- Barquero, M. (2013, 23 de abril). *Pymes de Costa Rica le aportan al país un tercio de la producción y la mitad del empleo*. *La Nación*. Sp.
- Basco, A. (2010). *El impacto del RD-CAFTA en el Sector Agropecuario de Costa Rica*. Tesis de Maestría. Universidad Internacional de Andalucía. Sevilla, España. 83p.
- Banco Centroamericano de Integración Económica. (2004). *Programa de Gestión Integrado de Recursos Hídricos*. Financiamiento BCIE, SENARA. San José, Costa Rica.

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2006). *Perfil de Gobernabilidad de Costa Rica*. Washington, DC.
- Binford, M.; Kolata, A.; Brenner, M.; Janusek, J.; Seddon, M.; Abbot, M. & Curtis, J. (1997). *Climate variation and the rise and fall of an Andean civilization*. *Quaternary Research*, 47, 235-248.
- Boer, G.J.; Flato, G. & Ramsden, D. (2000b). *A transient climate change simulation with greenhouse gas and aerosol forcing: projected climate for the 21st century*. *Climate Dynamics*, 16, 427-450.
- Brauch, H. (2005). *Threats, challenges, vulnerabilities and risks in environmental and human security*. Institute for Environment and Human Security. Recuperado de <http://www.ehs.unu.edu/file/get/4040>.
- Calderón, A. y Núñez, M. (2001, 2 de octubre). *Sequía incentive exportaciones*. *La República*. Pág. 10A.
- Centro Centroamericano de Población. (2013). *Censo de población de Costa Rica 1950*. Universidad de Costa Rica. Biblioteca Virtual de Población. Recuperado de www.ccp.ucr.ac.cr/bvp/censo/1950/index.htm.
- Chavarría, G. y Alfaro, A. (2005). *La cultura del maíz y el espantapájaros: una temática para correlacionar el español y los estudios sociales*. *Revista Pensamiento Actual*. 5(6), 32-42.
- Chaves, M. (2007). *¿Autoabastecimiento, seguridad, soberanía alimentaria o qué?* *Revista Germinar*. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. Sp.
- Coelho, C. y Goddard, L. (2009). *El Niño-Induced Tropical Droughts in Climate Change Projections*. *Journal of Climate*. 22: 6456-6476. DOI: 10.1175/2009JCLI3185.1
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe. (2001). *Impacto socioeconómico y ambiental de la sequía del 2001 en Centroamérica*. 20p.
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe. (2011). *Evaluación de daños y pérdidas en El Salvador ocasionados por la depresión tropical 12e*. El Salvador: CEPAL. 18p.
- Comunidades Ecologistas La Ceiba y Amigos de la Tierra. (2008). *Soberanía alimentaria en Costa Rica: Situación actual y propuestas para su rescate*. COECOceiba-AT. 17p.
- Collins, M.; S. An, S.; Cai, W.; Ganachaud, A.; Guilyardi, E.; Jin, F.; Jochum, M.; Lengaigne, M.; Power, S.; Timmermann, A.; Vecchi, G. & Wittenberg, A. (2010). *The impact of global warming on the tropical Pacific Ocean and El Niño*. *Nature Geoscience*, 3. DOI: 10.1038/ngeo868.
- Corporación Arrocera Nacional. (2012). *Informe estadístico 2011-2012*. Unidad de Inteligencia de Mercados. San José, Costa Rica. 58p.
- Compo, G., & Sardeshmukh, P. (2008). *Oceanic influences on recent continental warming*. *Climate Dynamics*. DOI: 10.1007/s00382-008-0448-9.
- CRRH-IMN, (2008). *Clima, Variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica*. San José, Costa Rica. 75p.
- Enfield, D. (1996). *Relationship of the Inter-American Rainfall to Tropical Atlantic and Pacific SST Variability*. *Geophysical Research Letters*. 23 (23), 3305-3308.

- Estado de La Nación. (2009). *Decimosexto Informe. Programa Estado de La Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. 16 Ed. San José, Costa Rica. 380p.
- Fernández, M.E. (1999). *La agricultura costarricense ante la globalización: las nuevas reglas del comercio internacional y su impacto en el agro*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 243p.
- Fernández, W. y Ramírez, P. (1991). *El Niño, La Oscilación del Sur y sus efectos en Costa Rica: una revisión. Tecnología en Marcha*, 11(1), 3-11.
- Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M. y Rivera, J. (2010). *El impacto económico de los eventos naturales y antrópicos extremos en Costa Rica. 1988-2005*. Unidad de Inversiones. MIDEPLAN. San José, Costa Rica.
- Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M. y Rivera, J. (2011). *Evaluación del impacto económico provocado por los fenómenos ciclónicos Nicole y Tomas en Costa Rica en el año 2010*. Convenio Interministerial MAG-MIDEPLAN. San José, Costa Rica. 20p.
- Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M. y Rivera, J. (2014a). *Base de datos de impactos de eventos hidrometeorológicos en el sector agropecuario de Costa Rica*. MAG-MIDEPLAN. Correspondencia personal.
- Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M. y Rivera, J. (2014b). *Datos, información, conocimiento y acceso: Insumos de base para la gestión de riesgos de desastres*. Inédito
- Formoso, A. (2012, 30 de agosto). *Panamá margina agro e importa \$1000 millones en comida. Economía. La Nación*. Sp.
- Foster, G. & Rahmstorf, S. (2011). Global temperature evolution 1979–2010. *Environmental Research Letter* 6 044022. DOI:10.1088/1748-9326/6/4/044022.
- Gergis, J. & Fowler, A. (2005). *Classification of synchronous oceanic and atmospheric El Niño Southern Oscillation (ENSO) events for palaeoclimate reconstruction*. *International Journal of Climatology*, 25, 1541-1565.
- Giannini, A.; Biasutti, M.; Held, I. & Sobel, A. (2008). *A global perspective on African climate. Climatic Change*, 90, 359-383.
- Guilyardi, E. (2006). *El Niño-mean state-seasonal cycle interactions in a multi-model ensemble. Climatic Dynamics*, 26 (4) 329-348.
- Gordillo de Anda, G. y Jiménez, F. (2004). *Presentación principal: el nueve eje de la seguridad alimentaria*. En: Cambio ambiental global, globalización y seguridad alimentaria. Taller científico IAI-IHDP. Instituto de capacitación sobre cambio ambiental global, globalización y sistemas alimentarios. Nicoya, Costa Rica. 112p.
- Harmeling, S. (2012). *Global climate risk index 2011. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2009 and 1990 to 2009*. Germany: Germanwatch. 24p.

- Instituto Costarricense de Turismo. (2010). *Plazo de consolidación de las empresas turísticas*. Dirección de Gestión y Asesoría Turística. San José, Costa Rica. 107p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2010). *La agricultura en Costa Rica, su evolución al 2010 su prospección y perspectiva*. San José, Costa Rica. 67p.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1998). *Boletines Climatológicos 1982-1998*. Publicación Mensual, Departamento. de Climatología. San José, Costa Rica.
- Instituto Centroamericano de Administración de Empresas-Capacitación y Desarrollo Internacional Alemán. (2006). *Informe Final: Modelo Integrado del Sistema Hídrico Arenal – Tempisque para el Desarrollo Sostenible del Pacífico Seco Norte*. Grupo Costa Rica. INCAE-INWENT. Alajuela, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). *Encuesta Nacional de Hogares 2012*. San José, Costa Rica.
- Jiménez, M. (2003). *Estado de la biodiversidad biológica de los árboles y los bosques en Costa Rica*. Documento de trabajo sobre recursos genéticos forestales. Taller sobre recursos genéticos forestales de Centroamérica, Cuba y México. FGR/46S Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma. Documento inédito. 51p.
- Keenlyside, N.; Latif, M.; Jungclaus, J.; Kornblueh, L. & Roeckner, E. (2008). *Advancing decadal-scale climate prediction in the North Atlantic sector*. *Nature* 453, 84-88. DOI: 10.1038/nature06921.
- Knutson, T.R. & Manabe, S. (1995). *Time-mean response over the tropical Pacific to increased CO2 in a coupled ocean-atmosphere model*. *Journal Climate*, 8, 2181-2199.
- Kousky, V. E. & Higgins, R. W. (2004). *An Alert Classifications System for Monitoring and Assessment of the ENSO Cycle*. *Wea and Forecasting*, 22, 353-371.
- Lal, R et al. (Eds.). (2011). *Climate change and food security in South Asia*. DOI. 10.1007/978-90-481-9516-9_1.
- Lean, J.L. & Rind, D.H. (2008). *How natural and anthropogenic influences alter global and regional surface temperatures: 1889 to 2006*. *Geophysical Research Letters*. 35, L18701. DOI: 10.1029/2008GL034864.
- Lomas, J. y Herrera, H. (1985). *Weather and rice yield relationships in tropical Costa Rica*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 35:133-151.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2011). *Política de Estado para el sector agroalimentario y el desarrollo rural costarricense*. SEPSA-Sector Agro Alimentario. San José, Costa Rica. 86p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería-Consulting Group S.A. (2010). *Estudio del estado de la producción sostenible y propuesta de mecanismos permanentes para el fomento de la producción sostenible*. MAG-GFA. Consultoría SP12-2009. Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible (PFPAS). Contrato Préstamo 1436/OC-CR/BID MAG-BID. Informe Final. San José, Costa Rica. 417p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería-Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2013). *Importación de productos agropecuarios*. *Boletines Estadísticos Agropecuarios* 16-22. San José, Costa Rica.

- Mantua, N.; Hare, S.; Zhang, Y.; Wallace, J. & Francis, R. (1997). *Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. Bulletin of the American Meteorological Society.* 78:1069-1079.
- Manzanilla, L. (1997). *Indicadores arqueológicos de desastres: Mesoamérica, Los Andes y otros casos.* In: Acosta, V. (Ed.). *Historia de los desastres en América Latina.* Vol. II. (4-24). Perú: CIESAS. 315p.
- Hoerling, M.; Kumar, A.; Eischeid, J.; Jha, B. (2008). *What is causing the variability in global mean land temperature? Geophysical Research Letters,* 35, L23712. DOI: 10.1029/2008GL035984.
- McKee, T.; Doeskin, N. & Kleist, J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration to timescales.* 8th Conference on applied climatology, American Meteorological Society. Canada. 179-184.
- Meehl, G.A. & Washington, W.M. (1996). *El Nino-like climate change in a model with increased atmospheric CO₂-concentrations.* *Nature,* 382, 56-60.
- Meléndez, G.; Ronnie, V. y Briceño, J. (1999). *El frijol tapado en Costa Rica: fortalezas, opciones y desafíos.* 1º Edición. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá. San José, Costa Rica. 260p.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (1982). *Evolución socioeconómica de Costa Rica.* 1ª edición. San José- Costa Rica: EUNED.
- Ministerio de Salud (2011). *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional.* PRESANCA-PMA-OPS. 1ª edición. San José, Costa Rica. 54p.
- Mitchell, J.F.B.; Johns, T.C.; Gregory, J.M. & Tett, S.F.B. (1995). *Climate response to increasing levels of greenhouse gases and sulphate aerosols.* *Nature,* 376, 501-504. DOI: 10.1038/376501a0
- Mora, C. (2001, 29 de junio). *Clima juega con productores.* *La República.* 6A.
- Morley, S. (2006). *Trade Liberalization under CAFTA: an analysis of the agreement with special reference to Agriculture and smallholders in Central America.* International Food Policy Research Institute. Washington, USA. 57p.
- Murillo, J. y González, R. (1982). *Manual de producción para arroz de secano en Costa Rica.* 2da edición. Compañía Costarricense del Café S.A. San José, Costa Rica. 132p.
- Murillo, C. y Núñez, M. (2001, 5 de agosto). *Sequía limita servicio de agua.* *La República.* 5A.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2000). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo: la población se ve obligada a convivir con el hambre y teme morir de inanición.* FAO-SICIAV. Roma, Italia. 31p.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. (2003). *Cambio Climático. Informe de Síntesis.* Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III, al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. OMM-PNUMA. Ginebra, Suiza. 207p.
- Philander. S. (1990). *El Niño, la Niña and the Southern Oscillation.* Academic Press. Londres, Inglaterra. 289 pp.

- Pizarro, Y. (2008). *Transformaciones de largo plazo en la agricultura tradicional guanacasteca: redes de conocimiento y cambio técnico en el cantón de Santa Cruz (1950-1990)*. IX Congreso Centroamericano de Historia. Escuela de Historia. Centro de Investigaciones Históricas de América Central. Postgrado Centroamericano en Historia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 32p.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2003). *Guía del usuario para el marco sobre políticas de adaptación*. CATHALAC-PNUD-Gobierno Suizo-Gobierno de Holanda-Gobierno de Canadá. 32p.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2013). *Informe sobre el desarrollo humano 2013. El ascenso del sur: Progreso humano en un mundo diverso*. Canadá: Gilmore Printing Services Inc. 216p.
- Portolés, E. (2012). *Costa Rica: estructura económica*. Otros documentos. Instituto Español de Comercio Exterior. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá. 12p.
- Programa Estado de la Nación. (2000). *Sexto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Costa Rica.: Programa Estado de la Nación.
- Ramírez, P. (1990). *El fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur*. Boletín Meteorológico. Año XIV. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.
- Ramírez, P. (2002). *La sequía del 2001 en Centroamérica. Un caso de discusión entre variabilidad y cambio climático*. Comité Regional de Recursos Hídricos. Foro Regional del Clima. Documento técnico. 5p.
- Retana, J.; Alvarado, L. y Pacheco, R. (2009). *Relación entre la variabilidad climática y el ciclo agrícola del frijol en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Perspectivas del clima para el ciclo 2009-2010*. Instituto Meteorológico Nacional. Nota Técnica 03. San José, Costa Rica. 9p.
- Retana, J. y Villalobos, R. (2000). *Caracterización pluviométrica de la fase cálida de ENOS en Costa Rica con base en probabilidades de ocurrencia de eventos en tres escenarios: seco, normal y lluvioso. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 7(2):117-124.
- Retana, J. y Solano, J. (2000). *Relación entre las inundaciones en la cuenca del Tempisque el fenómeno de la Niña y los rendimientos de arroz de secano en Guanacaste*. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 9p.
- Retana, J.; Villalobos, R.; Campos, M. y Chacón, A. (2005). *Estimación del riesgo del sistema hídrico de la zona noroeste del Valle Central de Costa Rica ante los efectos de eventos meteorológicos extremos*. Instituto Meteorológico Nacional. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo–Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe. Proyecto: Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. San José, Costa Rica. 12p.
- Retana, J.; Campos, M. y Deford, D. (2008). *Efectos del cambio climático sobre la salud humana en Costa Rica*. Proyecto Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. MINAET-IMN-MINSA-PNUD. San José, Costa Rica. 45p.

- Retana, J.; Araya, C.; Sanabria, N.; Alvarado, L.; Solano, J.; Barrientos, O.; Solera, M.; Alfaro, M. y Araya, D. (2011). *Análisis del riesgo actual del sector hídrico de Costa Rica ante el cambio climático para contribuir a mejorar el desarrollo humano*. MINAET-IMN-PNUD. San José, Costa Rica. 98p.
- Retana, J.; Alvarado, L.; Araya, C.; Sanabria, N.; Solano, J.; Solera, M. y Alfaro, M. (2012). *Caracterización del corredor seco en Costa Rica. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 11(1):18-28.
- Retana, J. (2014). *Qué significa adaptarse al cambio climático*. Nota técnica. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica. Sp.
- Kaufmann, R.; Kauppi, H.; Mann, M. & Stock, J. (2011). *Reconciling anthropogenic climate change with observed temperature 1998–2008*. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3142005/>
- Rogers, J., (1988). *Precipitation Variability Over the Caribbean and Tropical Americas Associated with the Southern Oscillation*. *Journal of Climate*, 1: 172-182.
- Rojas, A. (1997). *La evolución de la agricultura costarricense en sus distintas épocas*. *Revista Agroindustria*. 25(176): 31-38.
- Ropelewsky, C. y M. Halpert, (1987). *Global and Regional Scale Precipitation Pattern Associated with the ENSO*. *Monthly Weather Review*. 110, 1606-1626.
- RT actualidad. (2013). *Los peores huracanes de los últimos 50 años*. Recuperado de: <http://actualidad.rt.com/ciencias/view/12668-Los-peores-huracanes-de-%C3%BAltimos-50-a%C3%B1os>
- Rodríguez, O. y Cisneros, M. (2012, 26 de octubre). *Nueva gallina de los huevos de oro: servicios*. *La República*. San José, Costa Rica. Sp.
- Sánchez, M. (2007). *Liberalización comercial en El marco del DR-CAFTA: efectos en el crecimiento, la pobreza y la desigualdad en Costa Rica*. CEPAL. México, D.F. 112p.
- Power, S. & Smith, I. (2007). *Weakening of the Walker Circulation and apparent dominance of El Niño both reach record levels, but has ENSO really changed?* *Geophysical Research Letters*. 34(18). DOI: 10.1029/2007GL030854.
- Sistema de Información y Cartografía sobre la Inseguridad Alimentaria y la Vulnerabilidad. (2000). *Directrices relativas a los SICIAV nacionales. Antecedentes y principios*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 25p.
- Smith, D.S.; Cusack, S.; Colman, A.; Folland, C.; Harris, G.; & Murphy, J. (2007). *Improved Surface Temperature Prediction for the Coming Decade from a Global Climate Model*. *Science*, 317(5839), 796-799. DOI: 10.1126/science.1139540.
- Stolz, W. (1998). *ENOS: El Niño-La Oscilación Sur*. En: *Una Biósfera en Convulsión: El potencial cambio global*. Instituto Meteorológico Nacional. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 160p.
- Taylor, M. & Alfaro, E. (2005). *Climate of Central America and the Caribbean*. In: Oliver, J. (Ed.): *Encyclopedia of World Climatology*. Springer, Netherlands. 183-189.

- Timmermann, A.; Oberhuber, J.; Bacher, A.; Esch, M.; Latif, M. & Roeckner, E. (1999). *Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming*. *Nature*, 398, 694-696.
- Trenberth, K., (1997). *The Definition of El Niño*. *Bulletin of American Meteorology Society*. 78, 2771-2777
- Tripier, C. (2012, 23 de julio). *EEUU: sequía ataca la economía con efecto dominó*. *Inter Press Service*. Sp.
- Tsonis, A.; Elsner, J.; Hunt, A. & Jagger, T. (2005). *Unfolding the relation between global temperature and ENSO*. *Geophysical Research Letters*. 32 (9). DOI: 10.1029/2005GL022875
- Ulate, K. (2013, 15 de enero). *Doscientos cincuenta mil recibirán menos agua por baja en caudal de ríos*. *La Nación*. San José, Costa Rica. Sp.
- Van Oldenborgh, G.J.; Philip, S.Y. & Collins, M. (2005). *El Niño in a changing climate: a multi-model study*. *Ocean Science*. 1, 81-95. DOI: 10.5194/os-1-81-2005.
- Vargas, D. y Chaves, M. (2011). *Agricultura familiar: una opción viable de sustento para el pequeño agricultor*. Ponencia presentada en el XVIII Congreso Azucarero Nacional ATACORI: Lic. Teresita Rodríguez Salas. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). Colegio de Ingenieros Agrónomos. Moravia. Costa Rica. 19p.
- Vecchi, G. & Wittenberg, A. (2010). *El Niño and our future climate: where do we stand?* *WIREs Climate Change*, 1, 260-270.
- Vega, N., (1987). *The Effects of El Niño in Costa Rica, 1982-1983*. *Tropical Ocean-Atmosphere News Letter*, 39, 1-4.
- Villagrán, J. (2006). *Vulnerability. A conceptual and methodological review*. United Nations University. Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS). SOURCE. Studies of the University: Research, Counsel, Education. Publication Series of UNU-EHS. (4):64.
- Villalobos, R. (2001). *Impacto del fenómeno El Niño sobre la producción de arroz y frijol en dos regiones agrícolas de Costa Rica*. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. (8)1:19-25.
- Villalobos, R.; Retana, J.; Ramírez, S.; Machado, P. (2002). *Mejoramiento de la capacidad técnica para mitigar los efectos de futuros eventos de la variabilidad climática en Costa Rica*. *El Niño*. Proyecto Mitigación de Desastres en Centroamérica. Gobierno de Japón- BID. CRRH-CEPREDENAC-IMN-SEPSA-ICE. San José, Costa Rica. 182p.
- Villasuso, J.M. (1999). *Economía Política de las reformas estructurales en Costa Rica*. Instituto de Investigaciones Económicas. Universidad de Costa Rica. 84p.
- Walter, K., and Timlin, M.S. (1993). *Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index*. Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57. Recuperado de: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/WT1.pdf>

- Waylen, P., Quesada, M. y Caviedes, C. (1996a). *Temporal and spatial variability of annual precipitation in Costa Rica and the Southern Oscillation*. *International Journal of Climatology*. 16: 173-193.
- Waylen, P.; Caviedes, C. y Quesada, M. (1996b). *Interannual variability of monthly precipitation in Costa Rica*. *Journal of Climate*. 9: 2606-2613.
- Waylen, P.; Quesada, M. y Caviedes, C. (1994). *The effects of El Niño-Southern Oscillation on precipitation in San Jose, Costa Rica*. *International Journal of Climatology*. 14: 559-568.
- Wilchez, G. (2011). *Aguaceros y goteras*. Ponencia en el Taller Gestión de Riesgo y Cambio Climático. Gobierno de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Zárate, E., (1990). *Breve Caracterización de un Evento ENSO en Costa Rica y Acciones de Pronóstico durante la época lluviosa del Pacífico de 1990*. Artículo presentado en la Conferencia Técnica sobre El Niño y sus implicaciones climáticas. Montevideo, Uruguay.™



Este libro ha sido impreso en papel con *Certificación FSC* proveniente de plantaciones forestales.

The mark of responsible forestry

Ministerio de Ambiente y Energía
Instituto Meteorológico Nacional
www.imn.ac.cr | imn@imn.ac.cr



*Al servicio
de las personas
y las naciones*