



**MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**  
Programa Nacional de Cambio Climático  
Guatemala, Centro América

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUTURA  
DE LA PRODUCCIÓN DE GRANOS BASICOS  
AL CAMBIO CLIMATICO**

**Informe Final**

PROYECTO REGIONAL  
FOMENTO DE LAS CAPACIDADES PARA LA ETAPA II DE  
ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA,  
MÉXICO Y CUBA (RLA/01/G31)

**Guatemala, junio de 2007**



## **CONTENIDO**

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Metodología</b>	<b>2</b>
<b>Revisión Bibliográfica</b>	<b>2</b>
<b>Proyecciones de Producción de Granos Básicos</b>	<b>2</b>
<b>Escenarios Futuros</b>	<b>3</b>
<b>3. Situación de las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo de la Producción de Granos Básicos en el Área del Proyecto</b>	<b>3</b>
<b>Vulnerabilidad de la Subcuenca del Río San José</b>	<b>3</b>
<b>Vulnerabilidad de la Cuenca del Río Naranjo</b>	<b>7</b>
<b>4. Situación de la Producción Nacional de Granos Básicos</b>	<b>12</b>
<b>5. Impacto del Cambio Climático en la Producción de Granos Básicos</b>	<b>14</b>
<b>5.1 Requerimientos Hídricos para la Producción de Granos Básicos</b>	<b>14</b>
<b>5.2 Impactos de la Sequía en la Producción de Granos Básicos</b>	<b>16</b>
<b>5.3 Impactos de las Inundaciones en la Producción de Granos Básicos</b>	<b>18</b>
<b>6. Medidas de Adaptación Futuras de la Producción de Granos Básicos</b>	<b>19</b>
<b>7. Proyecciones de la Producción de Granos Básicos</b>	<b>22</b>
<b>8. Bibliografía</b>	
<b>9. Anexos</b>	<b>29</b>



## 1. Introducción

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), a través del Programa Nacional de Cambio Climático, y por medio del Proyecto “Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31)” ha impulsado actividades tendientes a la evaluación de la vulnerabilidad actual y caracterización del riesgo climático futuro en diferentes sectores socioeconómicos; en particular en los recursos hídricos y en la producción de granos básicos.

En tal sentido, como continuidad a los estudios realizados de vulnerabilidad actual al cambio climático y utilizando el Marco de las Políticas de Adaptación<sup>1</sup> como herramienta metodológica se procedió a la evaluación de la Vulnerabilidad Futura en la Producción de Granos Básicos en las áreas de estudio del Proyecto (Subcuenca del Río San José y Cuenca del Río Naranjo).

Los objetivos del presente documento se orientan primordialmente hacia:

- a) Identificar y cuantificar los impactos futuros en la producción de granos básicos en las cuencas de los ríos Naranjo y San José de acuerdo con los escenarios de cambio climático y escenarios socioeconómicos. En la subcuenca del Río San José se analiza el impacto de la sequía, mientras que en la cuenca del Río El Naranjo se estudia el tema de inundaciones.
- b) Identificar las medidas de adaptación futuras de la producción de granos básicos y presentar una evaluación técnica, ambiental y socioeconómica de estas medidas.

Para ello, se realizó una revisión de la información sobre escenarios futuros de cambio climático<sup>2</sup>, escenarios socio-económicos futuros<sup>3</sup> y los estudios de adaptación autóctona de las cuencas de los ríos Naranjo y San José elaborados en el marco del Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31)”.

---

<sup>1</sup> Marco para las Políticas de Adaptación (Adaptation Policy Framework) elaborado por el National Communication Support Unit –NCSU- del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD-, el cual tiene como punto de partida la cantidad de información que es posible que posean los países acerca de los sistemas vulnerables, tales como el sector agrícola, recursos hídricos, salud pública y gestión de desastres. La aplicación del Marco de Políticas de Adaptación de forma cualitativa, no necesariamente requiere una gran cantidad de datos de alta calidad o vasta experiencia en modelos basados en computadora. El uso del MPA requiere una evaluación concienzuda y un proceso firme de los actores, ambos enfocados en la adaptación al cambio climático. Guía del Usuario para el Marco de las Políticas de Adaptación. Fondo para el Medio Ambiente Mundial –FMAM- / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD-. Noviembre de 2003.

<sup>2</sup> Creación de los escenarios climáticos para la Cuenca del Río Naranjo y la Subcuenca del Río San José. Informe de Trabajo (Informe Final). Castañón, C. Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31). Noviembre de 2006

<sup>3</sup> Socioeconómicos. Información complementaria. Consult Centroamericana. Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31). Noviembre de 2006

## **2. Metodología**

### **Revisión Bibliográfica**

En primer lugar, se procedió a la elaboración de una lista preliminar sobre las posibles fuentes de información; asimismo, se identificaron, recopilaron y analizaron los programas, proyectos, estudios, planes y documentación sobre granos básicos, climáticos y de temas afines que tuvieran relación o que se hayan realizado dentro del área del proyecto (Subcuenca del Río San José y Cuenca del Río Naranjo). Sin embargo, por las limitaciones bibliográficas específicas de dichas cuencas, se consideraron estudios de temas afines a nivel departamental, nacional y regional (Centroamérica).

Con la información recabada se procedió al análisis bibliográfico y a la elaboración de una base de datos sobre los estudios realizados en el área del proyecto y relacionados con la producción de granos básicos y cambios climáticos que han o inciden en ésta.

La Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del MAGA ha realizado estudios sobre la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en el país, así como la determinación de daños al sector agrícola por irregularidades del clima (principalmente en la época lluviosa). Además, ha elaborado mapas y bases de datos de: amenazas por sequías, heladas, inundaciones; índice integrado de amenazas climáticas; déficit de disponibilidad de alimentos, extrema pobreza, desnutrición crónica; índice integrado de la situación alimentaria; índice integrado de capacidad de respuesta; vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria.

Como parte de las tareas asignadas, se analizaron estudios a nivel regional y nacional sobre los efectos que la variabilidad climática y eventos extremos han tenido, tienen o tendrán sobre la producción de granos básicos. Específicamente para la descripción biofísica, socioeconómica y productiva del área del proyecto se consideraron los Planes de Manejo de la Subcuenca del Río San José y Cuenca del Río Naranjo; los cuales contienen análisis e información que permitieron la caracterización y proyecciones de la producción de granos básicos para esta línea de base de datos.

También se analizaron los informes sobre la Vulnerabilidad Actual de las áreas de estudio elaborados por los consultores nacionales como parte del proyecto “Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31)” y documentos técnicos sobre requerimientos hídricos y prácticas agronómicas de los granos básicos.

### **Proyecciones de Producción de Granos Básicos**

Para determinar las tendencias de la producción de granos básicos en el área del proyecto se tomaron las cifras censales de 1979 y 2003 considerando los municipios que están comprendidos dentro de la Subcuenca del Río San José y Cuenca del Río Naranjo. Se analizaron las áreas cultivadas y producción de maíz y frijol para cada uno de los municipios; posteriormente, se aplicó el porcentaje del área municipal que está comprendida en la subcuenca o cuenca a los datos de producción de granos básicos para estimar la producción de maíz y frijol dentro de las áreas del proyecto.

Con estas cifras censales se procedió a determinar la evolución de la producción de granos básicos a nivel de municipios dentro de la subcuenca o cuenca del área de estudio durante el período intercensal 1979-2003. Se realizó un análisis indicando si ésta fue positiva o negativa (dependiendo de su incremento o disminución) tratando de inferir a través de investigaciones complementarias o por otros estudios, las causas de los comportamientos respectivos.

El análisis de las estadísticas disponibles y estudios a nivel nacional, departamental y municipal para la producción de granos básicos, permitieron identificar sus tendencias productivas las cuales complementaron los resultados obtenidos de las proyecciones de las cifras censales. También se analizaron las tendencias poblacionales del área del proyecto con el fin de determinar la influencia de estos indicadores sobre la producción y consumo de granos básicos. Para ello, se utilizaron las cifras del último censo de población y algunas estimaciones realizadas con base a cifras censales anteriores.

Las cifras a nivel nacional de producción, consumo y comercio exterior (importaciones y exportaciones) se tomaron de las publicaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Además se consideraron las estimaciones de FAO y MAGA sobre las pérdidas de producción de granos básicos causadas por la Tormenta Stan. En el marco del Proyecto “Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31)” se realizó una “Evaluación Rápida de los Impactos de la Tormenta Stan en la Producción de Granos Básicos” en las zonas de estudio del proyecto.

### **2.3 Escenarios Futuros**

Para las proyecciones de la producción de granos básicos (maíz, frijol) en el área de estudio para el año 2030, se consideraron los escenarios futuros de cambio climático, así como las consideraciones de los escenarios socioeconómicos y la información de apoyo generada para la adopción de un modelo de simulación de efectos de la sequía en la subcuenca del Río San José<sup>4</sup>.

También se analizaron los resultados presentados en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en lo que respecta a los estudios de vulnerabilidad de la producción de granos básicos al cambio climático.

## **3. Situación de las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo de la Producción de Granos Básicos en el Área del Proyecto**

### **3.1 Vulnerabilidad De La Subcuenca Del Río San José**

Durante la primera parte de la estación lluviosa del año 2001 se produjo una ausencia de las lluvias esperadas, durante un período suficientemente largo, que causó una sequía que

---

<sup>4</sup> Información de apoyo para la adopción de un modelo de simulación de efectos de las sequías en Guatemala. Subcuenca del Río San José. Orellana, H. Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31). Noviembre de 2006

afectó a varios departamentos en el país, incluidos Chiquimula y Jutiapa (en donde se localiza la subcuenca del Río San José).

La región oriental de Guatemala se vio fuertemente afectada por esta sequía, caracterizada por la disminución de las lluvias, la entrada tardía de la estación lluviosa, la irregularidad en la distribución temporal y espacial de éstas, una canícula severa y una estación seca más prolongada; los impactos de esta sequía se vieron incrementados por la demanda de granos básicos y por condiciones sociales de pobreza<sup>5</sup>.

En ese año, la sequía estuvo asociada a la inseguridad alimentaria en los municipios de Jocotán, Camotán y Olota, en el departamento de Chiquimula. Las primeras noticias surgieron vinculadas a un número creciente de niños y niñas en estado de desnutrición y de personas muertas por hambre.

La población de estos municipios asciende a unas 64 miles de personas, de las cuales el 73% son de origen indígena Chortí a quienes afectó mayoritariamente la inseguridad alimentaria. Este grupo social tiene los más altos índices de exclusión social y precariedad económica de subsistencia entre todos los grupos mayas del país. Además, ocupan las tierras menos aptas para cultivos; las más deforestadas, casi todas con laderas pronunciadas, suelos erosionados y afectados por constantes vientos que aumentan su fragilidad. El Programa Mundial de Alimentos (PMA) catalogó la situación en las comunidades afectadas como “un problema de pobreza estructural”, que según las autoridades se agudizó por la sequía y la pérdida de empleos derivada de los bajos precios del café.<sup>6</sup>

Los efectos de la variabilidad y cambio climático aunados a los cambios antropogénicos han agravado la condición actual de degradación y deterioro de los recursos naturales de la subcuenca, destacando:

- a. **La Pérdida y Deterioro de la Diversidad Biológica y de Los Paisajes.** Existen una serie de condiciones que agravan esta situación, tales como una creciente demanda por el uso de ecosistemas para actividades productivas de corto plazo, principalmente de subsistencia; la ausencia de certeza jurídica en los derechos de propiedad sobre áreas silvestres de acceso público; la administración fragmentada y descoordinada de las áreas silvestres e insuficiente conocimiento e información para su manejo sostenible.
- b. **La Disminución de la Calidad y Cantidad de los Recursos Hídricos.** Un porcentaje importante de los cuerpos de agua superficial se hallan contaminadas por desechos líquidos, desechos sólidos, agroquímicos y asolvamiento. Asimismo, el agua subterránea es subutilizada y sobre explotada, disminuyendo la capacidad de recarga de los acuíferos y provocando desajustes en el ciclo hídrico.

---

<sup>5</sup> Sistematización de las Experiencias. Proyecto de Reducción de Vulnerabilidad ante Efectos de Sequía. Cooperación Técnica Alemana –GTZ-, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- y Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres –CONRED-. Guatemala, Abril de 2004

<sup>6</sup> Sistematización de las Experiencias. Proyecto de Reducción de Vulnerabilidad ante Efectos de Sequía. Cooperación Técnica Alemana –GTZ-, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- y Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres –CONRED-. Guatemala, Abril de 2004

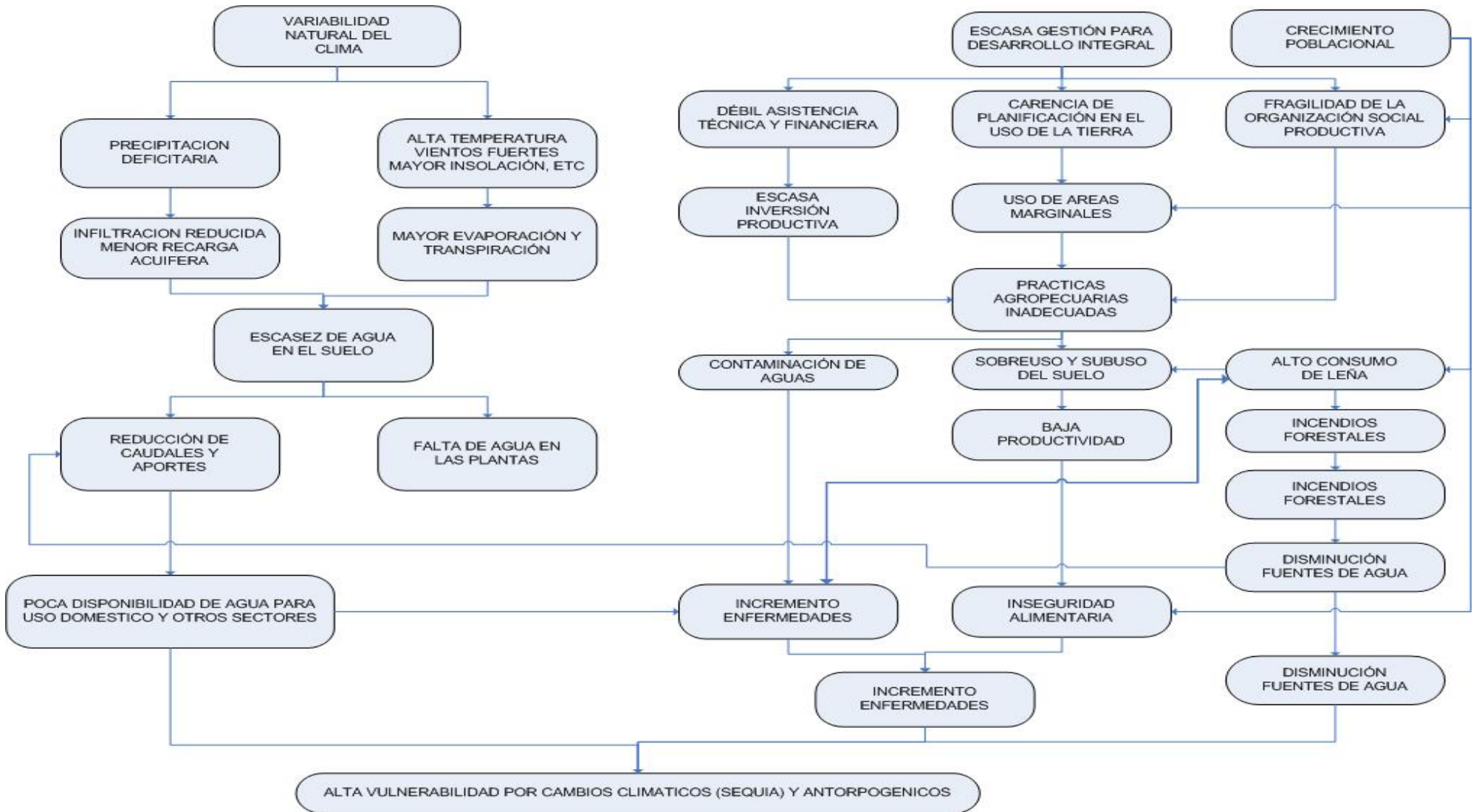
- c. **La Pérdida Acelerada de la Cobertura Forestal.** Por parte, la tasa de uso de los bosques supera a la tasa de regeneración natural provocando degradación ambiental. Por otra parte, la presión creciente de cambio de cubierta forestal por otras actividades más rentables en el corto plazo, pero no necesariamente a largo plazo, está reduciendo aceleradamente los activos forestales. Esto con consecuencias adversas sobre la producción agropecuaria, forestal e hidrobiológica.
- d. **La Mayor Vulnerabilidad Territorial y Ambiental.** Esta se ha visto acelerada principalmente, por la manipulación humana de los ecosistemas, fundamentalmente debido al incremento en la deforestación, al mal manejo de los suelos y a una mayor contaminación hídrica. En las partes altas de las cuencas con mayor densidad poblacional, la vulnerabilidad aumenta impactando a las poblaciones de las partes medias y bajas. El aumento en la intensidad y magnitud de los fenómenos naturales por una parte y una mayor vulnerabilidad territorial, causado por el deterioro ambiental y la pérdida de bienes y servicios naturales, provocan desastres naturales y sociales y poniendo en riesgo a las poblaciones más pobres.
- e. **La Acelerada Contaminación Ambiental.** Aunque estos efectos son genéricos para el país, la emisión y vertido de contaminantes al ambiente están afectando no sólo a los componentes del patrimonio natural en su disponibilidad y calidad; sino también a las condiciones de bienestar humano y sus costos asociados en las áreas de estudio del proyecto. Resultan especialmente significativos el manejo inadecuado de los desechos líquidos y aguas residuales, los desechos sólidos y los residuos agroquímicos; así como la falta de abatimiento de contaminantes atmosféricos.

Como se mencionó anteriormente, esta situación se debe entre otras razones a las características climáticas en las áreas de estudio y a la débil gestión estatal vinculada al uso y manejo de los recursos naturales renovables. Estas condiciones limitan las alternativas productivas y las oportunidades para el desarrollo local que se manifiestan en el deterioro de la calidad de vida de la población.

Conforme se producen crecimientos poblacionales, ocurren aumentos en la demanda del recurso hídrico en cantidad y calidad, amenazada actualmente por la deforestación y la contaminación de las aguas superficiales. Como resultado se observa un aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales, en especialmente el hídrico, que impacta negativamente sobre los ecosistemas naturales y que amenaza la población por un alto riesgo de enfermedades de origen hídrico por el consumo de agua contaminada.

En la Figura 1 se presenta un diagrama de las interrelaciones de la variabilidad y cambio climático y las acciones antropogénicas que dan como resultado una degradación de los recursos naturales y un deterioro de la calidad de vida de la población que conlleva a una alta vulnerabilidad de la subcuenca del río San José.

Figura 1. Vulnerabilidad de la Subcuenca del Río San José a los Cambios Climáticos (Sequía) y Antropogénicos



Las condiciones actuales y futuras de la calidad del recurso hídrico limitan su aprovechamiento (humano, agrícola y pecuario) con lo que no se obtienen producciones adecuadas y el consumo del agua por la población incide en un alto índice de enfermedades parasitarias.

La vulnerabilidad de los sistemas productivos por la inadecuada utilización del suelo y la dependencia de cultivos tradicionales inciden para que la población no logre satisfacer sus necesidades de alimentación contribuyendo en el deterioro de la calidad de vida de la población.

La degradación de los recursos naturales se produce por la falta de estrategias de manejo de los recursos agua, suelo y bosque. Los factores determinantes: la pérdida de suelo por erosión, falta de manejo de desechos sólidos y líquidos; contaminación del recurso agua superficial y el manto acuífero local. La falta de manejo de los bosques ha provocado la pérdida de la biodiversidad, deterioro de la belleza escénica y la disminución de oportunidades de empleo en otras actividades productivas fuera del ámbito agrícola.

### **3.2 Vulnerabilidad de la Cuenca del Río Naranjo**

Las principales amenazas naturales en la parte alta de la cuenca del Río Naranjo son las inundaciones y heladas. En efecto, la presencia de períodos prolongados con exceso de lluvias e inundaciones ha causado pérdidas de cosechas de productos agrícolas, especialmente en la parte baja de la cuenca.

El exceso de humedad, provocado por las inundaciones, genera condiciones propicias para los brotes, multiplicación y propagación de vectores de las enfermedades infecto-contagiosas y respiratorias. Asimismo, la presencia de períodos húmedos prolongados facilita la diseminación y propagación de enfermedades fungosas, bacterianas y las plagas de las raíces en los suelos saturados (nematodos y otros insectos que pueden hospedarse en la zona radicular como el caso de la gallina ciega y el gusano alambre). En la parte alta y media, los excesos de humedad y/o períodos prolongados de lluvia han generado la pérdida de suelo y nutrientes (erosión hídrica).

Adicionalmente a estas amenazas naturales la presión antropogénica constituye una amenaza sobre los recursos naturales de la cuenca provocando una mayor vulnerabilidad a los fenómenos naturales y que los daños por ellos sean de una mayor incidencia. Las causas de la vulnerabilidad ambiental, económica y social en la cuenca incluyen a los bajos niveles de capacitación en medio ambiente, la débil capacidad municipal de planificación del uso del territorio y de los recursos naturales, débil organización local y prácticas inadecuadas de cultivos.

A partir de clasificar la cuenca en 3 zonas diferentes se realizó un análisis de la vulnerabilidad de cada una de las tres partes de la cuenca, así como de la problemática común. Los resultados de este análisis se presentan a continuación:

- a. **Parte Alta de la Cuenca.** Se encuentra densamente poblada y formada principalmente por fincas minifundistas que hacen un uso intensivo del suelo provocando un deterioro ese recurso y sus adyacentes como el bosque y el agua. La población ha encontrado

alivio a la presión del uso de los recursos mediante el establecimiento de minirriegos, pero se avizoran dificultades de aprovisionamiento de agua superficial, generando conflictos de uso.

La ampliación de la frontera agrícola ha provocado la desaparición acelerada del bosque, afectando la recarga hídrica y la pérdida de la biodiversidad. Aún así, se tienen zonas en buen estado de conservación en las zonas de los volcanes Lacandón y Chicabal dentro de los límites propuestos de las áreas protegidas.

- b. **Parte Media.** En esta zona se ubica el cinturón cafetalero, que es uno de los rubros de exportación cruciales de la economía guatemalteca, generando empleo permanente y temporal para alrededor de 200,000 personas y permite un flujo anual en concepto de salarios estimados en Q. 90 millones.

Es, además, el abastecedor principal de leña para el consumo doméstico para esta parte de la cuenca, así como de la parte baja y alta. El patrón de cultivo bajo sombra, que prevalece en el área, es el uso más compatible con la producción económica y el entorno ambiental, al grado que puede considerarse de ayuda a la conservación de la naturaleza mediante la fijación de carbono, protección del suelo, regulación del ciclo hidrológico y otros.

No obstante, prevalecen dificultades como la contaminación temporal derivada del beneficiado húmedo del grano, la contaminación del agua y suelo e intoxicación de personas por el uso de plaguicidas y algunos niveles de erosión inevitables en suelos con altas pendientes y precipitaciones.

También se presentan vulnerabilidades económicas asociadas a los vaivenes a que está sujeto el mercado internacional del café, por lo que minimizar la vulnerabilidad para mantener y mejorar la capacidad productiva de la zona, se constituye en un propósito nacional.

Se producen conflictos por el uso del agua derivados del hecho que algunas fincas limitan el acceso a la misma a poblaciones (el 55% de la población de la parte media no cuenta con servicio de agua domiciliar).

La zona baja de la parte media de la cuenca comunica la actividad económica de Guatemala y Centro América con México (Carretera CA-2); de aquí que la conservación y protección de la infraestructura vial sea muy relevantes, siendo los desbordamientos de los ríos lo que propicia el riesgo de provocar la interrupción comercial.

Las micro cuencas de la parte media, por las altas precipitaciones, aportan grandes volúmenes de agua. Los suelos erosionados son transportados y sedimentan en las zonas bajas del río Naranjo y tributarios, provocando el asolvamiento de los cauces y por consecuencia el desbordamiento de los mismos.

- c. **Parte Baja de la Cuenca.** En esta área prevalecen cultivos de plantación como el hule, banano, palma africana y la ganadería de carne en fincas grandes, coexistiendo con

cultivos básicos como maíz, arroz y por extensión el plátano, en fincas pequeñas y medianas.

Los conflictos de uso de los recursos naturales en la cuenca se derivan de la demanda de agua en época seca, tanto por parte de productores grandes como de medianos y pequeños. En la época de lluvias se derivan del "manejo" de las inundaciones mediante obras estructurales realizadas por productores grandes que contribuyen a afectar a pequeños y medianos productores

Las principales amenazas derivadas de la actividad humana a la biodiversidad de la cuenca, son:

- **Tala de Bosques Naturales para Agricultura y Ganadería.** La dependencia económica del sector agropecuario en la cuenca es una de las principales amenazas para la biodiversidad. Anualmente son destruidas significativas extensiones de bosques naturales por la expansión descontrolada de la frontera agrícola y sobre pastoreo. Los bosques de la cuenca, como se mencionó anteriormente, constituyen importantes ecosistemas en donde conviven muchas especies, que se ven amenazadas por esta destrucción.
- **Aplicación de Actividades Agrícolas no Sostenibles.** La aplicación de métodos de cultivo tradicionales en laderas, principalmente en la parte alta de la cuenca, sin el uso de técnicas apropiadas de cultivos, en los que se utilizan agroquímicos sobre dosificados para el control de plagas, enfermedades y malezas, constituye una seria amenaza a la pérdida de la biodiversidad.

También son afectadas principalmente las poblaciones de microflora del suelo, insectos benéficos, pequeños mamíferos, fauna acuática y aves entre otros, que forman parte de la riqueza biológica de la cuenca.

- **Degradación Estructural de los Bosques.** Debido a los aprovechamientos ilícitos que se realizan sin regulación técnica, existe alta degradación estructural de las masas boscosas. Los mejores ejemplares son extraídos eliminando las posibilidades de la repoblación natural con árboles padres que aporten buenas características genéticas.
- **Reducción de los Mantos Acuíferos Subterráneos y Superficiales.** Las especies de flora y fauna, cuya supervivencia está ligada a cuerpos de agua superficiales se ven amenazadas debido a la reducción de los caudales de base. Este proceso se origina principalmente por la destrucción de la cobertura forestal de las áreas de recarga de los acuíferos que han reducido su capacidad debido a una alteración del balance hídrico superficial.

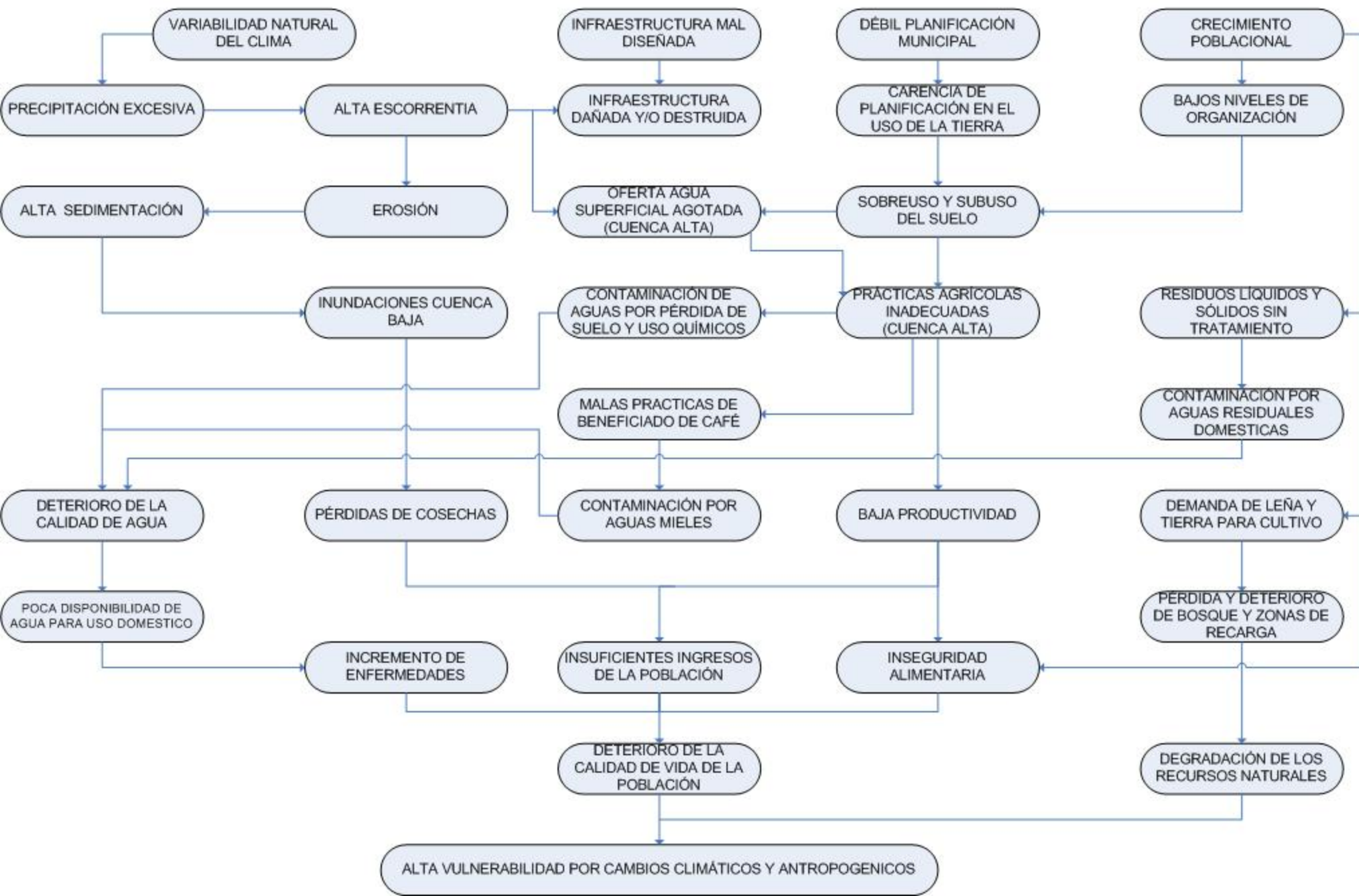
El aumento de la escorrentía se traduce en un detrimento de la capacidad de absorción e infiltración con el consecuente descenso de los mantos acuíferos subterráneos que alimentan a las corrientes superficiales en época de estiaje. La oferta de agua superficial está casi agotada en la cuenta alta, a pesar de ser el sector donde más

precipitación existe. Esto se debe a las características de las pendientes del territorio que sumadas a la mayor densidad poblacional predisponen que la oferta hídrica superficial se encuentre en su límite. De esta forma, se presentan problemas para realizar agricultura bajo riego y satisfacer las demandas de los centros poblados respecto a agua potable.

- **Contaminación del Recurso Hídrico por Aguas Residuales, Desechos Sólidos, Químicos.** Las causas del deterioro de la calidad del agua, además de la contaminación por sedimentos, plaguicidas y aguas mieles, se deben a la falta de tratamiento de las aguas residuales en la mayoría de poblados. Se suma la inadecuada recolección, tratamiento y disposición final de la basura afectando la salud de la población y contaminación del suelo y aguas.

En la Figura 2 se presenta un diagrama de las interrelaciones de la variabilidad natural climática y las acciones antropogénicas que dan como resultado una degradación de los recursos naturales y un deterioro de la calidad de vida de la población que conlleva a una alta vulnerabilidad de la cuenca del río Naranjo.

Figura 2. Vulnerabilidad de la Cuenca del Río Naranjo a los Cambios Climaticos y Antropogenicos



Las causas estructurales que originan estas amenazas en la cuenca del Río El Naranjo se deben a que la economía está poca desarrollada, especialmente en la parte alta de cuenca, debido a:

- las limitadas oportunidades empresariales
- predominio de la actividad agropecuaria como medio de subsistencia en suelos poco productivos y de vocación forestal
- bajo nivel tecnológico de producción
- deficiente sistema de mercadeo para los productos tradicionales
- deficiente infraestructura de servicios
- limitaciones del sistema crediticio actual.

Las consecuencias de ello se traducen en:

- baja producción y bajos ingresos
- poco intercambio comercial, baja inversión, y en fin, pobreza
- deterioro ambiental a consecuencia del inadecuado uso de los suelos
- mal manejo de los desechos sólidos de la agricultura, comercio, industria y domésticos
- sustitución de bosques naturales por cultivos permanentes y ganadería

Además, las organizaciones de la sociedad civil y los gobiernos locales han tenido poca participación e incidencia en la atención a la problemática ambiental que afecta los recursos naturales de la cuenca.

#### **4. Situación de la Producción Nacional de Granos Básicos**

El sector agropecuario constituye el motor principal de la economía guatemalteca ya que engloba más del 50% de la participación laboral de la población y genera el 75% de las divisas. Por otra parte, el mayor número de créditos otorgados por el sistema bancario va dirigido a la actividad agrícola que acapara la mayor parte de procesos de comercialización de insumos y productos en el mercado interno. Alrededor de 80% de la población participa directa o indirectamente en actividades agrícolas, contribuyendo aproximadamente con el 25% del Producto Interno Bruto (PIB).

Se estima que el cultivo de maíz contribuye en un 4% al PIB Agrícola y 1% al PIB Total.<sup>7</sup> Asimismo, se considera que el maíz genera 37 millones de jornales por año y representa más del 73% con relación a los jornales que genera el resto de cultivos<sup>8</sup>. La producción nacional de maíz en el período 2002/2003 ascendió a 24,318,772 quintales de los cuales el maíz blanco representó el 84% de la producción total, mientras que el 16% correspondió al maíz amarillo.

Sin embargo, el comportamiento de la producción en el período 1984/1985-2002/2003 muestra una tendencia decreciente (tasa media anual de -0.56%). El impacto de este decrecimiento puede ser analizado en tres campos y relaciones: producción-consumo, producción-comercio exterior y producción-precio de mercado.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Con base a cifras del Banco de Guatemala

<sup>8</sup> Datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-

<sup>9</sup> La Producción Nacional del Maíz. Especial Maíz Blanco. Revista MAGActual. Año 02 No.009, Marzo-Abril 2005

La relación producción-consumo debería tener una relación directamente proporcional entre el crecimiento de la producción y el crecimiento del consumo de maíz como resultado del crecimiento natural de la población. Sin embargo, al analizar los datos históricos, se puede observar que esta relación es inversa ya que la población presenta un crecimiento natural y la producción presenta una tendencia decreciente.

En la relación producción-comercio exterior, la lógica económica indica que ante una insuficiente producción doméstica para satisfacer el consumo interno, se incentivarían las importaciones; sin embargo, de acuerdo a los datos de comercio exterior, éstas no han sido significativas.

En la relación producción-precios, la lógica económica indica que ante un decrecimiento de la oferta, manteniendo constante la demanda, los precios domésticos deberían presentar una tendencia al alza; sin embargo, la realidad tampoco responde de esa manera. Aunque en los años 2000-2004, los precios internos presentan una leve tendencia al alza, no podría catalogarse como significativa ya que la tasa media anual de crecimiento no supera la tasa de inflación.

Ante tales escenarios se debería asumir que el consumidor guatemalteco está sustituyendo el consumo de maíz por otro producto, deducción relativamente difícil de documentar. Sin embargo, se puede indicar que el consumidor guatemalteco ha modificado su estructura de consumo en los últimos veinte años. Este comportamiento se puede observar en los resultados de las encuestas nacionales de ingresos y gastos de 1983 y 1999 donde el consumidor guatemalteco presenta una contracción de los gastos destinados al consumo de alimentos y bebidas, mientras que los gastos destinados a la vivienda, asistencia médica y educación, han sufrido un incremento<sup>10</sup>.

Por otro lado, el análisis de los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria posibilitó la identificación de la problemática del maíz en Guatemala.<sup>11</sup> Esta problemática fue analizada en función de la relación tecnológica, económica, social y ambiental.

El aspecto más importante, resaltado por los sectores participantes en el análisis de la cadena del maíz, es el carácter poco tecnificado, marginal e informal de la producción y la comercialización interna. En una realidad marcada por la falta de asistencia técnica a la producción y la escasa cobertura de las variedades mejoradas de semilla los agricultores de maíz no tienen acceso a fuentes formales de financiamiento. Esta situación los obliga a solicitar préstamos informales sujetos a altas tasas de interés y a enormes riesgos derivados de la precariedad de los medios y prácticas productivas. La falta de capital y de sistemas de transferencias de tecnología encarecen la producción y reducen los rendimientos, ya que se siembra mal, con variedades de escaso rendimiento y en muchos casos a destiempo.

Además, la compra-venta de maíz también está sujeta a una fuerte informalidad que reduce las oportunidades de acceso al mercado formal y encarece el producto final que, a su vez que, deja un bajísimo margen de beneficio al productor. De esta forma, se recibe sólo una pequeña fracción del precio final y siempre y cuando consigue sacar adelante su precaria producción.

---

<sup>10</sup>La Producción Nacional del Maíz. Especial Maíz Blanco. Revista MAGActual. Año 02 No.009, Marzo-Abril 2005

<sup>11</sup> La Producción Nacional del Maíz. Especial Maíz Blanco. Revista MAGActual. Año 02 No.009, Marzo-Abril 2005

Por último, cabe señalar que la informalidad y la falta de apoyo técnico y financiero también dificultan el control de la calidad del grano. En muchos la producción es insuficiente para satisfacer demandas de la industria a la vez que supone un peligro para la salud de los consumidores por las altas concentraciones de sustancias tóxicas que pueden encontrarse en el maíz que llega a algunos mercados del país.

## **5. Impacto del Cambio Climático en la Producción de Granos Básicos**

Guatemala, de manera recurrente y con periodicidad inexacta, se ve afectada por anomalías climáticas. El cambio climático y la variabilidad climática constituyen elementos potenciales que afectan significativamente el proceso productivo de la agricultura del país. El cultivo de maíz, por ubicarse en diferentes condiciones agroecológicas puede ser vulnerable a daños causados por esta variabilidad y cambio climático. Entre los principales eventos que pueden incidir en el proceso productivo del maíz se encuentra el fenómeno de El Niño y las sequías recurrentes.

Los desastres provocados por déficit de agua (sequías) o por incrementos en la temperatura, y en otros casos los excesos de agua (inundaciones) afectan sensiblemente al sector agropecuario, hidrobiológico y forestal, y en especialmente en el medio rural. El cultivo del maíz no es la excepción y es uno de los más afectados por este tipo de eventos.

Durante los episodios de El Niño, se enfrentan principalmente tres tipos de amenazas: sequías e incendios forestales, de manera predominante en el litoral Pacífico, e inundaciones en algunas regiones del litoral Caribe. Esta situación afecta negativamente el comportamiento, producción y productividad del sector agropecuario, lo que trae como consecuencia pérdidas económicas, inseguridad alimentaria, pérdida en calidad agroindustrial y en infraestructura agropecuaria, y ampliación de zonas con mayor grado de susceptibilidad a la vulnerabilidad climática.

En la última década, se ha observado un incremento de la presencia de sequías o canículas durante el proceso productivo del maíz, lo que afecta significativamente el rendimiento. Con frecuencia, se originan pérdidas cuantiosas e incluso totales por este fenómeno climatológico. De acuerdo a datos del INSIVUMEH, en la zona del Pacífico, que constituye una importante zona productora de maíz, se observan aumentos de áreas de sequía. Asimismo, se reporta presencia de sequía en la zona oriental del país y en departamentos del norte, tales como Quiché y Baja Verapaz.

Durante el año 2004 la presencia de este fenómeno fue el causante de pérdidas de granos básicos en la Costa Sur, zona del oriente y norte del país. Durante el año 2005 las inundaciones que causaron la Tormenta Stan también ocasionaron pérdidas de la producción de granos básicos en la Costa Sur. Las consecuencias están relacionadas con pérdida del abastecimiento de grano, aumento de la inseguridad alimentaria e incremento de programas de ayuda para la población afectada.

### **5.1 Requerimientos Hídricos para la Producción de Granos Básicos**

El maíz tiene requerimientos variables de agua en diferentes etapas de su ciclo productivo; estas necesidades se incrementan progresivamente desde los primeros brotes, estadio de 4-5 hojas,

estadio de 6-7 hojas y estadio de 9-10 hojas, para llegar al máximo de necesidades diarias desde este estadio y durante floración y principio de espigazón.

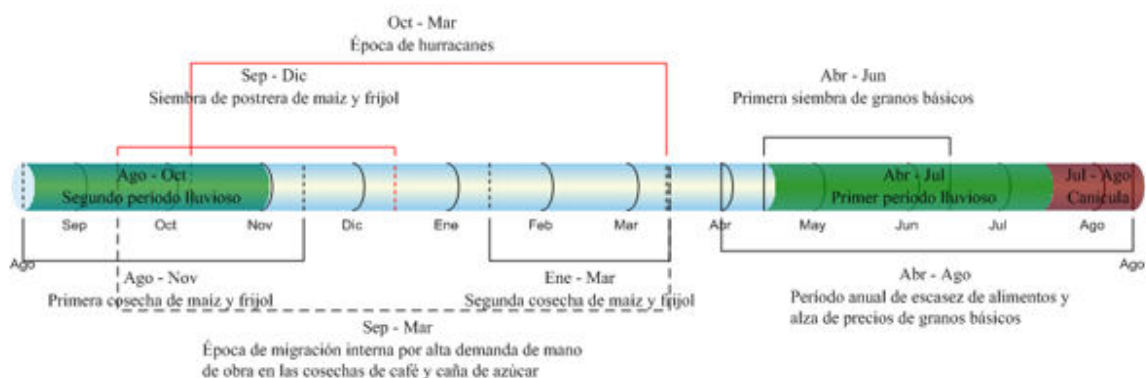
De allí en adelante (fin de espigazón, llenado de granos y madurez) las necesidades hídricas van decreciendo gradualmente. Este cultivo, en términos generales, requiere a lo largo de su ciclo, entre 600 y 800 mm de precipitación efectiva. Esto significa que para nuestras condiciones y con materiales de alta producción, el riego complementario debería cubrir el déficit más las pérdidas de agua por escurrimiento, transporte y aplicación (totalizando 1000 a 1100 mm).

Los factores a considerar incluyen el relevamiento del acuífero para conocer ubicación, profundidad, cantidad y calidad de agua. La calidad es importante por salinidad y peligrosidad sódica; con aguas con contenido salino superior a 2gr/lt. sólo podrían regarse suelos con buena permeabilidad y con cultivos tolerantes a salinidad. La peligrosidad sódica se expresa mediante el índice RAS, que indica la relación entre el contenido de Na, Ca y Mg del agua y su factibilidad de producir la salinización del perfil. El maíz es moderadamente sensible a salinidad y experimenta disminuciones de rendimiento que pueden alcanzar el 10 % con 2,5 mmhos y 25 % para 3,8 mmhos.

Para planificar adecuadamente el riego y decidir racionalmente el sistema a emplear deben conocerse aspectos como el caudal de agua disponible, superficie a regar, capacidad del equipo, turno de riego, topografía del terreno, presencia de obstáculos (y la mejor forma de evitarlos), conducción del agua hasta el punto de riego, regulación del caudal, momento de aplicación en función de las necesidades del cultivo, tipo de suelo (es importante conocer su estructura, permeabilidad, capacidad de retención de agua y penetración radicular), etc.

En cuanto a los riegos pueden hacerse 2 o 3 a lo largo del cultivo. Para el caso de dos riegos, el segundo será a fin del período vegetativo — principio de floración. Para el caso de tres riegos, el segundo será a mediados del período vegetativo y el tercero a fin de floración – principio de formación de mazorca y grano.

Figura No. 3  
Calendario Estacional del cultivo y producción de granos básicos (Maíz, Frijol)



Es necesario recordar que el maíz es tolerante a déficit hídrico durante el período vegetativo y el de maduración; no así durante la formación de inflorescencia, floración, formación de estigma y

polinización. La falta de agua origina severas pérdidas de rendimiento por reducción del número de mazorcas/ha y de granos/mazorca. A su vez, el encharcamiento del suelo durante la floración, puede reducir hasta un 40 % del rendimiento, por lo que el riego debe estar perfectamente regulado.

## 5.2 Impactos de la Sequía en la Producción de Granos Básicos

En varios estudios se han identificado los factores que contribuyen a incrementar el efecto de la sequía en la producción de granos básicos. Dentro de estos factores se incluyen algunos que son culturales, socioeconómicos y tecnológicos<sup>12</sup>, según se presentan a continuación:

- a) **Uso de Áreas Marginales.** La producción de granos básicos se concentra en minifundios, ubicados en zonas marginales, en su mayoría en condiciones de ladera que corresponden a ecosistemas frágiles de vocación forestal. Los suelos se encuentran en alto porcentaje degradados y presentan condiciones inadecuadas para satisfacer los requerimientos nutricionales, hídricos y otros al cultivo de granos básicos.
- b) **Época de Siembra:** Los granos básicos para su cultivo, necesitan complementar requerimientos mínimos de temperatura, agua y nutrientes para realizar los procesos fisiológicos y convertirlos en rendimiento de biomasa.

Las áreas de cultivo varían en clases de suelo, temperatura ambiente y del suelo, humedad relativa, precipitación pluvial, posición geográfica, entre otros, que caracterizan a una zona de cultivo y la hace disponible o limitante al cultivo de granos básicos. En función de estas características climatológicas ocurre la época de siembra de los cultivos de granos básicos y depende principalmente del inicio de la época de precipitación pluvial.

A medida que los cambios climáticos ocurren en el país, tal como el aumento de la temperatura, disminución o mala distribución de la precipitación pluvial, anormalidad en el inicio de las lluvias (retraso o adelanto), alargamiento del período de sequía intraestival (canícula), afectan significativamente el potencial de rendimiento de un cultivo y causar pérdidas económicas.

- c) **Varietades Susceptibles.** Alto porcentaje de los granos básicos se siembran con variedades nativas o criollas, semillas de generaciones avanzadas y en general bajo uso de semilla mejorada con poca o ninguna tolerancia a factores limitantes adversos como lo es la sequía. Esta situación puede ser un factor limitante para la producción de granos básicos haciéndola muy vulnerable al efecto de estrés de sequía, específicamente al momento de la floración que puede ocasionar pérdida de rendimiento.
- d) **Sistema Radicular de los Granos Básicos.** Los granos básicos concentran alrededor del 70% de raíces en los primeros 10-15 cm. de profundidad del suelo. Esta característica posibilita que los granos básicos sean susceptibles y vulnerables a ser afectados negativamente durante la

---

<sup>12</sup> Estudio Técnico Mejoramiento de la Capacidad Técnica para Mitigar los Efectos de Futuros Eventos de la Variabilidad Climática (El Niño). Proyecto Mitigación de Desastres en América Central (TC-97-09-46-3) BID-Fondo Especial Japonés CRRH/CEPRENAC. Enero 2002

época de estrés de sequía por falta de la disponibilidad de agua para cumplir los requerimientos fisiológicos de las plantas que afecta el potencial de rendimiento.

- e) **Pérdida de Población de Plantas.** El efecto de la sequía en la etapa posterior a la siembra afecta la germinación, vigor y desarrollo de la plántula. Se provoca la pérdida de población que puede variar en función de la intensidad y período de la sequía. En casos extremos este efecto puede ser del 80-100%. A parte de la pérdida considerable de población de plantas, en muchos casos, se incurre en costos extras por la realización de resiembra. Esta situación se incrementa al disponer de condiciones adversas con limitación de humedad y se refleja en disminución del número de mazorcas a cosecha y del rendimiento.
- f) **Disminución de la Eficiencia de Fertilizantes.** La planta para cumplir sus requerimientos fisiológicos necesita disponer de los niveles adecuados de fertilizante y principalmente Nitrógeno (N). En general, la eficiencia de uso de Nitrógeno en los diferentes sistemas de producción agrícola son bajos (13-52%) debido entre otras causas a estar ubicados en áreas marginales. Los efectos de sequía en fases iniciales del crecimiento de la planta o cerca de la floración imposibilitan la aplicación de los fertilizantes por no disponer de humedad adecuada para su aprovechamiento por la planta. Esta situación puede provocar la aplicación tardía de fertilizantes que muchas veces no son aprovechadas por la planta. Bajo estas condiciones, un efecto aditivo de sequía implica aún bajar los porcentajes de eficiencia de Nitrógeno y tiene implicaciones negativas en el rendimiento.
- g) **Mayor Competencia por Malezas.** La poca disponibilidad de agua en etapas tempranas de los cultivos posibilita minimizar la eficiencia de los herbicidas aplicados para el control pre-emergente de las malezas. Esta situación posibilita que la población de granos básicos tenga que competir con las malezas que generalmente son más agresivas lo que implica que los granos básicos se vean afectados en la absorción de nutrientes y agua. Estas circunstancias afectan negativamente el potencial de rendimiento e incrementan los costos asociados al control de malezas.
- h) **Incremento de Plagas y Enfermedades.** La presencia de estrés de sequía incrementa los niveles poblacionales de diferentes especies de insectos y enfermedades que afectan negativamente el potencial de rendimiento de los granos básicos, además de incrementar los costos por aplicaciones extras de productos fitosanitarios. La distribución y dinámica poblacional del insecto *Dalbulus maydis* (Homóptera Cicadellidae), vector del virus del achaparramiento del maíz se incrementa con cambios de temperatura, baja humedad relativa y escasa precipitación. Similar situación ocurre con la incidencia de mosaico dorado transmitido por el vector mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y otras enfermedades fungosas y bacteriales en el caso del frijol.

Las sequías, inicio tardío y finalización temprana de las lluvias no permiten estimular la diversificación agrícola. La poca disponibilidad del recurso agua así como el acceso a asistencia técnica y crediticia, una escasa presencia del Estado ocasionan una falta de información estratégica para soluciones integrales en cuanto al uso del territorio y de los recursos naturales. Además, no permiten efectuar prácticas adecuadas de cultivo ni contribuir a la disminución del sobre uso de la tierra, acceso a mercados, oportunidad de empleo y mejores ingresos. Para cubrir necesidades

básicas de alimentación se mantienen sistemas tradicionales de cultivo con granos básicos de baja productividad, cultivados en laderas con lo que se afecta la fertilidad del suelo.

En resumen, el déficit de humedad tiende a minimizar los rendimientos y puede ocasionar que algunos cultivos no completen su ciclo fenológico. Los granos básicos dependen exclusivamente de la precipitación directa para mantener la humedad adecuada de los suelos por lo que su escasez provoca rendimientos muy bajos que se traducen en serios problemas de seguridad alimentaria. La escasez de humedad en los suelos y el aumento de la temperatura incrementan las plagas y, en consecuencia la disminución de la producción. Esta situación incide en un mayor uso de agroquímicos para su control provocando un incremento de la contaminación ambiental y de los costos de producción.

La disminución de producción de granos básicos se constituye en algunos casos como detonante socioeconómico ya que incrementa los niveles de pobreza y de desnutrición en la población campesina que depende de esta actividad productiva.

Por otra parte, la disponibilidad de tierras agrícolas en los municipios de la Subcuenca del Río San José va de “Muy Bajo” a “Medio”, lo cual incide también en algunas áreas donde el “déficit de disponibilidad de alimentos” sea muy alto, como es el caso del municipio de Chiquimula.

### **5.3 Impactos de las Inundaciones en la Producción de Granos Básicos**

Como se mencionó, las principales amenazas naturales a la producción de granos básicos en la cuenca del Río Naranjo son las inundaciones y heladas. Los efectos o impactos de éstas se describen a continuación:

- a. Presencia de Períodos Prolongados con Exceso de Lluvias.** Estas situaciones causan pérdidas de cosechas de productos agrícolas, especialmente de granos básicos, en la parte baja de la cuenca.

El exceso de humedad provocado por las inundaciones genera condiciones propicias para los brotes, multiplicación y propagación de vectores de las enfermedades infecto- contagiosas y respiratorias. Asimismo, la presencia de períodos húmedos prolongados facilita la diseminación y propagación de enfermedades fungosas, bacterianas y las plagas de las raíces en los suelos saturados (nematodos y otros insectos que pueden hospedarse en la zona radicular como el caso de la gallina ciega y el gusano alambre).

En la parte alta y media, los excesos de humedad y/o períodos prolongados de lluvia han generado la pérdida de suelo y nutrientes (erosión hídrica).

- b. Pérdidas Físicas y Disminución de Créditos.** Las pérdidas físicas de producción agrícola en el momento del evento amenazan y comprometen producciones futuras. En efecto, los productores imposibilitados de cumplir con sus compromisos financieros ponen en riesgo su condición de sujetos de créditos lo que les dificulta el acceso a nuevos recursos financieros. Las pérdidas de semillas, la erosión del suelo, inciden negativamente en la producción de los ciclos siguientes.

- c. **Pérdida de Producción e Infraestructura.** Las inundaciones generan descapitalización del sector productivo agrícola. Dañan infraestructura de almacenamiento, riego, maquinaria y equipo (cosechadoras, sembradoras, arados, tractores, vehículos), pérdidas de animales de trabajo, pérdidas de herramientas; todo lo que es fundamental para las futuras cosechas.
- d. **Desempleo y Migración.** Las pérdidas en producción, así como la paralización de otras actividades conexas (agroindustrial, comercialización, entre otras) generan un desempleo en el área rural, principalmente. Entre las consecuencias de la reducción de empleo y otras fuentes de ingreso, está la generación de un proceso migratorio hacia las áreas urbanas.
- e. **Seguridad Alimentaria.** En la mayoría de casos los productores más afectados suelen estar dentro de los grupos de alta vulnerabilidad o en condiciones precarias. Los efectos en el área rural se manifiestan tanto desde el punto de vista del abastecimiento como del acceso de alimentos. Por un lado, hay menos o ninguna producción reservada para el consumo en finca, en tanto la cantidad ofrecida de alimentos se reduce. Asimismo, el acceso se ve afectado por el desempleo, la reducción de otras fuentes de ingreso y el aumento de los precios. La capacidad productiva se disminuye por enfermedades, por la pérdida de instrumentos de trabajo y por la descapitalización productiva.

La disponibilidad de tierras agrícolas en la Cuenca del Río Naranjo no permite mostrar un gran potencial para la producción de granos básicos ya que en la mayoría de municipios que la conforman la disponibilidad de éstas es “Bajo” con algunas áreas que presentan una disponibilidad “Muy Bajo” y con pocas áreas con disponibilidad “Alto”. Esto incide en que el déficit de disponibilidad de alimentos también sea entre “Muy Bajo” y “Bajo” en algunas áreas críticas de los municipios de la Cuenca del Río Naranjo.

Debido a lo anterior, se hace necesario recurrir a la ayuda humanitaria (donación de alimentos), canje de alimento por trabajo o la generación de empleos contingentes (algunos de ellos generados por el mismo proceso de rehabilitación y reconstrucción por inundaciones).

## **6. Simulaciones de la Producción De Granos Básicos**

Como se mencionó anteriormente, para las proyecciones de la producción de granos básicos (maíz, frijol) se consideraron los escenarios futuros de cambio climático, así como las tendencias socioeconómicas (crecimiento de población, nivel educativo, ingresos, acceso a servicios de salud, etc.) y la información de apoyo generada para la adopción de un modelo de simulación de cambio climático en la subcuenca del Río San José y para la cuenca del Río El Naranjo. Esos estudios fueron elaborados en el marco de este proyecto (Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba-RLA/01/G31).

También se analizaron los resultados presentados en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en lo que respecta a los estudios de vulnerabilidad de la producción de granos básicos al cambio climático.

Los impactos al cambio climático fueron determinados como las diferencias de producción entre las proyecciones de las condiciones ambientales sin cambio climático (escenario normal) y las

proyectadas en los escenarios de cambio climático (optimista y pesimista). Las diferencias de producción de granos básicos simuladas según el escenario normal y las que se obtienen por un cambio climático representan las medidas del impacto que pudieran presentarse en la producción de estos cultivos.

**Cuadro 1**  
**Incremento de temperatura y precipitación al año 2030**

Conceptos	Subcuenca Río San José	Cuenca Río Naranjo
<b>Incremento de temperatura (grados centígrados)</b>		
* Escenario Optimista	1.6	2.8
* Escenario Normal	0.9	2.4
* Escenario Pesimista	2.3	3.6
<b>Variación de la precipitación (%)</b>		
* Escenario Optimista	+9	+7
* Escenario Normal	-2	-1
* Escenario Pesimista	-22	-19

Fuente: 1ª. Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Vulnerabilidad de la producción de granos básicos al cambio climático

En Guatemala para definir el conjunto de Escenarios de Cambio Climático en la Primera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático se utilizaron las estimaciones de los modelos de circulación general denominados UKHI, ECHAM3TR y HADCM2. Estudios recientes en el marco de éste proyecto (Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba -RLA/01/G31-) se utilizó el modelo de circulación general HadCm3 y dado que los estos modelos son de escala global por medio de un modelo de reducción de escala o dowscalling (SDSM<sup>13</sup>) se obtuvieron resultados locales.

De acuerdo con los resultados locales del análisis de los escenarios climáticos se obtuvieron los efectos más notables sobre los regimenes de precipitación y temperatura centrados al año 2050 (cuadro No. 2).

La variación de la precipitación está dentro del rango actual de la variabilidad climática anual; es decir no se puede afirmar que existe un déficit o incremento en la lluvia significativo y que pueda asociarse a un posible cambio climático. Este hecho puede deberse a que solo se usó un modelo de circulación general (el HADCM3); con solo un modelo es muy difícil establecer un patrón de variación de este parámetro.

El otro efecto que se muestra con mayor frecuencia en la cuenca del río San José es la disminución de la lluvia entre Julio y Septiembre cambiando el patrón estacional mensual de la lluvia.

En el caso de los efectos de los escenarios climáticos sobre la temperatura los resultados anuales de los modelos indican, como era de esperarse, que la temperatura se incrementa, aunque los

<sup>13</sup> Creación de los escenarios climáticos para la Cuenca del Río Naranjo y la Subcuenca del Río San José. Informe de Trabajo (Primer Informe). Castañón, C. Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31). Agosto de 2006

valores varían para cada estación. El efecto más notable de los escenarios se presenta con un mayor aumento de la temperatura durante el período entre Junio y Octubre.

**Cuadro 2**  
**Efectos de los Escenarios Climáticos sobre la Lluvia y Temperatura**

Estación	Lluvia	Temperatura
<b>Cuenca Río Naranjo</b>		
San Marcos	Incremento lluvia Octubre	Aumento mayor Mayo-Septiembre
Catarina	Incremento lluvia Octubre Disminuye lluvia Junio	Aumento mayor Junio-Septiembre
Retalhuleu	No hay cambio	No hay cambio
<b>Cuenca Río San José</b>		
Ipala	Disminuye lluvia Julio-Septiembre Incremento lluvia Octubre	Aumento en Septiembre
La Ceibita	Aumenta lluvia Junio-Julio	Aumento mayor Junio-Octubre
	Disminuye lluvia Agosto-Septiembre	
	Incremento lluvia Octubre	
Asunción Mita	Disminuye lluvia Julio-Septiembre	Aumento mayor Junio-Octubre
	Incremento lluvia Octubre	

En los Cuadros 3 y 4, se muestra el incremento de la temperatura con respecto a los valores observados durante el período 1972-2000 para las cuencas de los ríos Naranjo y San José respectivamente. Se presentan los dos escenarios considerados, el optimista (H3B2a) y el pesimista (H3A2a).

**Cuadro 3**  
**Cuenca del río Naranjo. Incremento de Temperatura**

Estación	Temperatura	Incremento de la Temperatura por Escenario (°C)	
		H3A2a	H3B2a
San Marcos	Media	0.4	0.5
	Máxima	0.5	0.5
Catarina	Mínima	0.9	0.9
	Máxima	0.1	0.1
Retalhuleu	Mínima	0.0	0.0

Como puede observarse, en los Cuadro 3 y 4, el incremento de la temperatura es muy similar para los dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Para cada cuenca el cambio de temperatura parece ser diferente, siendo mayor en el caso de la cuenca del río Naranjo que para la cuenca del río San José.

De acuerdo a los resultados de los modelos se obtiene, en promedio, un incremento de la temperatura de cerca de 0.4°C para la cuenca del río Naranjo, mientras que el incremento en la cuenca del río San José es de alrededor de 0.2°C.

Debido a que el número de estaciones analizadas es muy pequeño, no fue posible, a partir de los resultados de los escenarios climáticos, deducir un patrón de cambios por regiones o bien por

algún parámetro como la elevación. En tal virtud, se asumió que el cambio de temperatura indicado por los escenarios es global por cuenca.

**Cuadro 4**  
**Cuenca del Río San José Incremento de Temperatura**

Estación	Temperatura	Incremento de Temperatura por Escenario (°C)	
		H3A2a	H3B2a
Ipala	Máxima	0.1	0.1
	Mínima	0.0	0.0
La Ceibita	Máxima	0.6	0.5
	Mínima	0.0	0.0
Asunción Mita	Máxima	0.5	0.4
	Mínima	-0.1	0

En atención a los valores de las simulaciones futuras del cambio climático en las áreas de estudio, se procedió a realizar proyecciones de producción de granos básicos (maíz, frijol), obteniéndose los resultados siguientes:

- a) En la Subcuenca del Río San José, la producción de maíz se estima que se incrementará en el escenario optimista y normal, mientras que el escenario pesimista ésta disminuirá significativamente. Estas variaciones se deben principalmente al aumento en la temperatura y la disminución en las precipitaciones. En el caso de la producción de frijol, los resultados serán más drásticos por los cambios climáticos.
- b) En la Cuenca del Río Naranjo los resultados obtenidos, aún cuando muestran crecimientos en los tres escenarios, en el normal y el pesimista las producciones de maíz y frijol aumentaran por abajo del 5%.

En el Cuadro 5 se presentan las proyecciones de las producciones de granos básicos para el año 2030 en los diferentes escenarios (optimista, normal y pesimista).

**Cuadro 5**  
**Proyecciones de la Producción de Granos Básicos Considerando los Impactos del Cambio Climático**  
**(Producción en Quintales)**

CONCEPTOS	1979	2003	Simulaciones al 2030						
			Escenario Optimista		Escenario Normal		Escenario Pesimista		
			Producción (qq)	% cambio	Producción (qq)	% cambio	Producción (qq)	% cambio	
<b>Subcuenca Río San José</b>									
Producción de Maíz	113,652	260,732	286,806	10.0	285,763	9.6	172,083	(34.0)	
Producción de Frijol	44,270	95,882	106,429	11.0	104,512	9.0	32,600	(66.0)	
<b>Cuenca Río El Naranjo</b>									
Producción de Maíz	317,272	377,744	434,405	15.0	396,253	4.9	385,299	2.0	
Producción de Frijol	3,772	3,972	4,290	8.0	4,147	4.4	4,012	1.0	

## 7. Medidas de Adaptación Futuras de la Producción de Granos Básicos

Las condiciones ambientales locales y las circunstancias socioeconómicas influirán en los impactos reales de la variabilidad y del cambio climático en la producción de granos básicos. Para cada efecto previsto adverso para el sector hay una serie de adaptaciones sociales, institucionales, tecnológicas y de comportamiento que pueden reducirlo. Para la producción de granos básicos existen medidas de adaptación futuras que permitan abordar los principales problemas y prioridades para la seguridad alimentaria de la población guatemalteca y el fortalecimiento de la producción comercial de granos básicos.

De acuerdo al Plan de Acción Nacional para la Reactivación de la Cadena Agroalimentaria<sup>14</sup>, se identificaron seis campos principales para combatir la problemática de la cadena de maíz:

- a) **Organización.** Una mayor y mejor organización de los productores de maíz puede ofrecer una solución a muchos de los problemas a que se enfrentan actualmente. La compra colectiva de insumos y servicios a través de organizaciones formales de agricultores puede bajar los costos sustancialmente. Por otra parte, la organización formal puede ofrecer financiamiento a agricultores que de otra forma no serían sujetos de crédito.
- b) **Comercialización.** Una comercialización más eficiente del maíz ayuda a mejorar las ganancias del productor y los precios de venta a la industria y al consumidor. El proceso de venta de maíz se debe fortalecer a través del establecimiento de compromisos comerciales de compra-venta apoyados en la mejora de calidad y la dotación de una infraestructura adecuada de acopio, secado y almacenamiento. Una opción eficiente puede ser la comercialización a través de organizaciones de productores.
- c) **Innovación Tecnológica.** Al promover el acceso a la tecnología por parte de los productores se va a mejorar directamente el rendimiento en un contexto donde muchos productores aún reciclan semilla de bajo rendimiento y sin posibilidad de mejorar variedades. La introducción de variedades e híbridos de maíz va a mejorar las prácticas de manejo agronómico del cultivo acompañadas de programas continuos de capacitación y asistencia técnica. La mejora en el acceso a tecnología y conocimiento para el manejo de granos post-cosecha, tanto para la seguridad alimentaria como para la producción comercial, estabilizaría la oferta nacional, asegurando al mismo tiempo los requerimientos de calidad del producto final. Para ello, es necesario invertir en la ampliación de las facilidades de secado y almacenamiento.
- d) **Financiamiento.** Es necesario disponer de productos financieros específicos que respondan a los requerimientos por parte de productores y comercializadores de maíz. Estos podrían ser fondos de garantía, seguros agrícolas y créditos específicos trabajando a través de organizaciones de agricultores y vinculándolas a iniciativas locales de crédito formal.

---

<sup>14</sup> Maíz para Guatemala. Propuesta para la Reactivación de la Cadena Agroalimentaria del Maíz Blanco y Amarillo. Fuentes López, M.R., Van Etten, J., Ortega, A., y Vivero, J.L. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO-, Representación en Guatemala. 2005

- e) **Normativas.** Se debe desarrollar y aplicar normativas específicas para acompañar el proceso normativo. Entre otros aspectos, se deben adecuar las normas de calidad e inocuidad del maíz y promover su conocimiento, difusión y aplicación para mejorar la calidad del producto beneficiando a industriales y consumidores. Por otra parte, debe promoverse un marco legal claro sobre el cultivo y la comercialización del maíz transgénico.
- f) **Enfoque Territorial.** Por una parte, debe apoyarse la producción con visión de mercado en aquellas áreas que sean propicias para la producción comercial de maíz. Por la otra parte, se deben promover alternativas que mejoren la seguridad alimentaria de la población en las zonas de bajo potencial donde actualmente hay déficit de disponibilidad de maíz y niveles elevados de inseguridad alimentaria y pobreza.

Este Plan se orienta a “reducir la dependencia de las importaciones de maíz y la inseguridad alimentaria de Guatemala mediante el fortalecimiento de la producción nacional y la articulación de la cadena agroalimentaria del maíz de grano blanco y amarillo”. Tiene como objetivos específicos los siguientes:

- Mejorar la producción y competitividad nacional del maíz blanco y amarillo en áreas propicias para la producción comercial de este producto
- Fortalecer la producción local de maíz blanco y amarillo de autoconsumo para los hogares de subsistencia e infrsubsistencia en áreas de bajo potencial productivo
- Mejorar la producción y comercialización de maíz a través de la promoción de la gestión de la información y la toma de decisiones en el ámbito nacional

Los principales productos esperados para el cumplimiento de los objetivos específicos planteados dentro del Plan de Acción Nacional son:

- Alianzas y negociación de cuotas de compra entre productores y comercializadores
- Disponibilidad de facilidades de secado y almacenamiento de granos. Se implementarán estudios sobre la rentabilidad de diferentes formas de secado y la disponibilidad de habilitar instalaciones de almacenamiento de granos
- Planificación, construcción y organización de centros de acopio. Se implementarán estudios de preinversión y ubicación para la construcción estratégica de centros de acopio
- Conformación y fortalecimiento de la cadena agroalimentaria de maíz blanco y amarillo
- Acceso a insumos agrícolas. Se implementarán actividades que propicien la promoción y aprobación del uso de agroquímicos genéricos y la compra colectiva de insumos agrícolas que promuevan la disminución de los costos de producción
- Productores y comercializadores de granos organizados
- Desarrollo empresarial de las organizaciones dedicadas a la producción de maíz
- Se propiciará el fortalecimiento de la formalidad fiscal de productores y comercializadores de maíz
- Incremento en el acceso a semillas de variedades mejoradas. Implementación de programas de difusión del uso de semilla mejorada en sistemas de producción de maíz para uso comercial y local

- Tecnología en maíz validada y transferida. La estrategia incluye la implementación de validación y transferencia de prácticas agronómicas, variedades e híbridos de maíz en función de la zona agroecológica de producción
- Asistencia técnica y capacitación
- Desarrollo industrial del procesamiento básico del maíz (almidón, gluten, glucosa). Se realizarán estudios de preinversión en aspectos empresariales y tecnológicos que posibiliten realizar el procesamiento a nivel nacional de subproductos del maíz
- Financiamiento incrementado para el sector maíz
- Aplicación de la Política de Seguridad Alimentaria en áreas maiceras de bajo potencial
- Se diseñará plan para informar sobre riesgos y beneficios en el uso de maíz transgénico
- Normativa de calidad adecuada referida al maíz. Determinación de estándares de calidad según los requerimientos de los diferentes tipos de consumidores
- Norma de calidad referida al maíz divulgada entre productores y usuarios
- Control de calidad e inocuidad del maíz en el mercado mejorado
- Mejor sistema de información de mercado para el maíz
- Solicitud de tratamiento fiscal preferencial al sector maicero

En el caso de frijol se han aplicado medidas de adaptación futuras, por medio del desarrollo de variedades, buscando producir nuevos cultivares con resistencia genética a las principales enfermedades causadas por virus, hongos y bacterias, patógenos que en muchos casos pueden reducir hasta en 100% la producción. Asimismo, se proponen variedades resistentes a sequías o que tengan menores requerimientos hídricos para alcanzar niveles de producción aceptables.

Con el propósito señalado, la activa participación del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en la generación de poblaciones segregantes a partir de cruzas y la intensa movilización y evaluación de germoplasma de frijol, han permitido liberar oficialmente en los últimos siete años de operación 29 nuevos cultivares. Se espera alcanzar una meta de 85 variedades liberadas.

Varios de los cultivares liberados han sido verdaderos aportes a la producción de frijol en la región; mención especial merecen ICA Pijao, en Cuba y Costa Rica; Brunca y Talamanca en Costa Rica; ICTA Quetzal e ICTA Ostúa, en Guatemala; Negro Huasteco en México y Costa Rica; DOR 364 en El Salvador, Honduras, Nicaragua y Cuba; DOR 390 en México, Cuba y Guatemala y Tío Canela en Honduras, El Salvador y Nicaragua. La variedad Tío Canela fue desarrollada en Zamorano con apoyo del Proyecto Bean/Cowpea CRSP y distribuida en la región a través de los viveros PROFRIJOL.

Según estimaciones de los estudios de adaptación e impacto, el 40% de las 600 miles de hectáreas sembradas con frijol en Centroamérica, fueron cultivadas con variedades mejoradas. En términos de promedio, la ganancia en rendimiento unitario en la región por uso de variedades mejoradas, es de 205 Kg./ha. Si se considera un 40% de la superficie sembrada con variedades mejoradas, se tendría un incremento en la producción de 48,700 toneladas anuales, producción suficiente para alimentar a 4,058,000 personas durante un año considerando un consumo por persona de 12 kg/año.

## 8. Abreviaturas y Acrónimos

MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
NCSU	National Communication Support Unit
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
GTZ	Cooperación Técnica Alemana
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
PIB	Producto Interno Bruto
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
PROFIJOL	Programa Regional de Fríjol para Centroamérica, México y El Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CRRH	Comité Regional de Recursos Hidráulicos
CEPREDENAC	Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central

## 9. Bibliografía

1. National Communication Support Unit (NCSU). Marco de Políticas de Adaptación (Adaptation Policy Framework).
2. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Noviembre 2003. Guía del Usuario para el Marco de las Políticas de adaptación, Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)/
3. Cooperación Técnica Alemana-GTZ/MAGA/CONRED. Guatemala abril 2004. Sistematización de las Experiencias. Proyecto de Deducción de Vulnerabilidad ante Efectos de Sequía.

## 4. Banco de Guatemala

5. Revista MAGActual. Marzo-Abril 2005. La Producción de Maíz. Especial Maíz Blanco,
6. Proyecto de Desastres en América Central (TC-97-09-46-3) BID-Fondo Especial Japonés CRRH/CEPREDENAC. Enero 2002. Estudio Técnico Mejoramiento de la Capacidad Técnica para Mitigar los Efectos de Futuros Eventos de la Variabilidad Climática (El Niño).
7. Fuentes López, M.R. Van Etten J., Ortega A. y Vivero, J. L. Guatemala, 2005. Maíz para Guatemala, Propuesta para Reactivación de la Cadena Agroalimentaria del Maíz Blanco y Amarillo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO.
8. Castañón, C. noviembre 2006. Creación de los Escenarios Climáticos para la Cuenca del Río Naranjo y la Subcuenca del Río San José, Informe de Trabajo (Informe Final). Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba (RLA/01/G31).

## ANEXOS

Anexo No. 1: Subcuenca del Río San José: Base de datos de producción de maíz

Anexo No. 2: Subcuenca del Río San José: Base de datos de producción de frijol

Anexo No. 3: Cuenca del Río Naranjo: Base de datos de producción de maíz

Anexo No. 4: Cuenca del Río Naranjo: Base de datos de producción de frijol

**ANEXO No. 1: Cuenca del Río Naranjo: Base de Datos de Producción de Maíz**

DEPARTAMENTO	CODIGO MUNICIPIO	NOMBRE DE MUNICIPIO	AÑO CENSAL 1979		AÑO CENSAL 2003		EVOLUCION 1979-2003	
			Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)
Quetzaltenango	909	San Juan Ostuncalco	662	26,325	648	37,273	(14)	10,948
	912	San Martín Sacatepéquez	470	15,860	397	22,808	(73)	6,948
San Marcos	917	Colomba	84	2,159	72	4,484	(13)	2,326
	920	Coatepeque	550	26,418	335	21,630	(215)	(4,788)
	924	Palestina de los Altos	435	11,911	462	18,657	27	6,746
	1201	San Marcos	292	10,434	209	9,132	(83)	(1,302)
	1202	San Pedro Sacatepéquez	564	15,702	527	24,283	(37)	8,582
	1203	San Antonio Sacatepéquez	495	26,469	679	27,873	184	1,403
	1212	Nuevo Progreso	583	2,161	906	43,691	323	41,530
	1213	El Tumbador	430	9,260	481	17,788	52	8,528
	1214	El Rodeo	26	808	25	801	(0)	(7)
	1216	Catarina	1,262	25,037	856	38,426	(406)	13,389
	1217	Ayutla	1,070	44,458	533	34,021	(537)	(10,436)
	1218	Ocós	1,443	46,085	332	20,491	(1,110)	(25,595)
	1220	El Quetzal	69	1,080	90	3,797	21	2,717
	1221	La Reforma	60	1,237	40	1,450	(21)	213
	1222	Pajapita	1,053	45,403	773	43,323	(280)	(2,080)
1225	San Cristóbal Cucho	273	4,823	168	6,008	(105)	1,185	
1227	Esquipulas Palo Gordo	50	1,642	43	1,807	(7)	164	
		<b>TOTALES</b>	<b>9,871</b>	<b>317,272</b>	<b>7,577</b>	<b>377,744</b>	<b>(2,294)</b>	<b>60,472</b>

FUENTE: Cálculos con base a las cifras censales de 1979 y 2003, a nivel de municipio; en proporción a la participación municipal dentro del área de la cuenca

**ANEXO No. 2: Cuenca del Río Naranjo: Base de datos de Producción de Frijol**

DEPARTAMENTO	CODIGO MUNICIPIO	NOMBRE DE MUNICIPIO	AÑO CENSAL 1979		AÑO CENSAL 2003		EVOLUCION 1979-2003	
			Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)
Quetzaltenango	909	San Juan Ostuncalco	173	529	30	204	(143)	(325)
	912	San Martín Sacatepéquez	143	555	30	481	(112)	(74)
San Marcos	917	Colomba	5	28	19	121	14	94
	920	Coatepeque	14	55	13	68	(1)	14
	924	Palestina de los Altos	31	26	3	20	(28)	(6)
	1201	San Marcos	125	324	32	151	(94)	(173)
	1202	San Pedro Sacatepéquez	305	714	132	682	(173)	(32)
	1203	San Antonio Sacatepéquez	262	495	181	612	(81)	117
	1212	Nuevo Progreso	18	60	90	427	72	367
	1213	El Tumbador	37	251	35	204	(3)	(46)
	1214	El Rodeo	3	11	1	2	(2)	(8)
	1216	Catarina	25	94	30	109	4	15
	1217	Ayutla	6	39	5	37	(1)	(2)
	1218	Ocós	1	4	1	16	(0)	11
	1220	El Quetzal	21	100	19	89	(2)	(11)
	1221	La Reforma	3	38	4	48	2	10
	1222	Pajapita	1	6	3	39	3	33
	1225	San Cristóbal Cucho	156	336	100	596	(57)	260
	1227	Esquipulas Palo Gordo	39	108	13	66	(25)	(43)
		<b>TOTALES</b>	<b>1,367</b>	<b>3,772</b>	<b>740</b>	<b>3,972</b>	<b>(627)</b>	<b>200</b>

FUENTE: Cálculos con base a las cifras censales de 1979 y 2003, a nivel de municipio; en proporción a la participación municipal dentro del área de la cuenca

**ANEXO No. 3: Subcuenca del Río San José: Bases de Datos de Producción de Maíz**

DEPARTAMENTO	CODIGO MUNICIPIO	NOMBRE DE MUNICIPIO	AÑO CENSAL 1979		AÑO CENSAL 2003		EVOLUCION 1979-2003	
			Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)
Chiquimula	2001	Chiquimula	612	8,890	634	17,203	23	8,313
	2002	San José La Arada	919	17,476	1,175	29,346	257	11,870
	2010	San Jacinto	42	725	90	2,253	48	1,528
	2011	Ipala	1,765	31,588	1,829	48,137	64	16,548
Jalapa	2102	San Pedro Pinula	320	4,150	172	4,153	(148)	3
	2103	San Luis Jilotepeque	2,102	26,027	4,299	109,753	2,197	83,726
	2104	San Manuel Chaparrón	608	11,208	1,126	30,848	519	19,640
Jutiapa	2203	Santa Catarina Mita	80	1,655	64	2,276	(15)	621
	2204	Agua Blanca	498	11,933	504	16,763	6	4,830
<b>TOTALES</b>			<b>6,944</b>	<b>113,652</b>	<b>9,893</b>	<b>260,732</b>	<b>2,949</b>	<b>147,080</b>

FUENTE: Cálculos con base a las cifras censales de 1979 y 2003, a nivel de municipio; en proporción a la participación municipal dentro del área de la cuenca

**ANEXO No. 5: Subcuenca del Río San José: Bases de Datos de Producción de Frijol**

DEPARTAMENTO	CODIGO MUNICIPIO	NOMBRE DE MUNICIPIO	AÑO CENSAL 1979		AÑO CENSAL 2003		EVOLUCION 1979-2003	
			Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)	Superficie (ha)	Producción (qq)
Chiquimula	2001	Chiquimula	127	973	254	3,146	127	2,173
	2002	San José La Arada	492	7,226	904	13,010	412	5,784
	2010	San Jacinto	40	352	80	1,071	41	719
	2011	Ipala	1,455	14,274	1,769	22,663	314	8,389
Jalapa	2102	San Pedro Pinula	157	965	96	989	(61)	24
	2103	San Luis Jilotepeque	1,668	13,159	3,205	38,430	1,537	25,271
	2104	San Manuel Chaparrón	360	4,251	917	9,859	557	5,608
Jutiapa	2203	Santa Catarina Mita	57	619	40	447	(17)	(172)
	2204	Agua Blanca	291	2,452	485	6,267	194	3,816
<b>TOTALES</b>			<b>4,646</b>	<b>44,270</b>	<b>7,750</b>	<b>95,882</b>	<b>3,104</b>	<b>51,612</b>

FUENTE: Cálculos con base a las cifras censales de 1979 y 2003, a nivel de municipio; en proporción a la participación municipal dentro del área de la cuenca