



NACIONES UNIDAS



SEDE SUBREGIONAL EN MÉXICO

Distr.  
LIMITADA

LC/MEX/L.1004 (SEM.199/3)  
16 de diciembre de 2010

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

**INFORME DEL "SEMINARIO SOBRE EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA DE GUATEMALA" Y DEL "TALLER SOBRE TÉCNICAS PARA ANALIZAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA**

*Guatemala, Guatemala, 20 de septiembre y 1° de octubre de 2010*

---

Este documento no fue sometido a revisión editorial.

2010-52



## ÍNDICE

A.	ASISTENCIA Y ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	1
1.	Lugar y fecha .....	1
2.	Asistencia .....	1
3.	Organización de los trabajos.....	1
4.	Sesión inaugural .....	2
5.	Sesión de clausura .....	2
B.	RESUMEN Y DISCUSIÓN GENERAL DE LAS EXPOSICIONES .....	3
1.	El sector agropecuario en Guatemala y el cambio climático .....	3
2.	Funciones de producción .....	6
3.	Modelo Ricardiano .....	7
4.	Conclusiones del Seminario/Taller Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura de Guatemala .....	9
ANEXOS:		
I.	LISTA DE PARTICIPANTES SEMINARIO EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA DE GUATEMALA.....	15
II.	LISTA DE PARTICIPANTES TALLER EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA DE GUATEMALA.....	17
III.	LISTA DE DOCUMENTOS .....	18
IV.	METODOLOGÍAS QUE SE EMPLEAN PARA ANALIZAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR AGROPECUARIO COSTARRICENSE ..	19

## **A. ASISTENCIA Y ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

### **1. Lugar y fecha**

1. El “Seminario sobre Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura de Guatemala” y el “Taller sobre Técnicas para Analizar el Impacto del Cambio Climático en la Agricultura” se celebraron en la ciudad de Guatemala, Guatemala, los días 30 de septiembre y 1º. de octubre de 2010, respectivamente, en el Hotel Clarion.

### **2. Asistencia**

2. Por parte del país, asistieron al Seminario funcionarios de los ministerios, secretarías, institutos y organismos internacionales motivados con el tema, y al Taller asistieron expertos en econometría interesados en el manejo de la metodología, de las mismas instituciones, quienes expresaron sus opiniones a título personal y no en representación de las instituciones donde prestan sus servicios<sup>1</sup>.

### **3. Organización de los trabajos <sup>2</sup>**

3. Durante el Seminario los participantes estuvieron de acuerdo en adoptar el siguiente temario:

1. Registro de participantes
2. Apertura y palabras de bienvenida
3. El cambio climático y el futuro del sector agropecuario costarricense
4. Introducción al STATA
5. Descripción de bases de datos
6. Metodología
7. Estimación de costos
8. Metodología de evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres en el sector agropecuario
9. Conclusiones y clausura

---

<sup>1</sup> Véase la lista de participantes en los anexos I y II.

<sup>2</sup> Véase la lista de documentos en el anexo III.

4. Durante el Taller los participantes estuvieron de acuerdo en adoptar el siguiente temario:
  1. Registro de participantes
  2. Palabras de bienvenida
  3. Descripción de la base de datos
  4. Metodología
  5. Estimación de costos
  6. Discusión y conclusiones
  7. Clausura

#### **4. Sesión inaugural**

5. El señor Alfonso de León García, Ministro y el señor Alfredo de Jesús Orellana, Viceministro de Agricultura y Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) brindaron la más cordial bienvenida a los asistentes tanto al Seminario como al Taller, así como el señor Braulio Serna Hidalgo, Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola de la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), quien deseó en ambos casos el mayor de los éxitos.

#### **5. Sesión de clausura**

6. Los señores Alfredo de Jesús Orellana y el señor Braulio Serna dieron por concluidos el Seminario y el Taller, los cuales se enriquecieron con los debates de todos los participantes.

## B. RESUMEN Y DISCUSIÓN GENERAL DE LAS EXPOSICIONES

7. Se realizaron un seminario y un taller de capacitación para diversos funcionarios de gobierno y de organismos privados e internacionales a fin de enseñar las metodologías<sup>3</sup> aplicadas en el documento **“Guatemala: Efectos del cambio climático sobre la agricultura”**, específicamente las que tienen que ver con: el sector agropecuario en Guatemala y el cambio climático, el análisis de las funciones de producción y, por último, el Modelo Ricardiano.

### 1. El sector agropecuario en Guatemala y el cambio climático

8. En su exposición, el señor Braulio Serna subrayó que la agricultura y el cambio climático están vinculados en forma importante, en especial de tres formas: a) el cambio climático tiene y tendrá efectos considerables en la agricultura, pero dónde y qué tan grandes pueden ser dichas consecuencias es difícil de predecir; b) la agricultura puede ayudar a mitigar el cambio climático, y c) los agricultores pobres necesitarán apoyos para adaptarse al cambio climático.

9. Señaló que tanto el medio rural como el sector agropecuario son los mayores generadores de empleo. En el medio rural se otorga empleo a casi 50% de la población ocupada del país. Este trabajo está mayoritariamente relacionado con las actividades de cultivos y ganadería. Alrededor del 56% de la PEA rural se dedica a la agricultura. Entre 2000 y 2006 la agricultura redujo su participación en el empleo de 35% a 29%, pero continuó siendo el mayor empleador de la economía. El potencial de empleo del sector es mayor y puede ser fácilmente estimulado, con más inversión rural y mejor acceso a mercados. Destacó que dados los bajos niveles de escolaridad, la productividad de la mano de obra utilizada en actividades agropecuarias es baja y el subempleo en la agricultura es elevado (14%). El capital humano capacitado aumentaría los rendimientos, el valor agregado y las remuneraciones.

10. Manifestó que la inversión en el agro puede reducir la elevada pobreza rural. A pesar de los avances de la política pública en la disminución de la pobreza, en varios indicadores sociales el 66% de la población rural es pobre, mayoritariamente indígenas (76% de la población indígena, sin variación en el periodo 2000-2006); 42% de la población es extremadamente pobre. Ellos están mayormente relacionados con actividades agropecuarias. El cumplimiento de las metas del milenio está pendiente. La inversión en innovación y en las actividades de adaptación al cambio climático, diseñadas localmente, contribuirían a elevar los ingresos de la población pobre. La desigualdad —muy elevada— puede disminuirse con más inversión en el capital humano pobre.

11. Reveló que la agricultura es gran generador de ingresos y remesas. La agricultura produce 574.000 empleos al año e ingresos a un número mayor de población, sin contar el empleo de las actividades agroindustriales. Sin embargo, los salarios medios en la agricultura apenas representan 55% de los correspondientes a la industria. El poder adquisitivo del salario mínimo en relación a la canasta básica subió considerablemente entre 1995-2010, pero aún es menor 15% al valor de esta canasta. Las remesas del exterior, en parte significativa, provenientes de emigrados rurales ascienden a más de 3.900 millones de dólares (11% del PIB). Amplían la demanda interna para varios sectores y alivian la pobreza rural. Además, los pobres invierten en el medio rural.

---

<sup>3</sup> Véase el anexo IV.

12. Indicó que el 24% de los receptores de remesas se encuentran en la agricultura, y que es capital humano que salió de este sector. Exteriorizó que las remesas son frecuentes entre los hogares que están cerca de la línea de pobreza, lo cual sugiere que han tenido un papel importante ayudando a los hogares a salir de la pobreza. Pero esto significa que los hogares se han vuelto dependientes de las remesas, lo cual aumenta su vulnerabilidad frente a las condiciones externas. Señaló que en el 2006, 14% de los pobres recibía remesas. Las remesas financiaban casi el 40% de sus consumos, lo que implica un alto grado de vulnerabilidad, ante las políticas de países destino de emigrantes.

13. Demostró que la agroindustria representa el 42% del producto manufacturero. De cada 10 quetzales producidos en la industria guatemalteca cuatro se derivan de la actividad agropecuaria. Sus transacciones hacia atrás y hacia adelante dinamizan al comercio, al transporte —movimiento de productos agropecuarios y personas y de insumos para el sector—, la construcción de instalaciones agropecuarias, de riego caminos interfincas.

14. Explicó que la agricultura es una fuente de demanda para la manufactura, y para diversas actividades rurales no agropecuarias —pequeña industria, artesanía, minería—. El sector produce alimentos para el turismo. Sus excedentes han sido históricamente la fuente del desarrollo industrial y contribuyen al ahorro nacional. Existen valiosas actividades rurales no agropecuarias que diversifican la producción. Pero el sector agropecuario es hoy el más importante y con mayor potencial para responder las demandas futuras.

15. Señaló que el agro guatemalteco sigue produciendo la mayor parte de alimentos para su población, aunque 40% de la población rural no accede a los alimentos necesarios. El sector puede producir alimentos para todos si se invierte en él y en la producción que realizan los pobres rurales.

Pero el abastecimiento nacional de algunos bienes se ha debilitado en esta década. De producir el 36% del arroz que se consume declinó a únicamente 9%. En los últimos años se ha logrado disponer de un nivel de autosuficiencia del mercado de 96% para el caso del maíz de grano blanco, con potencial de lograr el autoabastecimiento de la demanda actual. El potencial de Guatemala de autoabastecimiento y de producir excedentes de cereales para el mercado exterior es elevado de acuerdo al Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA).

16. En resumen, el sector agropecuario: i) Es el gran empleador de mano de obra; ii) la mayor parte de los pobres rurales está vinculada a él y, por ende, puede contribuir eficazmente a reducir la pobreza, incluyendo las Metas del Milenio; iii) es el sector de mayor peso en el PIB, con influencia en los demás sectores; iv) abastece de alimentos a la población y, ante la incertidumbre de los mercados internacionales, puede ser el responsable de la seguridad alimentaria de Guatemala, y v) continúa produciendo la mayor parte de los ingresos de exportaciones junto a las remesas de pobladores de origen rural.

17. Manifestó que el medio rural, y las actividades agroforestales son las principales fuentes generadoras de servicios ambientales. Ellos proveen el agua, regulación del ciclo hídrico, la energía, mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero: retención de sedimentos, control de la erosión, regulación de los efectos de disturbios climáticos y conservación de la biodiversidad entre otros.

18. Señaló que es el gran productor de la energía que consume el país. La producción de energía hidroeléctrica representa el 40% del total. La de energía geotérmica un 3%. Pero el sector agropecuario apenas utiliza el 1% de la energía nacional. Su intensidad energética es la más baja de todos los usos. El medio rural, sistema natural, es el proveedor principal de agua y con su riqueza arqueológica es una de las principales atracciones de los turistas que visitan Guatemala.

19. Exteriorizó que en los últimos 13 años se han intensificado los impactos en el medio rural de fenómenos climáticos extremos, provocando daños y pérdidas por cerca de 2.800 millones de dólares. De esta cantidad 46% fueron impactos en el sector agropecuario. La destrucción de producción, mayormente alimentos, ascendió a 77% del total de pérdidas en ese período. La población pobre rural que es vulnerable y padece de inseguridad alimentaria es la que está sufriendo más, y sufrirá los efectos del cambio climático. Así, se reducirán los rendimientos y la producción de los alimentos. A nivel internacional, los precios de los cereales —como está sucediendo— y de la carne tenderán a subir, reduciendo el consumo dentro de los pobres. La disponibilidad de calorías será menor.

20. Explicó que las sequías de 2004 y de 2009 aumentaron la vulnerabilidad de los pobres y de la población en extrema pobreza, en especial en el corredor seco, elevando su inseguridad alimentaria. Con la sequía de 2009, 65 municipios se vieron afectados en áreas con población muy vulnerable, de elevados índices de pobreza y desnutrición crónica. Se experimentaron impactos en 38 comunidades con muy alto riesgo y 651 comunidades con alto riesgo de inseguridad alimentaria. Esto es 54.564 familias o 327.000 personas en riesgo de inseguridad alimentaria nutricional.

21. Señaló que en el caso de la tormenta Ágata y la erupción del Volcán Pacaya el valor de las pérdidas y de los daños en el sector agropecuario, de pesca y acuicultura ascendió a 1,8 % del PIB agrícola. Parte importante de la destrucción la sufrieron los agricultores pobres, población indígena y mujeres cabeza de familia. La destrucción de bienes de capital en la agricultura (obras de microrriego, implementos de labranza) fue importante, afectándose a los pequeños productores y agricultores pobres. Las mujeres rurales, en su mayoría cabezas de familias pobres, sufrieron destrucción de activos y de su producción economía de traspato, aumentando su vulnerabilidad e inseguridad alimentaria. La pérdida en puestos de trabajo más de 85,000 empleos, muchos de ellos asalariados agropecuarios, con la consiguiente baja de ingresos, aumento de la inseguridad alimentaria, sobre todo de la población indígena y los hogares con mujeres cabezas de familia.

22. Indicó que en la población indígena los efectos fueron graves. Varias comunidades perdieron los medios de producción —tierras, insumos agrícolas, infraestructura y herramientas de labranza— necesarios para enfrentar las pérdidas y reactivar sus actividades productivas. Esta población tampoco cuenta con capacidad financiera, porque la producción fue destruida. Los escasos bienes de subsistencia, hortalizas, aves de corral, ganado porcino, lanar y bovino fueron, en gran medida, arrastrados por las inundaciones; afectándose considerablemente la seguridad alimentaria de las familias.

23. Demostró que aun sin cambio climático, la demanda de alimentos crecerá sostenidamente a nivel global y nacional por el aumento del ingreso y de la población. Si se agregan los efectos del cambio climático, se imponen mayores y nuevos desafíos a la productividad agrícola. Para el caso, aumentar la productividad mediante variedades resistentes mejor adaptadas al cambio climático. Dado que Guatemala sufre los efectos adversos del cambio climático, siendo uno de los países que menos contribuye a él, es más importante concentrar recursos en la adaptación, que por ejemplo a la mitigación. Así, un programa de adaptación al cambio climático implica:

a) La infraestructura rural es esencial para que los agricultores, en especial los pobres, tomen ventaja de las variedades mejoradas de plantas y de nuevas técnicas de manejo. Mayor producción y mejores rendimientos requieren de una más densa red de caminos rurales para acceder a los mercados y reducir los costos de transacción.

b) Como se comentó, los efectos adversos del cambio climático recaen desproporcionadamente en los pobres. Por esto, para que estos productores puedan adaptarse se requieren políticas de mayor



inversión en investigación y transferencia de tecnologías, infraestructura rural y acceso a mercados para los agricultores pobres.

c) Es necesario reactivar y fortalecer los programas de extensión e investigación agropecuaria. Aprovechar más las asociaciones con países centroamericanos y centros internacionales. Acuerdos locales y nacionales entre agricultores, proveedores de insumos, comercializadores, grupos de consumidores son esenciales para el desarrollo y diseminación de apropiadas técnicas y variedades y,

d) Los servicios de extensión específicamente orientados a la adaptación al cambio climático, la diseminación local de variedades resistentes a la sequía, capacitación en sistemas mejorados de administración y reunir información para facilitar la investigación. Las organizaciones de productores pueden ser mecanismos efectivos para compartir información y enlaces entre los esfuerzos del gobierno y las actividades de los agricultores y ganaderos. Iniciar con mecanismo de colaboración en el tema de adaptación.

## 2. Funciones de producción

24. Durante el Taller, se presentó la metodología de estimación para el análisis basado en funciones de producción y el método de mínimos cuadrados, realizando una breve explicación teórica de cómo son las especificaciones empleadas para la estimación de los índices de producción y los rendimientos de ciertos cultivos importantes para el país. Se explicó cuál es el proceso para poder estimar los impactos del cambio climático sobre los índices de producción y sobre los rendimientos en los cultivos

25. Una función de producción agrícola relaciona la producción (Q) con variables endógenas (W) como trabajo, capital y otros insumos; con variables exógenas (Z) que comprenden variables climáticas e irrigación y con las características de los agricultores (X) entre las que se incluyen variables de capital humano (Fleischer, Lichtman y Mendelsohn, 2007).

26. En términos formales la función de producción agrícola se representa como sigue:

$$Q_{it} = f(W, Z, X) \quad (1)$$

27. Donde  $Q_{it}$  puede representar la producción total en el sector agropecuario, la producción en un subsector como por ejemplo el pecuario, o el rendimiento por hectárea de un cultivo determinado.

28. La forma funcional que permite conocer los valores de la temperatura a la cual el clima o la precipitación pueden tener efectos adversos es la cuadrática, por ello es la más utilizada. En este estudio se hará uso de una forma funcional con esas características.

29. El método de estimación que se empleará será el de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y se analizarán efectos del cambio climático sobre algunos de los cultivos más relevantes del país y sobre sectores agregados. En el primer caso, la variable de interés son los rendimientos por hectárea; en el segundo, se emplean índices de producción.

30. Una vez que se encuentra una función de producción metodológicamente robusta, se puede proyectar la producción en los siguientes años (para algunos cultivos, para subsectores o para el sector agropecuario en su conjunto) considerando diferentes escenarios climáticos. La producción que indican estos escenarios se compara con la producción que se obtendrían en caso de que no existiera cambio

climático, es decir, que la temperatura y la precipitación se mantuviera en sus niveles actuales. Con ello se pueden obtener estimaciones de los posibles costos económicos que traería el cambio climático.

31. Como se ha mencionado anteriormente, es probable que la función de producción no capture por completo la adaptación y las posibles estrategias que los productores agrícolas realizarían ante el cambio climático. No obstante, permite ilustrar cómo serán los posibles efectos en caso de que las condiciones de producción actuales no se mejoren. También tiene la ventaja de que al basarse directamente en variables observadas, la relación de variables climáticas y rendimientos agrícolas se estima directamente

32. Se efectuaron estimaciones econométricas para obtener proyecciones de la producción agrícola en hasta el año 2100. Los participantes replicaron algunas de las estimaciones econométricas que se emplearon en el estudio. Se explicó cómo poder discriminar entre algunas de ellas, a fin de obtener resultados robustos.

33. Se expuso cómo calcular los efectos económicos del cambio climático sobre la producción agrícola. Una vez realizadas las proyecciones en la producción se explicó a los participantes cómo generar diferentes escenarios a fin de obtener cuáles serán los posibles costos económicos que conllevaría el cambio climático.

### 3. Modelo Ricardiano

34. Durante el Taller, se efectuó la presentación del Modelo Ricardiano que describe los efectos del cambio climático en el ingreso de los hogares rurales que proviene del alquiler de la renta de la propiedad y se describieron los siguientes puntos:

a) El objetivo del estudio y en particular el propósito de llevar a cabo este tipo de modelación;

b) Una descripción de los distintos modelos que se utilizan para medir desde una perspectiva económica los efectos del cambio climático sobre el sector agropecuario;

c) Se describió la forma de implementar el modelo y las bases de datos empleadas en las distintas especificaciones realizadas en la modelación, y

d) Por último, se presentaron los principales resultados y algunas recomendaciones que se desprenden de los mismos.

35. El modelo Ricardiano debe su nombre a David Ricardo, quien notó que el valor de la tierra muestra su productividad neta por el ingreso neto de la tierra ( $\pi$ ). Así, al analizar los efectos del clima sobre el valor de la tierra se pueden conocer los efectos sobre la productividad agrícola. Ello permite conocer las ganancias (o pérdidas agregadas) sin necesidad de hacer un análisis de cada cultivo o de cada sector.

36. Bajo este modelo se asume que productores agrícolas maximizan sus ingresos menos sus costos, esto es su ingreso neto ( $\pi$ ). Los ingresos son función de la producción ( $Q_i$ ) y de su precio ( $P_i$ ). Los costos son función de los insumos ( $W$ ) y de sus precios ( $P_w$ ). En tanto que, la producción es función de  $W$ ,  $Z$  y  $X$  (véase ecuación 1). Formalmente se tiene:

$$\pi = \sum P_i Q_i (W, Z, X) - \sum P_w W \quad (2)$$

37. Los productores eligen las cantidades de  $W$  que permiten maximizar los ingresos en cada cultivo, dadas las variables climáticas ( $Z$ ), las características de los agricultores ( $X$ ), y el precio de mercado de los productos. La función óptima resultante es:

$$\pi^* = f(P_i, W, Z, P_w) \quad (3)$$

38. A partir de la especificación anterior se determina cómo cambios en variables exógenas contenidas en  $X$  y  $Z$  afectan la productividad neta de la tierra. El valor de la tierra ( $VT$ ) es por tanto el valor presente del flujo de ingresos netos:

$$VT = \int_0^{\infty} \pi_i^* \cdot e^{-rt} dt \quad (4)$$

Donde  $r$  representa la tasa de interés del mercado.

39. En la estimación del modelo Ricardiano se puede emplear como variable dependiente el valor de la tierra o el ingreso neto anual. El valor de la tierra refleja la expectativa de ingresos en un horizonte de varios años, mientras el ingreso neto anual sólo ofrece un resultado que puede ser válido para un año, pero puede tener el problema de que si ese año es atípico los resultados serían sesgados, por ello el valor de la tierra se considera una mejor medida. No obstante, la utilización de una u otra variable depende en gran parte de la disponibilidad de datos.

40. La ecuación (4) se puede representar econométricamente de la siguiente forma (Seo y Mendelsohn, 2008a)

$$VT = \beta_0 + \beta_1 \cdot T + \beta_2 \cdot T^2 + \beta_3 \cdot P + \beta_4 \cdot P^2 + \beta_2 T \cdot P + (\beta_6 + \beta_7 \cdot T + \beta_8 \cdot T^2 + \beta_9 \cdot P + \beta_{10} \cdot P^2 + \beta_{11} T \cdot P)B + \sum_j \lambda_j \cdot Z_i + e \quad (5)$$

41. Donde la variable dependiente es el valor de la tierra por hectárea,  $T$  y  $P$  representan temperatura y precipitación, respectivamente<sup>4</sup>. En este caso,  $B$  es una variable dicotómica que puede representar hogares, productores grandes o cualquier otra desagregación deseada (por ejemplo, productores de riego frente a productores de temporal).  $Z$  representa un conjunto de variables relevantes (socioeconómicas y características de suelos),  $\beta_k$  y  $\lambda_j$  son parámetros a ser estimados y  $e$  es el término de error.

42. Los términos cuadráticos reflejan que la respuesta del valor de la tierra, dada a través de la función Ricardiana  $VT$ , a cambios en variables climáticas puede ser no lineal. Por ejemplo, a bajos niveles de temperatura, la decisión óptima del productor puede ser cultivar un producto determinado; no obstante, conforme la temperatura aumenta la rentabilidad marginal de dicho producto es decreciente hasta alcanzar un punto en el que se vuelve negativa. Es entonces cuando el productor puede tomar, como decisión óptima, la adopción de un nuevo cultivo adaptable a temperaturas mayores. Un razonamiento similar es aplicable a cultivos sensibles a la precipitación pluvial. Al seguir esta lógica, el modelo Ricardiano asume un comportamiento adaptativo de los productores a lo largo del ciclo productivo intertemporal (Mendelsohn, y otros, 1994).

<sup>4</sup> En la práctica, es común hacer una distinción entre temperaturas y precipitaciones en diferentes estaciones del año.

43. De esta forma, el cambio en el valor de la tierra debido a un cambio marginal en alguna de las variables climáticas, temperatura (T) por ejemplo, está dado por:

$$\frac{\partial VT_i}{\partial T} = \beta_1 + 2 \cdot \beta_2 \cdot T + \beta_5 \cdot P \quad \text{para pequeños productores (B = 0)}$$

$$\frac{\partial VT_i}{\partial T} = (\beta_1 + \beta_7) + 2 \cdot (\beta_2 + \beta_8) \cdot T + (\beta_5 + \beta_{11}) \cdot P \quad \text{para grandes productores (B = 1)}$$
(6)

44. El resultado es análogo para las variables de precipitación. La modelación anterior permite la diferenciación de los impactos del cambio climático a través de distintos perfiles de productores, lo que hace posible determinar diferentes niveles de sensibilidad. El efecto anual de un cambio marginal de la variable climática en cuestión es la suma de los efectos marginales de dicha variable en cada estación del año.

45. El cambio en el valor de la tierra como resultado del cambio de escenario climático C0 a C1 está dado por:

$$\Delta VT = VT(C_1) - VT(C_0) \quad (7)$$

46. Así, una vez estimada la relación funcional del valor de la tierra y las variables climáticas, basta evaluar la función Ricardiana en uno y otro escenario climático para obtener el monto monetario por el cual el valor de la tierra, o flujo neto de ingresos, será afectado. Si  $\Delta VT < 0$ , hay evidencias de efectos negativos del cambio climático en la rentabilidad agrícola.

47. Es importante señalar que el resultado de la ecuación (7) se basa en el supuesto de que el resto de las variables explicativas (por ejemplo, sociodemográficas) no cambian entre los escenarios C0 y C1. Se asume, por ejemplo, que cualquier cambio en los niveles de educación entre  $t = 0$  y  $t = 1$  no tendrá efectos en la productividad de la tierra. Otra de las limitaciones es que no se incluyen, en el análisis, los cambios en los precios agrícolas. Tampoco se incluyen medidas, por parte de los productores, respecto al costo de adaptación al cambio climático.

48. Durante el segundo día del taller se efectuó una explicación detallada de la forma de implementar las regresiones econométricas utilizadas para la elaboración del modelo Ricardiano. Se explico y reprodujo todo el proceso y se despejaron dudas de la implementación de las estimaciones realizadas.

#### **4. Conclusiones del Seminario/Taller Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura de Guatemala**

49. Comentarios generales al Seminario:

- El tema es complejo y se necesita mayor base conceptual para abordarlo así como mayor disponibilidad de tiempo.
- Considero que es necesario evaluar las presentaciones para tener un mejor aprendizaje del tema.
- Es necesario brindar datos más actuales.
- En términos generales la debilidad en cuanto a calidad de información, nos limita como país. Es necesario crear nuevas estrategias para contribuir a la búsqueda de soluciones a corto plazo.

- Se requeriría de un mayor tiempo para incrementar los resultados a obtener.
- Cantidad de personas (aglomeración), parqueo.

50. ¿Qué conocimientos o habilidades ha adquirido en esta reunión?

- El modelo Ricardiano.
- Que existen herramientas de modelaje para tomar decisiones en la capacidad productiva agrícola futura.
- El modelo Ricardiano, los efectos de cambio climático en la actividad agropecuaria.
- Me ha permitido interrelacionar los modelos de predicción climática con los escenarios y sus aplicaciones prácticas.
- Generales sobre el tema.
- Técnicas de análisis de cambio climático.
- Conocimientos sobre los modelos para evaluar los posibles impactos del cambio climático, el método Ricardiano.
- Metodología para el análisis de cambio climático.
- Como tener un mejor manejo del uso del suelo y las políticas que deben utilizarse para el mejoramiento de la demanda agropecuaria y la mejora de la demanda y competitividad.
- Los efectos de cambio climático en agricultura; que vienen efectos mayores.
- Más que conocimientos, lo real que está resultando ya el efecto del cambio climático, lo que está causando en la actividad agrícola del país.
- Un conocimiento sobre ciertas variables que se tenía de manera superficial.
- Los modelos para analizar los efectos del cambio climático en la agricultura.
- Modelo Ricardiano.
- Conciencia hacia el futuro y acciones posibles.
- Conocer más sobre los efectos del cambio climático.
- Conociendo el impacto que el cambio climático ocasiona adquirimos elementos vitales teóricos para emitir mejores estimaciones estadísticas.
- Elementos normalmente utilizados para proyecciones econométricas a utilizar para proyecciones.
- Conocimiento del cambio climático.
- Las tendencias del tema. Interpretación de condiciones óptimas para el sector Agropecuario.
- Relaciones básicas entre agricultura y cambio climático.
- Bastantes, reales y a larga expectativa, buenas referencias de base.
- Modelo de medición de efectos del cambio climático.
- Causa inquietud que no aplica a la realidad.
- El manejo controlado del ambiente para producción.
- Información actualizada de la situación en el país. Método Ricardiano.
- Efectos climáticos adoptados a la agricultura de Guatemala.
- La aplicación de modelos que pueden elaborarse para enfrentar la problemática de los efectos del cambio climático.
- Actualizar información e inquietudes.
- Diferentes formas de analizar los impactos del cambio climático sobre la agricultura.

51. ¿Podrá aplicar los conceptos abordados en su trabajo?

- Si.
- Si, principalmente en incorporar medidas de mitigación de los impactos del cambio climático a todo nivel, principalmente en la educación.
- Si, en capacitaciones.

- Si.
- Una parte.
- Si.
- Si, solo que necesitaré investigar más el tema y los métodos.
- Si es posible, amplio el horizonte de abordaje de la problemática de cambio climático.
- Probablemente, soy estudiante y son datos muy importantes para el estudio del cambio climático y podré usarlos en una posible tesis.
- Si en lineamientos del trabajo.
- Eso es lo que se pretende; multiplicando la información obtenida a nivel de las Coordinaciones Departamentales del MAGA.
- Si es posible aplicar algunos conceptos.
- Si, específicamente en la planificación de proyectos.
- Algunos a los programas y proyectos otros ya se aplican a través de la UEEDICH.
- Modelos aplicados a programas y proyectos agrícolas.
- Si, en los enfoques de Proyectos nuevos en el MAGA.
- Si ya que trabajo en Agricultura, donde un factor clave es el efecto del cambio climático.
- Si, para tener argumentos en cuanto a pérdidas agropecuarias y mejorar así las proyecciones de dicho sector en el largo plazo.
- Sí, solo que es necesario mayor tiempo para hacer mejores trabajos de proyección.
- Si. Básicamente la modelación y proyección de maíz y frijol.
- Elaboración de planes de Contingencia. Estudios estadísticos al factor para la toma de decisiones. Fortalecer a los pobres (Programas, Educación, Financiamiento, etc.)
- Si.
- Si, trabajo en Educación Agrícola por lo que considero deben darle amplia difusión. Planificación para la vida, educación.
- Si.
- No existe una línea base.
- Si. En manejo de agua, temperatura, para poder mejorar productividades.
- Definitivamente si.
- Afirmativamente.
- Para la elaboración de planes y presupuestos. El conocimiento de estos temas es útil para ubicarse dentro del contexto de la aplicación de políticas a aplicarse.
- En solución a los proyectos de seguridad alimentaria.
- Considero que si.

52. ¿Qué sugerencias podría dar para mejorar la reunión?

- Aplicaciones prácticas sobre este modelo.
- Hacer ejercicios numéricos para los modelos.
- Fue excelente, si es posible enviar con mayor anticipación la convocatoria.
- Cambio Climático y variabilidad del clima con énfasis en Adaptación al cambio climático con enfoques actualizados.
- Taller de capacitación de SAT-3.
- Probablemente sea importante contar con la documentación previamente.
- Desarrollar curso práctico, especialmente en el software SAT-3 mencionado en el informe.
- Hacer más digerible los datos estadísticos.
- Poner ejemplos reales a nivel de territorio regionalizado de los impactos. Poner ejemplos positivos de lo que está haciendo el país.
- Aspectos de aplicación práctica de algunos modelos para entenderlos.

- Que sea más amplio y que pueda ser participativo con mesas de trabajo.
  - Más interactivo.
  - Más tiempo para cada tema.
  - Que nuevos trabajos se pueden desarrollar para mitigar los efectos del cambio climático.
  - El tiempo es muy reducido y no permite indagar a profundidad en aspectos de importancia. Incluir más participantes nacionales para tener un mejor enfoque en nuestro país.
  - En mi caso, recomiendo dedicar un mayor tiempo y realizar un taller más completo, desde los orígenes o inicios de la econometría y aplicaciones prácticas.
  - No cargar tantos temas en tan poco tiempo.
  - Datos estadísticos más reales/actualizados., abarcar más factores productivos. Experiencias en programas implementados en pro de las cadenas productivas.
  - Mejorar las cifras. Ser más precisos en la condición y variables analizadas.
  - Seleccionar a participantes para dar mayores aportes en cuanto a soluciones. Ejemplo. Expertos en cosecha de agua, invernaderos, semilleros, conservadores de suelo, etc.
  - Cada país tiene su historia, análisis de datos comparativos.
  - Aumentar ejemplos reales y agregar más factores al modelo.
  - Considero que debido al margen de variables y datos considerados, sería importante dar una proyección utilizando más variables (suelo, plagas, etc.).
  - Adentrarse en casos del país.
  - Tener mayor tiempo para analizar y discutir.
53. Los resultados más significativos del Taller de acuerdo a las evaluaciones recibidas fueron:
- El aprendizaje de nuevas herramientas como el Programa STATA y las Metodologías de Producción y Modelo Ricardiano para la valoración de acciones y medias a tomar para poder cuantificar el impacto del cambio climático
  - La interpretación de las variables en el tiempo, la temperatura y la precipitación pluvial en la productividad
  - Motivación para investigar más en el tema tratado
54. Comentarios generales al Taller:
- Necesito analizarlo o estudiarlo de manera particular.
  - Es necesario leer el material con antelación para comprender su aplicación.
  - Buena didáctica, y su método de transmitir los contenidos.
  - Sería bueno tener una capacitación de SATATA antes de abordar el tema.
55. ¿Qué conocimientos o habilidades ha adquirido en esta reunión?
- Manejo del STATA, modelación de variables climáticas.
  - Excelentes, matemáticas, Micro.
  - Conocimientos básicos y sus bondades en la incorporación de variables climatológicas y su impacto en la producción, costo del a tierra entre otros.
  - He aprendido que variables pueden ser utilizadas para el análisis de los efectos del cambio climático.
  - Mejorar mis habilidades.
  - Conocimiento de programación.
  - Conocer el programa y vincular o analizar otras variables de interés.
  - Nuevas técnicas de valoración del clima.

- El concepto del modelo Ricardiano, los modelos de regresión y las variables dependientes e independientes. El concepto de variables exógenas, endógenas y de capital humano.
- La modelación de variables de diferentes características.
- Manejo general de STATA, variables a utilizar en un análisis de cambio climático.
- Nuevas formas e aplicar las herramientas estadísticas.
- Comandos de programación. Conocimiento del programa. Conceptos de estadística.
- Primero que todo la lógica de la inducción del tema climático en la producción y sus factores, así como la capacidad de replicar los modelos o aplicar la metodología en otras investigaciones.

56. ¿Podrá aplicar los conceptos abordados en su trabajo?

- Si, en mi institución se realizan muchas investigaciones en donde se puede aplicar.
- Afirmativo.
- Si creo que me podría servir de elementos para la interpretación de informes realizados a análisis económicos ambientales.
- Si.
- Si, a adaptarlos a mi campo de trabajo.
- Si, se podría aplicar a las variables climáticas.
- Si, porque nosotros trabajamos con base de datos diversas, socioeconómicas ambientales, edificar, usos del suelo, características físicas y químicas de suelos.
- Si, aunque creo hay algunos conceptos que no se abordaron en su totalidad.
- Si enseñando a mis alumnos.
- Si. Para probar análisis con ambiente y recursos naturales. (efectos sobre estos).
- Lo tendría que adoptar al Programa estadístico que utilizamos para poder aplicarlo.
- Si se aplican directamente en las áreas de agricultura.
- Limitadamente.
- Si.

57. ¿Qué sugerencias podría dar para mejorar la reunión?

- Proporcionar los materiales anticipadamente, dar más espacio al curso, no saltarse pasos.
- Principio de Escasez.
- En PowerPoint capacitar sobre el proceso de logro de uso del programa, ampliar los conceptos básicos.
- Creo que se podrá planificar un curso para aprender inicialmente stata y atender de mejor manera todo el método Ricardiano.
- Que nos dieran anticipadamente el material del curso. Un curso más extenso sería muy importante debido a la vulnerabilidad de Guatemala.
- Realizar módulos o diplomados; con más tiempo para comprender todos los procesos.
- Un taller más formal con más tiempo de práctica.
- Más espacio.
- Ampliar el tiempo.
- Asegurarse que las personas en realidad dominen el programa estadístico stata.
- Evaluar, ampliar el tiempo, para tener mejor aceptación o bien si el tiempo es corto manejar conceptos menos cargados.
- Ampliar el tiempo para conocimiento básico del programa utilizado. Utilizar ejemplos o ejercicios en casos específicos de los participantes, desde importación de las bases de datos.



- Reforzar conceptos básicos estadísticos y econométricos sobre MCO., así como práctica en los programas estadísticos, para poder extraer mayor conocimiento al gran potencial del curso. Tomar en cuenta las externalidades y costos que implican los cambios climáticos en sus áreas de trabajo.

## Anexo I

**LISTA DE PARTICIPANTES SEMINARIO EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA  
AGRICULTURA DE GUATEMALA**

**(Guatemala, 30 de septiembre de 2010)**

<b>Nombre</b>	<b>Cargo Oficial</b>	<b>Organización</b>
Acevedo Enrique	Gerente Unidad	Agrocyt/PARPA/MAGA
Aguilar Gerónimo	Jefe Administrativo	PECAS
Alvarado López Lucia E.	Auxiliar de Climatología	INSIVVMEH
Angulo Chacón Iván	Representante	FAO
Arévalo Abel	Producción	ENCA
Barrientos Edin	Gerente	ASODEFIR
Bautista Mario	Subdirector	INSIVVMEH
Bolaños Ramiro	Coordinador nacional de SAN	MAGA
Castañón Claudio	Jefe. Depto de Investigación y Serv.	
César	Climáticos	INSIVVMEH
Catalán Julio	Director	ENCA
Cifuentes Rolando	Director de Departamento	Universidad del Valle
Concohá Félix	Jefe del área de capacitación	MAGA
Cordón E. Oscar E.	Coordinador. U.Fomento y D.F.	INAB
Coronado Castillo Fernando	Asesor	MARN
de León Acel	Gerente General	FONAGRO/MAGA
de León Bermúdez Leonel	Jefe de Área	MAGA
Díaz Herrera Jorge	Profesional de Apoyo	MAGA
Ericka Lucero	Asistente Técnico Programa Nac. De Cambio Climático	MAGA
España Boris	Director Ejecutivo	Agrocyt/PARPA/MAGA
Espinoza Cituentes		
Nadia Ariola	Analista cuentas nacionales	Banco de Guatemala
Estuan de Rios Luis	Coordinador UNIDeseq	MARN
Fuentes Carlos		
Enrique	Coordinador UGD	MAGA
Fuentes del Cid Byron		
Otto	Coordinador Proyecto Selva/Maya	CATIE
Gálvez Eliseo	Coordinador Nacional	MAGA/ UEEDICH
García Morales	Coordinador Temático programa cambio climático	MAGA
Bayron		
García Rony		
Adalberto	Técnico Forestal	Boscom-Inab
Gómez Carlos		
Roberto	Coordinador de unidad de cuencas H.	Asoc. Vivamos Mejor
González Arauz Danil	Subcoordinador A. de Proyectos	MAGA
González Figueroa	Especialista en Ciencia y Tecnología	Agrocyt/MAGA

<b>Nombre</b>	<b>Cargo Oficial</b>	<b>Organización</b>
Alex Rolando Herrera Walfred	Catedrático	ENCA
Jacinto Leonel	Coordinador Temático programa cambio climático	FAO
Laparra T. Fredy M.	Director Ejecutivo	PECAS
Larrazábal Luis B.	Director Pro Café	Pro Rural
Lec Rainicio	Gerente	ECOAPOCS
Lee Villela Canton	Asesor	MAGA
López Osvaldo	Producción	ENCA
Lui Grajeda Ada	Profesional en Planificación	MAGA
Maj Carlos	Asesor	MAGA
Maldonado Ana	Administradora de Proyectos	FAO
Mario Felipe	Coordinador	Programa mundial de alimentos
Marroquín César	Experto	Banco de Guatemala
Martínez Herless	Encargado de Planificación, Monitoreo y Evaluación Institucional	INAB
Martínez Rodas		
Romeo	Profesor Asociado	Universidad del Valle
Méndez Rodolmiro	Asesor	MAGA
Menéndez Julio	Profesional en Planificación	MAGA
Montofar J. Rafael		
Alfonso	Encargado de EFA'S	MAGA
Núñez Delia	Analista Planificación Sectorial	SEGEPLAN
Orrego Nery	Gerente General	Cámara de Productos de Leche
Ortiz Luis	Asesor Financiero	MAGA
Pérez Nery	Coordinador Nacional	MAGA
Plimio Rosales Rory	Asesor- Despacho	MARN
Quinilla Mavra	Responsable Emergencias y rehabilitación	FAO
Quintanilla Javier	Asistente de Rec. Didáctico	MAGA
Ramírez Q. Felipe	Técnico Forestal	Boscom-Inab
Ray Luis	Asesor	MAGA
Sánchez García Jorge		
Luis	Catedrático	Universidad Rafael Landívar
Vázquez Jenny	Técnico en vulnerabilidad	MARN
Vega Sergio	Asesor- Despacho	MARN
Véliz Zepeda Rodolfo	Investigador	URL-IARNA

## Anexo II

### LISTA DE PARTICIPANTES TALLER EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA DE GUATEMALA

(Guatemala, 1 de octubre de 2010)

Nombre	Cargo Oficial	Organización
Aguilar Maldonado Rosa María	Coordinador de Medio Ambiente	ANACAFE
Alvarado López Lucia E.	Auxiliar Climatológico	Insiumeh
Alviture Mauricio Sitin	Profesor	ENCA
Castañón Claudio César	Coordinador Depto. De Inv. Y Serv. Climáticos	
Close Eugenia	Investigadora	IDIES/URL
Cruz Arturo	Capacitación y Planificación Local	MAGA
Deya Luis Enrique	Asesor	MAGA
Gómez Q. Carlos Roberto	Coord. Unidad Cuencas H.	Asoc. Vivamos Mejor
Jacinto Leonel	Coordinador de Proyecto	FAO
Lee Villela Canton	Asesor	MAGA
Martínez Herless	Encargado de Planificación, Monitoreo y Evaluación Institucional	INAB
Palma Ana Virginia	Indicadores Salud, Educación, Seguridad Alimentaria	SEGEPLAN
Pineda Pedro	Coordinador de Investigación	URL-IARNA
Quevedo Jerson	Investigador	IARNA-SEGEPLAN
Ramírez Paz Luis Fernando	Coordinador Estaciones Meteorológicas	ANACAFE
Vega Sergio	Asesor- Despacho	MARN
Véliz Zepeda Rodolfo	Investigador	URL-IARNA

#### B. Secretaría

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Sede Subregional en México

Braulio Serna Hidalgo, Jefe Unidad Agrícola  
Diana Ramírez, Unidad Agrícola  
Jorge Mora, Unidad Agrícola

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)

Alfonso de León García, Ministro  
Alfredo de Jesús Orellana, Viceministro de Agricultura y Recursos Naturales

**Anexo III**

**LISTA DE DOCUMENTOS**

**Documento básicos**

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

*Guatemala, Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura (LC/MEX/L.963), junio de 2010.*

*Istmo Centroamericano: Efectos del cambio climático sobre la agricultura (LC/MEX/L.924/Rev.1), 7 de enero de 2010.*

#### Anexo IV

Las metodologías que se emplean para analizar los efectos del cambio climático sobre el sector agropecuario costarricense son dos:

- i) La función de producción, y
- ii) El modelo Ricardiano

La primera permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación a partir de los cuales los efectos pueden ser benéficos o perjudiciales. Dentro de sus limitaciones están que puede sobrestimar los efectos negativos del clima y que no considera posibles adaptaciones al cambio climático. Por su parte, el enfoque Ricardiano tiene entre sus ventajas que permite corregir los posibles sesgos de sobrestimación a través de la función de producción

Por otra parte, permite examinar cómo los agricultores tienen la posibilidad de responder a futuros cambios en el clima mediante la búsqueda de una mayor renta de la tierra. Entre sus desventajas se tiene que no permite conocer los efectos sobre cultivos específicos ni permite identificar umbrales a partir de los cuales el clima puede afectar positiva o negativamente.

En el siguiente cuadro se describen las ventajas y limitaciones de estas dos herramientas.

#### CUADRO VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN Y EL ENFOQUE RICARDIANO EN LOS ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA AGRICULTURA

	Ventajas	Limitaciones
Función de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Permite analizar efectos sobre cultivos específicos.</li> <li>➤ Permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación a partir de los cuales los efectos pueden ser benéficos o perjudiciales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Puede sobrestimar los efectos negativos del clima.</li> <li>➤ No considera posibles adaptaciones como la sustitución de insumos, la introducción de diferentes actividades, cambios en precios y otras adaptaciones potenciales a climas distintos, entre otras.</li> <li>➤ Puede generar problemas de colinealidad en las estimaciones.</li> </ul>
Enfoque Ricardiano	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Considera los impactos directos del clima en los diferentes cultivos, así como la sustitución de diferentes insumos, la introducción de diferentes actividades y otras adaptaciones potenciales a climas distintos.</li> <li>➤ Los sesgos de estimación pueden ser menores que en las funciones de producción.</li> <li>➤ Permite analizar cómo los agricultores pueden responder a futuros cambios en el clima mediante la búsqueda de una mayor renta de la tierra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No permite analizar efectos sobre cultivos específicos.</li> <li>➤ No permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación a partir de los cuales los efectos pueden ser benéficos o perjudiciales.</li> <li>➤ No incluye medidas, por parte de los productores, respecto al costo de adaptación al cambio climático.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.