

# **Efecto del Cambio Climático en la Agricultura. Experiencias en Costa Rica**

Roberto Villalobos Flores  
José Retana Barrantes<sup>1</sup>

Gestión de Desarrollo  
Instituto Meteorológico Nacional

## **RESUMEN**

La alteración de los patrones climáticos afectará indudablemente la producción y la productividad agrícola de diferentes maneras, dependiendo de los tipos de prácticas agrícolas, sistemas y período de producción, cultivos, variedades y zonas de impacto.

Se estima que los principales efectos directos derivados de las variaciones en la temperatura y precipitación principalmente, serían la duración de los ciclos de cultivo, alteraciones fisiológicas por exposición a temperaturas fuera del umbral permitido, deficiencias hídricas y respuesta a nuevas concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico (Watson 1997). Algunos efectos indirectos de los cambios esperados se producirían en las poblaciones de parásitos, plagas y enfermedades (migración, concentración, flujos poblacionales, incidencias, etc.) disponibilidad de nutrientes en el suelo y planificación agrícola (fechas de siembra, laboreo, mercadeo, etc.) (Porter 1991, Watson 1997).

Una de las formas más utilizadas actualmente para estudiar el impacto de un cambio climático sobre los sistemas agrícolas y pecuarios, es evaluando escenarios futuristas de cambio en modelos computacionales de simulación de crecimiento de cultivos. Estos permiten analizar el comportamiento productivo durante todo el ciclo del cultivo bajo diferentes marcos climáticos, obteniendo resultados sobre los efectos de variaciones en la temperatura, la precipitación y la radiación solar, principalmente.

La mayoría de estos estudios aplican variaciones en la temperatura máxima, mínima o en la media y en la precipitación. Los rangos de variación de los elementos meteorológicos, son generados por Modelos de Circulación General (MCG). Si bien es cierto que existen desacuerdos entre los investigadores sobre la magnitud de cambio en estos elementos (Houghton et al. 1990), la tendencia en las investigaciones agrícolas que utilizan escenarios climáticos derivados de los MCG es que sean del orden de 1 a 4°C en la temperatura, con un aumento o disminución en la lluvia diaria entre un 5 y un 15%. Con estos rangos de variación, las posibilidades de construcción de escenarios es grande, máxime que algunos modelos de simulación de crecimiento permiten manejar combinaciones de factores y factores aislados como tratamientos de estudio.

Además de la temperatura y la precipitación, el otro elemento de cambio importante a evaluar es el contenido de CO<sub>2</sub>. Los MCG trabajan sobre el estimado de alcanzar el equilibrio climático ante una concentración de CO<sub>2</sub> duplicada de la actual (323 ppm) (Campos 1997). Experimentos con altos contenidos de CO<sub>2</sub> indican que el comportamiento estomático producido, podría generar una economía del agua consumida por las plantas, así como un efecto fertilizante en el caso de las leguminosas (FAO 1992). Además, un incremento en la concentración del CO<sub>2</sub>, aumentaría directamente la tasa de fotosíntesis y la producción de biomasa de las plantas C<sub>3</sub>, con cambios poco significativos en las plantas C<sub>4</sub>, como el maíz, sorgo y caña de azúcar (Salinger 1997).

## **Estudios de cambio climático en Costa Rica**

Desde 1995 el Instituto Meteorológico Nacional ha venido estudiando el posible impacto de un cambio climático sobre la agricultura de Costa Rica, primero bajo el marco del Programa Centroamericano sobre Cambio Climático (PCCC) y luego con el Programa de Asistencia Holandés para Estudios de Cambio Climático. Los cultivos estudiados han sido arroz en Liberia (Guanacaste), frijol en la zona de Los Chiles (Alajuela) y papa en el cantón de Alvarado (Cartago). Como

---

<sup>1</sup>Gestión de Desarrollo, Instituto Meteorológico Nacional  
Apartado 7-3350-1000 San José, Costa Rica  
Email: rvilla@imn.ac.cr jretana@imn.ac.cr

herramienta de investigación se ha utilizado el DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) que es un sistema computacional que utiliza bases de datos de suelos, cultivos y clima, y los integra a modelos de simulación de crecimiento de algunos cultivos (cereales, leguminosas de grano, tubérculos y gramíneas). Este sistema fue diseñado en la Universidad de Florida, Estados Unidos, en 1982 por un conjunto internacional de investigadores y científicos dirigidos por el IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer).

Para calibrar los modelos DSSAT bajo condiciones nacionales, se montaron ensayos de campo en localidades representativas de las principales zonas productoras. Los resultados obtenidos de las pruebas de calibración fueron exitosos. La validación de los modelos se realizó por correlación de rendimientos reales según la estadística agrícola oficial por cantón de planificación y los rendimientos estimados por los modelos. Los coeficientes de determinación obtenidos fueron de 0.97 para el modelo CROPGRO-Dry bean (frijol), 0.85 para el modelo SUBSTORE-Potato (papa) y de 0.84 para el modelo CERES-Rice (arroz).

Según el criterio del Programa Centroamericano para Cambio Climático (PCCC), los rangos de variación máxima en la precipitación diaria para Costa Rica estimados por Modelos de Circulación General son  $-20$  y  $+20\%$ , mientras que la variación moderada sería entre  $-10$  y  $+10\%$ . Las variaciones en la temperatura media se establecieron en  $+1$  y  $+2^{\circ}\text{C}$ . Con este criterio se propusieron diferentes escenarios climáticos donde se consideraban efectos combinados y aislados de las variaciones máximas y moderadas de la precipitación, junto con incrementos de temperatura máxima y temperatura mínima, así como el efecto de la duplicación de la concentración de  $\text{CO}_2$ .

Los resultados indican que los tratamientos incrementales en la temperatura, combinados con variaciones (máximas y moderadas) de la precipitación, producen una disminución importante de los rendimientos. El elemento que mayor peso tiene en este efecto observado es la temperatura. Aún y cuando el efecto aislado de aumentos en la precipitación diaria tiende a aumentar los rendimientos, cuando se combina con incrementos de  $+1$  y  $+2^{\circ}\text{C}$  en la temperatura, se observa que los rendimientos empiezan a disminuir. Las disminuciones más importantes se obtuvieron con los tratamientos que usan  $+2^{\circ}\text{C}$ . Cuando se separan los efectos de temperatura máxima y temperatura mínima, se encontró que las mayores disminuciones en los rendimientos fueron causadas por la temperatura máxima (diurna). Por lo tanto, la producción de materia seca por unidad de agua utilizada por estos cultivos va a depender de la eficiencia de uso del recurso hídrico bajo condiciones térmicas específicas. En cuanto al efecto de una duplicación de la concentración de  $\text{CO}_2$  ambiental (solo se estudió en frijol y papa) se observó que los rendimientos tienden a aumentar. A pesar de este efecto, cuando se combinó con tratamientos incrementales de la temperatura, solo en el cultivo de papa se logró obtener rendimientos mayores al testigo. En frijol, aún y cuando la tendencia de la utilización de  $\text{CO}_2$  es de aumentar los rendimientos, éstos no igualaron el del tratamiento testigo.

La proyección del cambio climático hacia un calentamiento global que se daría en los siguientes 30 o 40 años, producirá efectos importantes en el entorno agrícola del planeta. No solamente se afectará la biología de los cultivos (positiva o negativamente en referencia a su producción), sino que hará variar el componente socioeconómico y ecológico de las regiones que son sustentadas por las actividades agrícolas. El efecto del cambio climático sobre la agricultura mundial no se debe ver solo a la luz de la influencia negativa o positiva del cultivo y su derredor sino en el contexto del desarrollo económico mundial, lo cual hará que algunos países vulnerables al cambio climático pero con buen nivel de desarrollo, respondan mejor a las medidas de adaptación que aquellos que no posean recursos de inversión, cuya tasa de crecimiento sea baja y que experimenten un rápido incremento poblacional y una alta degradación ecológica (Watson 1997)

#### Literatura citada

- Campos, M. 1997. Escenarios climáticos para Costa Rica. Proyecto Centroamericano sobre el Cambio Climático (PCCC). San José, Costa Rica. 15pp. (Correspondencia personal).
- FAO. 1992. Cambio Climático: Agricultura mundial y medio ambiente rural. Grupo de trabajo sobre Cambio Climático. Roma, Italia. 1pp.
- Porter, J.; Parry, M.; Carter, T. 1991. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. *Agricultural and forestry meteorology*. 57: 221-240.
- Salinger, M.; Desjardins, R.; Jones, B.; Sivakumar, M.; Strommen, N.; Veerasamy, S.; Lianhai, W. 1997. Climate variability, agriculture and forestry: an update. World Meteorological Organization. WMO-841. Geneva-Switzerland. 51pp.
- Watson, R.; Zinyowera, M.; Moss, R.; Dokken, D. 1997. The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. Summary for policymakers. Report of IPCC Working group II. 16pp.