

Emisión de Gases de Efecto Invernadero del Cultivo de Arroz en Honduras, para el 2000.

Luis Osipovich Gamarra

ZAMORANO
Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente
Diciembre, 2005

ZAMORANO
Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente

Emisión de Gases de Efecto Invernadero del Cultivo de Arroz en Honduras, para el 2000.

Tesis presentada como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero en Desarrollo
Socioeconómico y Ambiente.

Presentado por:

Luis Osipovich Gamarra

Honduras
Diciembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reserva el derecho de autor.

Luis Osipovich Gamarra

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

Emisión de Gases de Efecto Invernadero del Cultivo de Arroz en Honduras, para el 2000.

Presentado por:

Luis Osipovich Gamarra

Aprobado:

Mily Cortez, Dra.
Asesora Principal

Mayra Falck, M. Sc.
Directora de la Carrera Desarrollo
Socioeconómico y Ambiente

Mirza Osiris Castro, M. Sc.
Asesora

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth Hoadley, D.B.A
Rector

DEDICATORIA

A mis padres Alejandro Osipovich, Juana Gamarra y mi hermana Mirta Noelia Osipovich, que fueron de gran apoyo en todo momento de mi vida de estudio. Muchas gracias y que Dios los bendiga siempre.

A mi Señor Jesucristo por entregar su vida por todos nosotros y llenarme de bendiciones cada día, te doy gracias dedicándote mi vida entera.

AGRADECIMIENTOS

A la Oficina de Cambio Climático en la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente por su apoyo directo e indirecto en el transcurso de la pasantía externa y todo lo referente a la realización de esta investigación.

A la Agenda Forestal de Honduras y todo el personal que trabaja en dicho lugar por otorgarme el apoyo necesario en el transcurso de la pasantía.

Al Fondo PAPA, Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE), y a la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) por financiar mis estudios durante los cuatros años de carrera.

RESUMEN

Osipovich, Luis 2005. Emisión de Gases de Efecto Invernadero del Cultivo de Arroz en Honduras, para el 2000. Proyecto de graduación de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 51p.

Los niveles de los denominados GEI's están aumentando considerablemente, esto debido, según estudios, a las actividades antropogénicas. Este aumento genera fluctuaciones en el mecanismo de Efecto Invernadero, lo que aumenta la temperatura global del planeta. El IPCC es el organismo encargado de plantear y formular los escenarios sobre el cambio climático y con el Protocolo de Kyoto establecen las alternativas de reducción de gases causantes del calentamiento. Honduras firmó el CMNUCC el 29 de julio de 1995, luego ratificó el Protocolo de Kyoto lo que obliga al país a presentar en forma periódica informes sobre el nivel de GEI's (cada 5 años). Uno de los gases importantes en el efecto invernadero es el CH₄, con un efecto de aproximadamente 25 veces mayor que el CO₂. El cultivo del arroz genera grandes cantidades de metano a nivel global, en especial el sistema anegado. En Honduras este cultivo generó en el año 1995 el 1% del total de las emisiones del sector agrícola en metano (1,300 t). Para el año 2000 las emisiones se calcularon con los datos del INE y con apoyo de entrevistas a técnicos y productores del campo. Se utilizaron las Metodologías proporcionadas por el IPCC, cuyas fórmulas están establecidas de acuerdo a las condiciones del país (No Anexo I). Los cálculos fueron realizados con relación a las emisiones CH₄ en los sistemas de cultivo (anegado y seco) y las emisiones de N₂O, NO_x, CO y CH₄ en las quemaduras de los residuos del arroz, en todo el territorio de Honduras. Se comprobó que, a pesar de que el nivel de detalle mejoró para el trabajo del 2000, los resultados del estudio de 1995 y el 2000 fueron similares, diferenciándose sólo por el número de hectáreas sembradas. Para el año 2000 se estimaron el total de emisiones equivalentes a CO₂ en 594.15 toneladas.

Palabras claves: IPCC, Protocolo de Kyoto, Gases de Efecto Invernaderos, Cultivo del arroz, Efecto Invernadero, Cambio Climático.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	v
RESUMEN	vi
CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	1
1.2 LÍMITES DEL ESTUDIO	2
1.3 OBJETIVOS	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 EL EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	4
2.2 ANTECEDENTES DE LA CMNUCC Y EL PROTOCOLO DE KYOTO.....	8
2.3 MECANISMOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI's	9
2.3.1 Implementación Conjunta	9
2.3.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio.....	9
2.3.3 Comercio de derechos de emisión.....	10
2.4 HONDURAS Y LA CONVENCIÓN. OBLIGACIONES Y OPORTUNIDADES.....	10
2.5 CULTIVO DEL ARROZ Y EL EFECTO INVERNADERO	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 BÚSQUEDA Y OBTENCIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS	15
3.2 CONSULTAS A TÉCNICOS Y PRODUCTORES	17
3.3 CÁLCULOS CON LAS METODOLOGÍAS IPCC	18
3.3.1 Emisión por sistemas de cultivo	18
3.3.2 Emisión por quemas de residuos agrícolas.....	19
3.3.3 Cálculos para conversión de los GEI's a CO ₂ equivalentes.....	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1 CÁLCULOS DE EMISIONES DE CH ₄ (METANO) POR SISTEMAS DE CULTIVO.....	22
4.2 CÁLCULOS DE EMISIONES POR QUEMAS DE RASTROJOS DEL ARROZ	25
4.3 EMISIONES EQUIVALENTES A DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	27
5. CONCLUSIONES	28
6. RECOMENDACIONES	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Acción relativa y contribución real de los GEI's.	6
Tabla 2. Emisión de metano en Gg y t Año 2000	22
Tabla 3. Datos comparativos de emisiones Totales de metano según sistema de cultivo entre los años 1995 y 2000.	23
Tabla 4. Emisión de metano en t/ha para el año 1995 y 2000.....	23
Tabla 5. Emisión en t/ha de CH ₄ en los países de Honduras, Argentina, Uruguay y Brasil.....	24
Tabla 6. Diferencia entre las emisiones de Metano del cultivo de arroz con Honduras y otros países.	24
Tabla 7. Emisión procedente de las quemas de residuos del arroz. Año 2000.....	25
Tabla 8. Emisión por quemas de residuos. Año 1995 y 2000.	26
Tabla 9. Emisión de GEI's del cultivo arroz equivalentes a CO ₂	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyección de GEI's para el 2050.....	6
Figura 2. La dinámica del Efecto Invernadero.	8
Figura 3. Distribución de la producción Mundial del arroz.	12
Figura 4. Distribución del cultivo de arroz por Región en Honduras	14
Figura 5. Distribución de las emisiones por quemas de los residuos. Para el 2000.	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 .Factor de emisión integrado definido para varios países del mundo.....	35
Anexo 2. Lista de países Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas.	36
Anexo 3. Lista de países No Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas.	37
Anexo 4. Datos obtenidos del INE para el año 2000.	39
Anexo 5. Cultivo del arroz según las Regiones de Honduras. Año 2000.	40
Anexo 6. Cuadros y valores utilizados en los cálculos de las emisiones de quemas de los residuos.....	41
Anexo 7. Emisión de metano por sistema de cultivo	44
Anexo 8. Cálculos de emisión de GEI's por quemas de residuos del arroz.....	45
Anexo 9. Factores de Escala por defecto proporcionado por el IPCC de acuerdo a los regímenes de agua.	47
Anexo 10. Resultado de la encuesta utilizada para obtener alguna información de los productores del Bajo Aguan.	48
Anexo 11. Cálculo del porcentaje de quemas de los rastrojos en el arroz	50
Anexo 12. Símbolos y Abreviaturas.....	51

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los problemas ambientales que la humanidad está afrontando en este siglo. A pesar de esta aseveración, los fundamentos sobre el cambio climático por acción antropogénica todavía tienen divergencias. La voz autorizada es sin duda el IPCC que tiene su postura fija:

- La temperatura está aumentando, pero este aumento no es lo que se esperaría según los ciclos naturales de las variaciones climáticas a nivel global.
- Estudios han determinado que los cambios en el clima son cada vez más indiscutibles y apuntan directamente a las actividades del hombre.
- Las consecuencias sólo se manejan a grandes rasgos. Se mencionan como; las disminuciones del recurso hídrico, pérdida de tierras para agricultura, sequías y lluvias torrenciales en algunas zonas, erosión, salinización en áreas costeras, aumento de enfermedades, grandes pérdidas económicas, etc.

Se ha estimado que los gases causantes del cambio climático son: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM), y los CFCs (Compuestos Cloro- Fluoro-carbonos). En cuanto a uno de los gases de mayor influencia en el cambio climático, está el CO₂ que en los años 1750 las concentraciones en la atmósfera eran del 280 partes por millón (ppm), pero en el año 1950 se determinó que estaba a 370 ppm.

Honduras constituye un país No Anexo I, por eso no está obligado a reducir sus emisiones, pero si tiene que presentar la evolución de la emisión de Gases de Efecto Invernadero en sus diferentes sectores. En este estudio se toma solamente el cultivo del arroz que corresponde al sector de Agricultura, cuantificando las emisiones de uno de los principales GEI's, el metano. Además se estiman las emisiones por las quemaduras de los rastrojos que se producen en el cultivo del arroz por parte de los productores. El estudio constituirá parte del Segundo Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Honduras para el 2000.

1.1 JUSTIFICACIÓN

La CMNUCC establece una reducción en el primer periodo de compromisos (2008-2012) de los países desarrollados o Anexo I en un 5,2% como media respecto al nivel de 1990 en los Gases de Efecto Invernadero, definiéndose mecanismos de apoyo como: IC (Implementación Conjunta), MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) y Comercio de Derechos de emisión. Honduras firmó el CMNUCC y fue ratificado por el Soberano Congreso Nacional en el Decreto No.26-95 del 29 de julio de 1995 (SERNA, 1995).

Los países no Anexo I o países en vías de desarrollo, no están obligados a reducir sus emisiones con base al año 1990. De cualquier modo la CMNUCC ha establecido algunas reglamentaciones que deben ser cumplidas al ratificar el convenio, tanto por los países Anexo I como los no Anexo I (CMNUCC, 2000):

- Presentar información sobre la cantidad de gases de efecto invernadero que produce el país, así como los sumideros nacionales. Aplicación de programas para mitigación y adaptación al cambio climático.
- Fortalecer la investigación científica y técnica, la observación permanente del cambio climático, así como fomentar la utilización de tecnologías limpias.
- Promover programas educativos y fomentar la conciencia del público acerca del cambio climático y sus efectos.
- Elaboración de una Comunicación Nacional que debe contener el inventario de los principales gases de efecto invernadero, además de las medidas para la aplicación de La Convención.

Con el cumplimiento de estas reglamentaciones, Honduras tiene acceso a negociar bonos de carbono, bajo el esquema de MDL. Uno de los puntos claves en el reglamento es la elaboración de inventarios, de acuerdo al documento de La SERNA, Honduras realizó un Inventario de Gases de Efecto Invernadero tomando como base el año 1995, ya que se contaba con más información de este período. La información fue proporcionada por instituciones nacionales encargadas de generar las estadísticas anuales del país como son el INE y el BCH. Los sectores considerados en el primer INGEI fueron: Energía, Procesos Industriales, Agrícola, Cambio en el Uso de Tierra y Silvicultura y Manejo de desechos sólidos. Los gases incluidos fueron: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), óxidos de nitrógeno (NO_x) y los Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM).

Honduras, en consecuencia con los requerimientos del reglamento, debe realizar nuevos inventarios cada cinco años, el país actualmente prepara el segundo inventario para el año 2000. El presente estudio pretende contribuir a las obligaciones que tiene Honduras, con la realización de una porción de este segundo inventario: el inventario de emisiones en el cultivo de arroz. En el primer inventario este cultivo fue considerado como relevante en lo que se refiere a generación de gases (1% en el sector agrícola), pero con un alto índice de incertidumbre. Este estudio busca reducir la incertidumbre sobre los datos de generación de GEI's en el cultivo del arroz, perteneciente al sector agrícola. Con la información del inventario para el 2000 se establecerá si el arroz sigue siendo de importancia para el país para posteriores cálculos de emisiones de GEI's.

1.2 LÍMITES DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en el cultivo del arroz de todo el territorio nacional, con los sistemas de cultivo que se manejan en el país (anegado y seco). Los datos provienen de instituciones nacionales encargadas de generar información estadística del país, como el INE y directamente de los productores y técnicos para disminuir la incertidumbre. Los datos recolectados se usaron para cuantificar las emisiones de CH_4 (metano) en los diferentes sistemas de cultivo, además de cuantificar las emisiones de

CH₄ (metano), N₂O (óxido nitroso), NO_x (óxidos de nitrógeno), CO (monóxido de carbono) en las quemaduras de los residuos del cultivo del arroz.

1.3 OBJETIVOS

General

Determinar las emisiones de gases de efecto invernadero en el cultivo de arroz del Sector Agrícola de Honduras para el año 2000.

Específicos:

Con base en el año 2000 se espera:

- Determinar zonas arroceras de Honduras.
- Cuantificar la superficie sembrada de arroz en los ciclos de primera y postrera.
- Clasificar el cultivo de arroz según los dos tipos de siembra: anegado y seco.
- Determinar el uso de fertilizantes orgánicos o inorgánicos en los cultivos.
- Cuantificar las emisiones de CH₄ en los diferentes sistemas de cultivo de arroz, además de N₂O, NO_x, CO y CH₄ en la quema de residuos, todos procedentes de la producción de arroz.
- Comparar y analizar las diferencias de los resultados obtenidos en el estudio con año base 1995 y el 2000.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Las emisiones de GEI's de estos tiempos afectarán el calentamiento dentro de 30 a 50 años. Hoy en día estamos sintiendo las temperaturas relacionadas con las emisiones que se tuvieron en los años 1960, cuando las emisiones eran mucho menores. Según estudios, las emisiones de hoy tendrán sus efectos en la atmósfera entre los años 2040-2050 (Ecoportal, 2004). En este apartado se toman en cuenta cinco puntos principales de este estudio: Efecto Invernadero y el Cambio Climático; Antecedentes de la CMNUCC y El Protocolo de Kyoto; Los Mecanismos de reducción de emisiones de GEI's, Honduras y la Convención, Obligaciones y las Oportunidades, además del cultivo de arroz y su importancia como emisor de GEI's.

2.1 EL EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

El Efecto Invernadero es la retención de la energía solar en la parte inferior de la atmósfera, debido a su absorción por parte de las nubes y otros gases. La radiación solar visible (onda de baja longitud) atraviesa la atmósfera calentando la superficie terrestre, la cual posteriormente emite ondas como radiación térmica (onda de alta longitud e infrarroja), que son retenidos por los gases denominados GEI's. La cantidad de estos gases tiene influencia en la retención de emisiones de radiación térmica y por ende, en las temperaturas globales de la tierra, por eso un aumento de los GEI's provoca un aumento en la temperatura global (FAO, 1999).

Entre los planetas del sistema solar, otro que presenta un efecto invernadero similar al de la tierra es Venus, pero este efecto es más intenso debido a la composición de su atmósfera y la densidad que presenta, contiene 96% de CO₂. En estas condiciones las temperaturas de Venus llegan a 460° Celsius. El estudio "Efecto Invernadero Desbocado en el Trópico" desató las primeras señales de alarma sobre un problema similar en la Tierra, considerando la gran cantidad de dióxido de carbono y vapor de agua emitida y la similitud de ambos planetas (Fisicanet, 2002).

El proceso del Efecto Invernadero es clave para la conservación de la vida, el mismo mantiene la temperatura de la Tierra a un nivel adecuado para su desarrollo. Gracias al efecto invernadero la temperatura promedio de la Tierra es de 18° Celsius, sin el mismo rondaría por los -20° Celsius (Iberdrola, 2000). El sol constituye uno de los componentes importantes del Efecto Invernadero, ya que con la luz permite que se genere el sistema de calentamiento de la tierra y que el calor o radiación de onda larga emitidos por la superficie terrestre sean absorbidos por los gases de efecto invernadero. A pesar de existir millones de estrellas en la galaxia, el sol es la única estrella cercana de donde se obtiene toda la energía requerida para el planeta (Sánchez, 2000).

Los gases causantes de este efecto retienen el calor del sol cerca de la superficie de suelo. El sol contribuye a la formación de GEI's a través de la evaporación del agua superficial y la formación de nubes, luego el vapor regresa a la tierra en forma de lluvia. El sol también favorece la disminución de GEI's a través del crecimiento de las plantas: la fotosíntesis un proceso bastante complejo que mantiene en equilibrio los distintos gases en el aire (Greenpeace, 2001). El gran avance en la economía rompe este equilibrio natural, con el aumento del consumo de los recursos naturales, ya sea carbón, petróleo, o gas natural; adicionalmente se acrecentó la extracción de agua y otros recursos. Estos son necesarios para hacer funcionar cantidades enormes de automóviles, motores, alumbrar ciudades, calentar hogares, etc. Todas estas actividades son los causantes del desequilibrio en el efecto invernadero por acabar los recursos naturales que sirven como sumideros de carbono y producir grandes cantidades de dióxido de carbono, metano y otros gases que aumentan la absorción de radiaciones térmicas y por tanto la temperatura terrestre tiende a aumentar (USIS, 1998).

La economía y el nivel de vida entre los países denominados Desarrollados y aquellos en desarrollo tienen grandes diferencias, inclusive las emisiones per cápita de GEI's son ampliamente desiguales. Tal es el caso de Estados Unidos con aproximadamente 300 millones de habitantes, donde las emisiones de CO₂ por persona son de 19.53 toneladas, en cambio en India con mil millones de habitantes corresponde a 0.87 toneladas per cápita. A pesar de que estos dos países aportan grandes porcentaje de las emisiones mundiales, solamente Estados Unidos estaría obligado a reducir sus emisiones, por lo que es un país desarrollado y su contribución mundial al calentamiento que es aproximadamente el 25% (WRI, 1996).

A pesar de que los GEI's constituyen nada más el 1% de la atmósfera, son como un tejado cerrado de vidrio de un invernadero. Un aumento sustancial de estos gases puede causar problemas en el nivel de temperatura global de la tierra. Se estima que el CH₄ en los próximos 100 años puede llegar a considerarse uno de los gases de mayor influencia, ya que a largo plazo tiene un efecto aproximadamente de 25 veces mayor que el CO₂. El CH₄ no es el gas de efecto invernadero con mayor acción relativa, pero sí es el que combina una acción relativa alta con una elevada contribución real, tendiente a aumentar. La gráfica "Proyección de GEI's para 2050" presenta la contribución de los gases de efecto invernadero hasta el 2050, obsérvese la importancia de la contribución para este periodo que presenta el metano (Radillo, 2000).

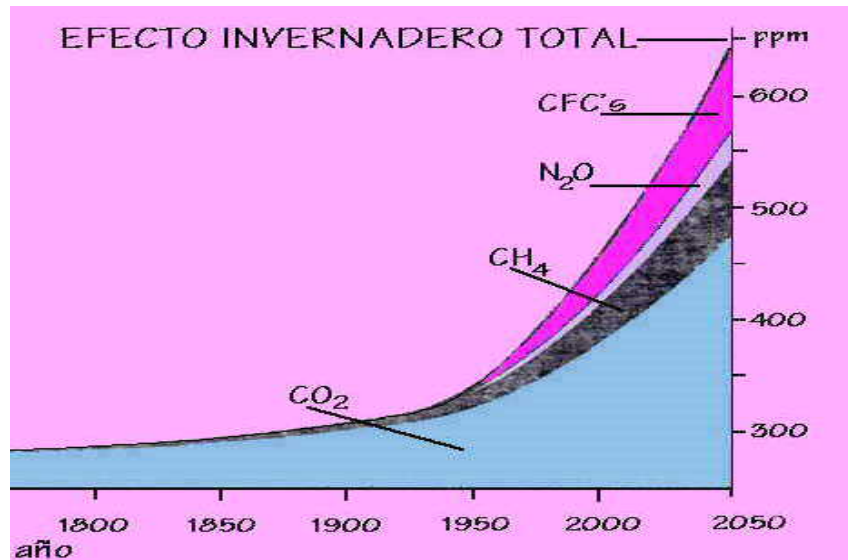


Figura 1. Proyección de GEI's para el 2050 (Radillo, 2000)

En la Figura 1 se observa la tendencia que tienen los GEI's, en especial el CH₄, N₂O y los CFC's los cuales experimentan un alza importante desde 1850, siguiendo este ritmo para el 2050 estos gases constituirán un importante causante del calentamiento global, además es importante recordar que estos tienen un efecto mayor que el propio CO₂. Los GEI's tienen una Acción relativa que constituye el potencial de causar daño en el ambiente (referente al cambio climático). La contribución real expone el porcentaje de contribución global que tienen los gases, sin duda el CO₂ (dióxido de carbono) es uno de los gases que contribuye en mayor porcentaje al efecto invernadero. De referencia se toma al CO₂ más que todo por la cantidad enorme que se encuentra en el ambiente. A continuación se citan los gases de efecto invernadero con sus respectivas acciones y contribuciones:

Tabla 1. Acción relativa y contribución real de los GEI's.

Gas	Acción relativa	Contribución real
CO ₂	1 (referencia)	76%
CFCs	15,000	5%
CH ₄	25	13%
N ₂ O	230	6%

Fuente: Esi.Unav. 2002.

Como se puede observar los CFC's tienen una acción relativa muy alta comparada con los demás gases, pero dada su baja presencia o poca contribución real no es el GEI's de mayor importancia en estos momentos. Por otro lado el metano representa una fuerte amenaza tendiente a aumentar su acción relativa.

Greenpeace (2000) enfatiza que la principal consecuencia del efecto invernadero es el cambio climático y sus efectos se pueden sentir de diferentes maneras:

- Aumento de la temperatura media del planeta (0.5° C - 5° C)

- Aumento de sequías en unas zonas e inundaciones en otras.
- Mayor frecuencia en formación de huracanes.
- Deshielo continuo de los casquetes polares, con la consiguiente subida de los niveles de los océanos y pérdida de las reservas de agua dulce del planeta.
- Variaciones continuas en el régimen de precipitaciones a nivel planetario. Lloverá menos días, pero más torrenciales, aumentará los días calurosos (olas de calor).

Los cambios en la temperatura ya han tenido algunos impactos (físicos y biológicos) y existen evidencias mayores que en estos últimos años el calentamiento es afectado directamente por las actividades antropogénicas (Greenpeace, 1996). Erosión de las costas, incremento de la salinidad, mortandad de los arrecifes de coral, aumento de la desertificación, ecosistemas forestales dañados y la manifestación más frecuente de enfermedades son otras de las consecuencias del cambio climático (IPCC, 2000). Las condiciones de salud sin dudas se verán afectadas, en especial en los países pobres, ya que el acceso a los servicios básicos, como centros de salud y agua potable son muy deficientes, todo esto se verá acrecentado por los problemas de malaria, dengue, encefalitis transmitida por mosquitos, cólera, etc. (INA, 2001).

Los ingresos por el turismo serán afectados, ya que algunos sitios como los de esquí, interrumpirán sus actividades por el aumento de las temperaturas y por la disminución de nieve, acabando el turismo invernal en algunas zonas del mundo. Las olas de calor tendrán un mayor impacto en la población urbana, en especial a las personas mayores de edad o aquellas que padecen de alguna enfermedad. Al contrario con los inviernos más cortos, el uso de los sistemas de calefacción se verán reducidos, pero los sistemas de refrigeración tenderían a aumentarse (INA, 2001). El calentamiento global puede traer grandes consecuencias negativas en las económicas, en el aspecto social y ambiental, en especial en aquellos países en desarrollo (Econosur, 2001).

Las tecnologías energéticas que tengan baja emisión de GEI's pueden constituir alternativas a los actuales sistemas energéticos que son deficientes y contaminantes, por eso el uso de tecnologías limpias es indispensable para esta lucha. Es importante además reducir las incertidumbres generadas por muchos científicos de renombre que son guiados por sectores que se oponen a la afirmación del cambio en el clima global, todo por intereses comunes (Greenpeace, 2000). La dinámica del efecto invernadero se presenta a continuación:

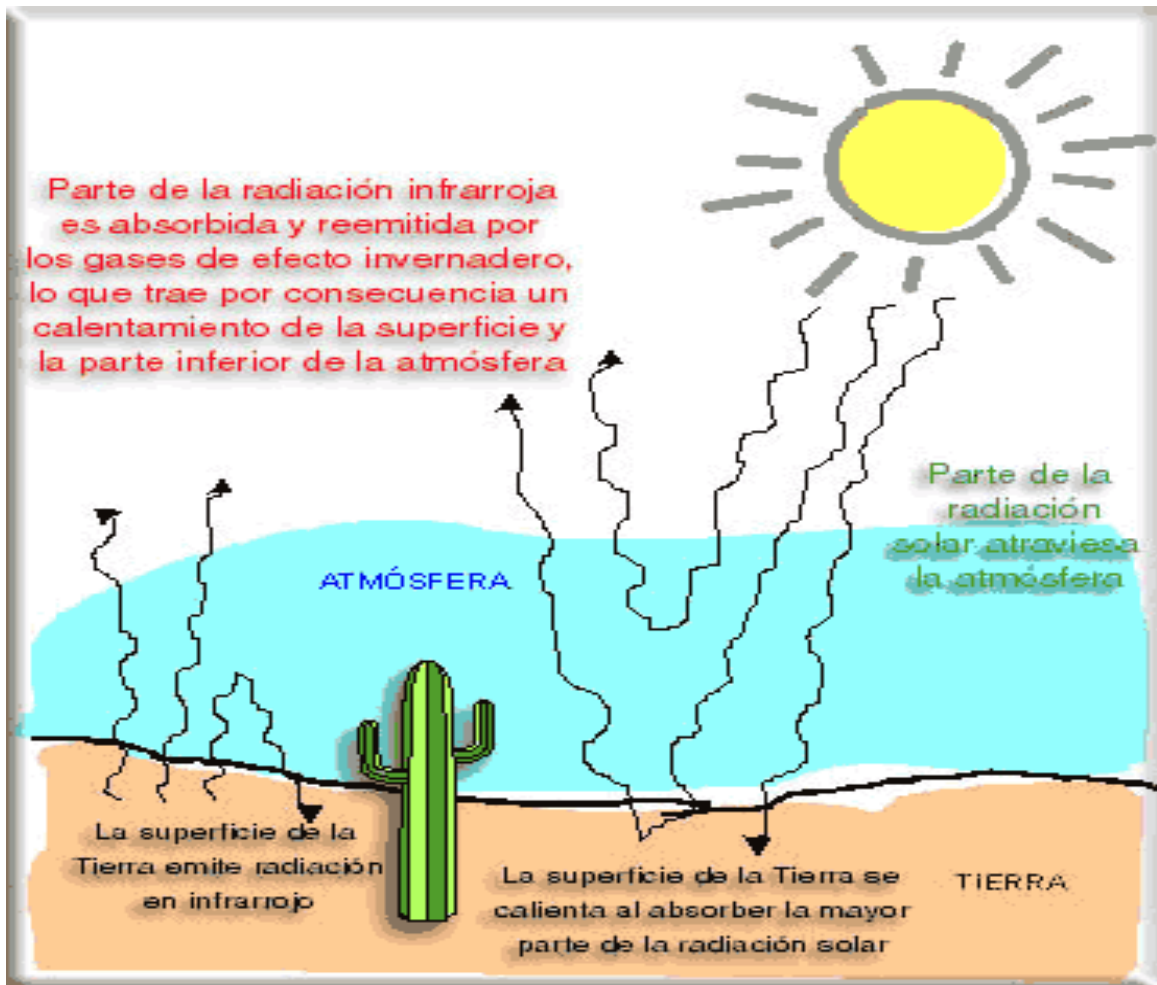


Figura 2. La dinámica del Efecto Invernadero (CONAMA, 1998).

2.2 ANTECEDENTES DE LA CMNUCC Y EL PROTOCOLO DE KYOTO

El IPCC es el organismo encargado de asesorar a los países en el tema de los GEI's y el cambio climático. El IPCC reúne datos climáticos, los impactos, mitigación y adaptación referentes al planeta tierra. Cuenta con unos 3,000 expertos de 150 países y se estableció en 1988 por las Naciones Unidas para realizar estudios sobre el cambio climático y contribuir a la toma de decisiones de los políticos. Los expertos se dividen en tres grupos: el primero revisa la última información científica sobre cambio climático; el grupo dos sobre los impactos, mitigación y las adaptaciones respectivas; y el grupo tres está encargado de las políticas sobre cambio climático, para responder de la mejor manera y con eficiencia al uso de los recursos económicos (Greenpeace, 2000)

La CMNUCC nació de la cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 y entró en vigor en 1994. En total 188 países son miembros, los cuales convinieron en Kyoto el Protocolo de la convención, el cual lleva el nombre de esta ciudad de Japón (Kyoto). En Diciembre de 1997, La Cumbre de Kyoto terminó con la adopción de una alternativa para luchar con las grandes emisiones de GEI's a nivel global. Este consiste en la reducción de seis gases: CO₂ (Dióxido de Carbono), CH₄ (Metano), N₂O (Óxido Nitroso), compuestos perfluorocarbonados (PFC), compuestos hidrofurocarbonados

(HFC) y hexafluoruro de azufre. Los tres primeros gases toman como línea base para la reducción de las emisiones de GEI's el año 1990 y los otros tres toman el año 1995. El Protocolo implica que los países industrializados que ratificaron el Protocolo de Kyoto deben reducir un 5.2% de las emisiones de estos gases, en relación con la línea base. Por el año de ratificación del Protocolo, la reducción debe darse entre el 2008 y 2012. Los porcentajes y reducción por país son: un 8% para el conjunto de la Unión Europea, un 7% para EEUU y un 6% para Japón. Ucrania, la Federación Rusa y Nueva Zelanda se comprometieron a mantener sus emisiones con base al año 1990.

2.3 MECANISMOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI's

El Protocolo dispone de la división de los países en dos grupos (o anexos): Países de Anexo I y Los Países No Anexo I. Los Anexo I son los considerados países industrializados; y los No Anexo I, en vías de desarrollo (ver Anexo 2 y 3). Para los inicios, el Protocolo no establece obligaciones para los países No Anexo I, dadas sus reducidas emisiones por habitante, al igual ocurre con China, India y Brasil, pese a ser grandes potencias contaminadoras. Los países que constituyen el Anexo I (20% de la población global) son responsables del 60% de las emisiones actuales de GEI's (La Insignia, 2002). A partir de la ratificación del Protocolo de Kyoto, los países firmantes (menos Estados Unidos y Australia que no han ratificado todavía el Protocolo) están obligados a disminuir sus emisiones, según las cantidades mencionadas anteriormente (Greenpace, 2000).

Sobre las propuestas de reducción, las mismas se basan en que el cambio climático afecta a nivel global, por eso debe combatirse a este nivel. Según esta perspectiva y con relación al tema económico, es mejor reducir emisiones donde los costos son menores, por eso los países desarrollados (Anexo I) pueden implantar tecnologías limpias en aquellos países donde la eficiencia es baja. A continuación se describen los mecanismos específicos a ser implementados por los integrantes del protocolo:

2.3.1 Implementación Conjunta (IC)

Esta es válida solo entre países Anexo I y define que un país Anexo I puede invertir en otro país del mismo anexo con proyectos que reduzcan las emisiones de GEI's. Los beneficios que recibe el país inversor son certificados de reducción de emisiones a un precio menor del que le habría costado en su país de origen. Esto debido a las condiciones favorables que puede tener un país receptor en su economía (INE, 2000).

2.3.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Este es el caso de un país desarrollado que invierte en otro país en vías de desarrollo, con proyectos de desarrollo limpio. El país inversor recibe certificados que la compañía puede intercambiar por derechos de emisión en el país proveniente del mismo o en otros países en los que la compañía trabaja.

Ejemplo:

Una empresa proveniente de un país Anexo I puede cambiar el funcionamiento de una central Termoeléctrica que opera en Suramérica y hacerlo de ciclo combinado para poder reducir sus emisiones. Pondremos el caso de esto ayude a reducir las emisiones en 100 toneladas de CO₂. Luego de constatar la reducción con la ayuda de autoridades competentes (autoridad ambiental local y un auditor ambiental independiente), lo presenta a la unidad de Cambio Climático de las Naciones Unidas para que sea aprobado como un proyecto MDL. Este Organismo emite un certificado por la cantidad de gases reducidos, conocidas como “Emission Reduction Unit” (ERU). La empresa utiliza este certificado en su país para cumplir sus objetivos en las reducciones de GEI’s. En cambio el país receptor utiliza esta cantidad reducida por el proyecto MDL, para cuantificarlo en las reducciones de los inventarios nacionales de GEI’s. Otra manera para cumplir con este método es que las empresas pueden aportar al Banco Mundial, el cual invierte en proyectos con tecnología limpia en un país en vías de desarrollo, obteniendo sus respectivos certificados de reducción (Miliarium, 2001).

2.3.3 Comercio de derechos de emisión

Aquellos países o empresas que logren emitir por debajo del límite impuesto por el Protocolo, pueden comercializar su excedente de “derechos de emisión” con aquellos que excedan sus emisiones de GEI’s. Está establecido que el 1 de enero de 2008 se hará la apertura oficial de este mercado. A pesar de esta fecha, en la Unión Europea el 1 de enero de 2005 a través del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones inició este sistema económico del cambio climático, creando así un nuevo activo y un mercado financiero relacionado a los GEI’s (IETA, 2005). Las cifras que se manejan por toneladas de captura de CO₂ oscilan entre 3 y 13 dólares.

2.4 HONDURAS Y LA CONVENCION. OBLIGACIONES Y OPORTUNIDADES

Al ratificar el protocolo de Kyoto, uno de los primeros compromisos que adquirió Honduras fue la presentación de la Primera Comunicación a la CMNUCC, para lo cual el GEF proporcionó los fondos necesarios. El insumo primordial para realizar la Comunicación es la realización de un inventario de GEI’s. Los resultados de la Primera Comunicación con base a los datos año 1995 fueron publicados en Diciembre del 2000 (SERNA, 2000). Otra de las obligaciones que tiene el país es presentar una comunicación cada cinco años, siguiendo con este punto se está trabajando en el segundo inventario de GEI’s del año 2000, para presentar la Segunda comunicación después del 2008. Otros de los compromisos que Honduras tiene son; el de desarrollar programas nacionales y/o regionales para mitigar el Cambio Climático y adaptarse a los potenciales efectos, y promover programas de educación y sensibilización pública acerca del Cambio climático (PHUMA, 2000).

Honduras como país en vías de desarrollo, no está obligado a reducir sus emisiones de GEI’s, caso contrario los países desarrollados deben reducir sus emisiones, quienes además tienen compromisos como la transferencia de tecnología y recursos financieros

a los países como Honduras para costear proyectos MDL y de adaptación al Cambio Climático. La CMNUCC establece una Conferencia de las Partes, que posee el rol de cuerpo supremo y tiene la función de supervisar la implementación de los compromisos adquiridos por los países.

Las oportunidades que Honduras tiene en participar en el mercado financiero de emisiones de GEI's son muy amplias: proyectos de energía limpia, cambios tecnológicos en la industria, sumideros de carbono, entre otros. En cuanto a la venta de bonos de carbono, Honduras tiene un potencial importante y ya se han dado pasos al respecto, por ejemplo lo acordado con Finlandia el 30 de marzo del 2005:

“Finlandia compra a Honduras bonos de carbono”

La Asociación de Pequeños Productores de Energía Renovable (AHPPER) en Honduras, acordó con el gobierno de Finlandia la venta de diez mil toneladas en bonos de carbono por un monto de 546,670.67 euros en un periodo de 12 años (El Heraldo, 2005)

2.5 CULTIVO DEL ARROZ Y EL EFECTO INVERNADERO

El arroz (*Oryza sativa*) es una planta anual, monocotiledónea, adaptado al ambiente acuático, tiene un tejido en el tallo (aerénquima) para la circulación del aire interno de la planta e intercambios gaseosos entre la atmósfera y la rizósfera (FAO, 2004). Durante el tiempo que dura el cultivo de arroz se origina gas metano, esto por la descomposición anaerobia por microorganismos del suelo de la materia orgánica que queda bajo las aguas de anegamiento. El metano (CH₄) se produce mediante la reducción de CO₂ con hidrógeno, esto depende de la cantidad de agentes donadores de hidrógeno y del tipo de suelo. En suelos anegados, el agua desplaza al oxígeno que se encuentra atrapado en los suelos, así los microorganismos metanogénicos descomponen el material orgánico y produce metano (CITMA, 1999)

Todo el proceso de crecimiento del cultivo: la tecnología, la fotosíntesis, la respiración, la temperatura, las concentraciones de oxígeno en el medio (potencial redox), disponibilidad de nutrientes en el suelo (en especial orgánicos), tipo de suelo, condiciones de insolación, etc.; hacen que las emisiones de gases varíen. El gas metano producido en los campos de arroz se incorpora a la atmósfera por transporte difusivo a través de tres vías: por burbujeo en las aguas de los sistemas anegados, por difusión desde las superficies de las zonas de anegamiento y por medio de los tejidos de las plantas durante su crecimiento (aerénquima), considerando al último como el más importante (CITMA, 1999). En condiciones de secano las emisiones de metano son menores, pero es importante mencionar que la descomposición de la materia orgánica se da igual en estas condiciones, pero como el suelo está más aireado, no permite que existan muchos organismos anaeróbicos.

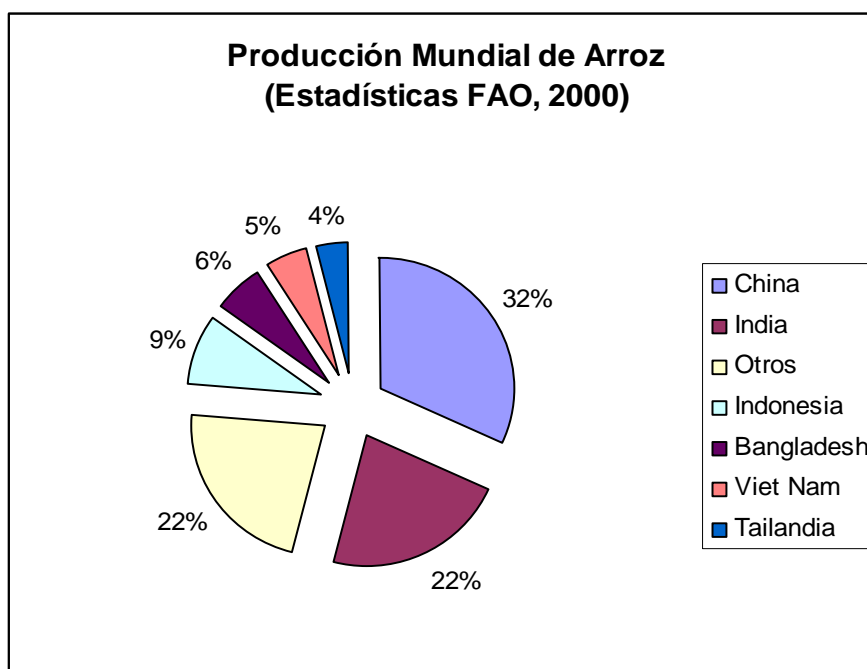


Figura 3. Distribución de la producción Mundial del arroz.

El arroz es uno de los alimentos básicos más importante del mundo, cuatro quintos del arroz mundial se producen y son consumidos por agricultores pequeños de los países de bajos recursos y en vías de desarrollo. El 50% de la población mundial consume arroz como fuente diaria de calorías y carbohidratos. Cada persona consume entre 100-240 kilos de arroz por año (FAO, 2002). En la Figura 3 se presenta la distribución en la producción mundial de arroz, considerando a China e India los mayores productores.

El cultivo de arroz genera muchos residuos después de las cosechas, que en algunos casos no llegan a descomponerse y se forman colchones que impiden la germinación de semillas en la siembra. Para evitar esto los productores han utilizado desde tiempos inmemoriales las quemadas de los residuos, también lo utilizan para el control de algunas plagas y reducción de costos en el uso de maquinarias (Fedearroz, 2002). Estas quemadas producen GEI's, como ser: CH_4 , N_2O , NO_x , CO . Gracias a la conciencia de los productores estas actividades se están reduciendo en Honduras, como también se reduce el uso de fertilizantes al dejar los residuos en el terreno (DICTA, 2003).

De acuerdo a los sistemas de cultivo utilizados en el arroz, el anegado es el principal emisor de CH_4 a nivel mundial. Los mayores productores de arroz son China con aproximadamente el 32% de volumen total de arroz, seguido de los países de India con 22% e Indonesia con el 9% de la producción del mundo. En cuanto a las emisiones de metano provenientes del cultivo del arroz, sin lugar a dudas los asiáticos están teniendo bastantes problemas, ya que pensando en los próximos 25 años las emisiones de metano de este cultivo tendrá gran efecto negativo sobre el cambio climático. Los trabajos para reducir estas emisiones requerirán de usar nuevas tecnologías y sistemas de producción más eficientes (FAO, 2004).

En el caso de Honduras, el arroz ocupa el tercer lugar después de los cultivos del maíz

y el fríjol, teniendo un consumo de 30 libras por persona de arroz oro al año. Para apreciar el impacto de este dato se puede comparar con las 15 libras que consumen en los Estados Unidos, y las más de 500 libras en Vietnam. La demanda interna sigue creciendo, se requieren 1.8 millones de quintales oro para abastecer al mercado nacional, esto equivale a 3 millones de quintales granza aproximadamente (DICTA, 2003). Con estas necesidades, Honduras debe importar de países de Centro América y Estados Unidos para cubrir la demanda interna, generando el escape de grandes cantidades de divisa del país.

En los 80's Honduras contaba con 22,311.2 hectáreas de arroz cultivado, cubriendo gran parte de la demanda del mercado nacional, además todo el avance que se había tenido desde los 70's influyó en gran manera para que los agricultores tomaran la iniciativa de sembrar este cultivo. En los 90's la masiva importación por la baja del arancel, dejó muy mal posicionados a los productores de arroz, algunos endeudados, otros desmotivados decidieron cambiar este cultivo por otros más rentables. (DICTA, 2003). Para 1997 Honduras sembró 16,186.07 hectáreas de arroz, pero en 1999 ya sólo tenía 3,160.5 hectáreas (INE, 1997). Este descenso se debió por que en este periodo el Huracán Mitch golpeó a todo el país, en los diferentes sectores como el social, económico y ambiental. En el año 2000 Honduras sufre un declive importante de la siembra de este cultivo, el mismo que se tuvo en los 90's y que no se pudo levantar para consolidar el lugar que este cultivo merece. Para este periodo se contó con 2,975.05 hectáreas de arroz, de los cuales el 48% de la superficie correspondió a sistemas bajo anegamiento o de regadío.

Desde 1960 al 2000 el cultivo del arroz en Honduras ha tenido vaivenes en la cantidad de superficies sembradas, en rendimientos y en la introducción de nueva tecnología. Con las mejoras tecnológicas, como el uso de fertilizantes y el manejo del cultivo del arroz en sistema anegado, los rendimientos incrementaron considerablemente. En los 80's el país contaba con una cantidad importante de arroz sembrado, cubriendo la mayor parte del mercado interno, pero es importante mencionar que las concentraciones de GEI's para este tiempo posiblemente fueron las más altas en Honduras. En estos momentos el cultivo ocupa una pequeña superficie con relación a la demanda interna de arroz que tiene el país, además las emisiones de gases son relativamente bajas comparado con otros sectores.

En el Figura 4 se puede observar la distribución porcentual de superficie de arroz sembrado en Honduras para el año 2000. Los departamentos según las regiones se especifican en el Anexo 5.

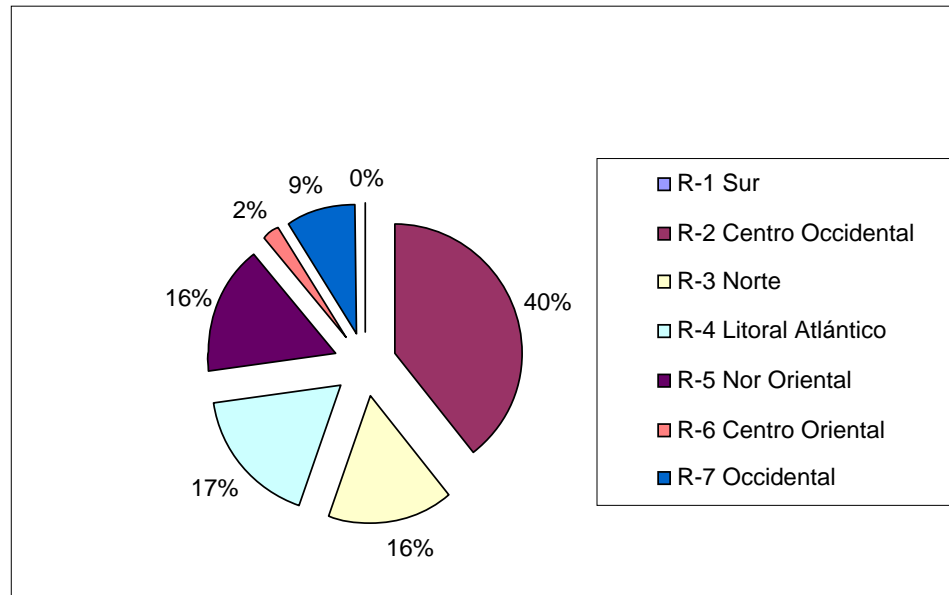


Figura 4. Distribución del cultivo de arroz por Región en Honduras (INE, 2000)

Honduras no cuenta con grandes áreas para establecer sistemas de arroz anegado, esto por la escasez que presenta el recurso agua, además de los altos costos en que se necesita incurrir para montar un sistema de riego. De cualquier modo el país maneja dos sistemas de cultivo de arroz: seco y anegado. En la zona de Comayagua (zona central de Honduras) se cuenta con un alto potencial en el cultivo del arroz, ya que cuenta con la represa del Coyolar que provee agua al Valle de Comayagua, pero en los últimos tiempos se ha tenido serios inconvenientes con la provisión de este elemento tan importante. La gran cantidad de agricultores necesitan de este elemento vital para cultivos que posiblemente sean más rentables que el arroz, como ser: hortalizas y frutas. Esto ha obligado a los productores a mantener sus cultivos de arroz con agua de lluvias y solamente en momentos extremos recurrir a riego por gravedad. De esta forma en Honduras se definen dos sistemas de cultivo de arroz:

- 1- **Sin riego o Secano:** provenientes de campos que nunca resultan anegados en periodos del cultivo de arroz, exclusivamente dependientes de lluvias.
- 2- **Con riego, inundado o anegado:** provenientes de campos que por lo menos en un ciclo del cultivo recibe riego de alguna represa o algún río. Por lo general el periodo de riego o inundado de la parcela es corto y no se mantienen niveles altos de capa de agua sobre el suelo (DICTA, 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Como se menciona en los objetivos, el estudio pretende obtener información suficiente para cuantificar las emisiones de GEI's generadas por el cultivo de arroz y quema de residuos en el año 2000. Para este efecto se utilizó una metodología por etapas, que incluye: Búsqueda y obtención de datos estadísticos, Consulta a técnicos y productores, y los Cálculos con las Metodologías del IPCC (cálculos de las emisiones por sistema de cultivo y por las quemas de residuos agrícolas). Las Fórmulas utilizadas en este trabajo son las propuestas por el IPCC para los países que, como Honduras, no cuentan con factores de emisión (Directrices IPCC, 1996). La información es comparable a la del año 1995, ya que una metodología similar fue utilizada por expertos que realizaron el "Inventario de Emisiones y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero de Honduras 1995". Es importante recalcar que en el estudio de 1995 hubo poca o ninguna integración de los datos de organizaciones y productores lo que posiblemente disminuyó la exactitud de los resultados.

La búsqueda y obtención de datos estadísticos pretende abarcar una mayor cantidad de instituciones y organizaciones con documentos referentes a la producción de arroz en el año 2000. La Consulta a Técnicos y Productores pretende confirmar los registros recopilados mediante la obtención de información directa con los encargados de las zonas productoras de arroz y los agricultores que viven cada momento la realidad de este cultivo. La metodología propuesta por el IPCC aporta las fórmulas establecidas para calcular las emisiones del gas metano por los diferentes sistemas de cultivo y las emisiones de los gases provenientes de las quemas de residuos agrícolas del arroz. La información obtenida en las primeras dos etapas se usa para calcular las emisiones con la Metodología del IPCC.

3.1 BÚSQUEDA Y OBTENCIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS

El primer paso para el presente estudio fue la búsqueda y obtención de datos estadísticos, orientado a cumplir con los cuatro primeros objetivos específicos: determinar las zonas arroceras para el año 2000, cuantificar la superficie de los ciclos primera y postrera, clasificar en sistemas anegado y seco, además de determinar el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el cultivo del arroz. Adicionalmente la información recopilada en esta sección es básica para calcular las emisiones generadas por el cultivo de arroz, con el apoyo de la metodología del IPCC. En este contexto los datos que se buscaron fueron los siguientes:

- Producción de arroz por cada departamento en Honduras para el año 2000.
- Superficie sembrado de acuerdo al sistema de cultivo; seco o anegado por cada departamento.
- Rendimiento del cultivo en cada uno de los departamentos.

- Uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en los cultivos de arroz en cada departamento.

Ante la necesidad de contar con datos que provengan de una fuente responsable, se hicieron averiguaciones sobre los organismos que cuenten con información relevante, las mismas se citan a continuación con la descripción de cada uno y sus aportes:

Instituto Nacional de Estadística (INE): fue creado bajo decreto No. 86-2000 para que se pueda mejorar y modernizar los sistemas de información de estadística y así lograr decisiones más acertadas en los entes gubernamentales y no gubernamentales. El organismo tiene objetivos de proveer estadísticas oportunas y confiables, organizar el Sistema Estadístico Nacional (SEN), y promover y desarrollar la cultura estadística del país. El INE es una institución técnica y apolítica que trabaja con seriedad, confiabilidad y oportunidad, fundamentando su información en investigaciones de campo tales como censos y encuestas (INE, 2001). En este organismo se encuentra registrada:

- Producción y rendimiento en granza y quintales oro de arroz a nivel nacional.
- Superficie sembrada de arroz por regiones del país.
- Superficie sembrada de arroz por ciclo primera y postrera.
- Historial del cultivo del arroz en Honduras (rendimientos, producción, etc).
- Encuesta agrícola de Honduras en diferentes años.

AGROBOLSA (Bolsa de Productos y Servicios): institución privada que trabaja con los productores arroceros, cuya finalidad es ubicar las producciones de los agricultores a un buen precio y tener una base de datos de la producción de arroz en Honduras. Este organismo cuenta con los siguientes datos relevantes:

- Censo de productores de arroz a nivel nacional.
- Historial de cada productor con quienes trabajan en el cultivo del arroz por varios años.
- Censo de los acopiadores y molinos de arroz a nivel nacional.

AGROCRÉDITO (Asesoría y Auditaje Agropecuario): institución privada que se encarga de asistir a productores agrícolas de toda Honduras. Dicha institución cuenta con los siguientes datos:

- Superficie de arroz sembrado en algunos departamentos de Honduras.
- Manejo técnico de los cultivos de arroz en algunos departamentos de Honduras.
- Censo de productores en algunas regiones del país.

PROAGRO (Protección Agropecuaria de Honduras): institución privada encargada de hacer las respectivas inspecciones de campo para lograr “Asegurar” los diferentes tipos de cultivos. La institución cuenta con:

- Productores de arroz que fueron Asegurados en diferentes años.
- Las causas de pérdidas de cultivos de arroz en algunas regiones del país.

Ya que el estudio es para el año 2000 no se pudieron usar los datos de los organismos privados: AGROBOLSA, AGROCREDITO, y PROAGRO; pues estos cuentan con datos a partir del año 2002. De cualquier forma para futuros estudios estos datos se pueden usar para validar y completar la información recopilada por el INE. Por el momento la información utilizada se obtuvo del INE (Anexo 4).

Alguna de la información esperada no se pudo obtener para el año 2000 en ninguna institución. Esto se debió que en este período la Dirección General de Estadísticas estaba en etapa de transición a lo que ahora conocemos como el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Para estos casos:

1. Datos sobre el ciclo primera del año 2000: se procedió a utilizar los resultados de los años 1999 y 2001 listados en el INE, calculando un promedio entre ambos.
2. Cantidad de arroz anegado o seco que se contaba para el año 2000: para subsanar este inconveniente se procedió a utilizar el estudio que el INE realizó en el periodo 2003-2004, en donde sí se tenían las cantidades de los diferentes sistemas de cultivo (anegado-secano) de arroz. Se tomaron los porcentajes en estos períodos y se asumió que en el año 2000 el comportamiento fue similar. Tampoco se pudo determinar la cantidad de sistemas anegado y seco por los departamentos, por eso se tomó estas superficies sobre el nivel nacional.
3. Superficie sembrada de arroz por departamentos en Honduras: para este caso se tomaron las regiones del país especificadas por el INE (Anexo 5).

3.2 CONSULTAS A TÉCNICOS Y PRODUCTORES

Siempre es importante consultar con los técnicos de las diferentes zonas arroceras de Honduras y establecer conversaciones con los productores agrícolas para obtener información actualizada y conocer el sistema de manejo en el cultivo del arroz. Con esta etapa de la metodología se pretenden corroborar datos obtenidos en la Búsqueda y obtención de datos con el INE, por consiguiente aporta información para los mismos objetivos específicos. En coordinación con la agenda de la Oficina de Cambio Climático de la SERNA se realizó una visita a la zona del Bajo Aguan (Departamento de Colón) donde, según los especialistas, se encuentra una importante superficie de arroz sembrado a nivel nacional (DICTA, 2003). Con el apoyo técnico de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) se visitaron las parcelas de arroz de la zona, algunas en cosecha y otras próximas a cosechar.

Para corroborar los datos se elaboró una encuesta (ver resultados en el Anexo 10) que en su ejecución abarcó 450 manzanas en cultivo de arroz con el sistema seco y 110 manzanas con sistema anegado. La encuesta se centró en el manejo que llevan los productores de este cultivo. Una limitante a la aplicación de esta metodología fue la ausencia de registros, como los de producción, rendimientos, cantidad de fertilizantes utilizados, funguicidas, herbicidas, estudios de suelos, manejo de cultivo, etc. El Ingeniero de la SAG encargado de la zona del Bajo Aguan manifestó que los agricultores no están acostumbrados a llevar registros de sus producciones y en algunos casos ni siquiera de las inversiones en que incurren.

A los efectos de mejorar sensiblemente las estimaciones de los gases emitidos por las quemaduras de los residuos del cultivo, las Guías de Buenas Prácticas del IPCC exhortan a los organismos encargados de los inventarios a cuantificar:

- Fracción de residuos quemados en el campo.
- Fracción retirada de los campos y quemadas en otro lugar.
- Fracción consumida por los animales en el campo.
- Fracción que se descompone en el campo.
- Fracción utilizada para otros sectores (biocombustible, materiales de construcción, alimento para ganado, etc).

Es difícil estimar el uso de los residuos agrícolas del arroz ya que Honduras no cuenta con un estudio referente a estos, por esto se aprovechó la visita a los productores para verificar la información obtenida de los técnicos referente a las quemadas. Se esperaba que todos los productores tuvieran un manejo eficiente de los residuos, pero algunos todavía incurren en la quema de los rastrojos aunque estos son pocos. La principal razón para la quema es el ahorro de tiempo y dinero quemando los desperdicios de la cosecha para luego sembrar otro tipo de cultivo (hortalizas, maíz). Los productores que no queman utilizan estos residuos para alimentar sus ganados, ya sea como pastoreo o para heno.

En cuanto al manejo de los fertilizantes químicos, los productores manifestaron que el uso es casi obligatorio, ya que los suelos presentan serias deficiencias de nutrientes, en especial los macro-nutrientes (NPK). La encuesta realizada no pudo ayudar para estimar los datos necesarios para el caso de fertilizantes, ya que solamente refleja un pequeño sector de los productores de todo el país. Por otro lado, Honduras no cuenta con estudios de los fertilizantes para estimar el Factor de Corrección (FC), por eso en la fórmula para calcular las emisiones por sistemas de cultivo se expresa como valor 1 de acuerdo a la metodología propuesta por el IPCC.

3.3 CÁLCULOS CON LAS METODOLOGÍAS IPCC

En Honduras no se tienen datos experimentales que ayuden a establecer los factores de emisión de metano en áreas cultivadas de arroz bajo el sistema anegado en diferentes condiciones climáticas o tipos de suelo. Por esto, y según las condiciones del IPCC 1996, se está utilizando la media aritmética obtenido de experimentos efectuados por otros países y continentes (ver Anexo 1). De la misma forma se usan valores de defecto para el uso de fertilizantes ya que el país no cuenta con la información. Se espera esto no genere un alto grado de incertidumbre en las emisiones de metano realizadas en Honduras, de cualquier modo el error no se conocerá hasta que el país pueda generar sus propios valores experimentales.

Para que los cálculos sean válidos se utilizaron las fórmulas establecidas por el IPCC. Por la naturaleza de los objetivos de este trabajo, las mismas se dividen en: Emisiones por sistemas de cultivo, Emisión por quemadas de residuos agrícolas y las Emisiones equivalente a CO₂.

3.3.1 Emisión por sistemas de cultivo

Consiste en una fórmula para estimar las emisiones aproximadas de metano que el arroz tiene de acuerdo a los sistemas de cultivo: anegado y seco. El dato del área es

tomado de la búsqueda y obtención de datos estadísticos, usando el área correspondiente al sistema de cultivo cuyas emisiones de metano se deseen obtener. Los factores de emisión fueron obtenidos mediante referencia de literatura del IPCC (1996) ya que como se mencionó antes Honduras no maneja datos experimentales para su determinación.

$$\mathbf{Fc} = \mathbf{A} * \mathbf{F.E} * \mathbf{FC} * \mathbf{FEI}$$

Donde:

Fc= emisión de metano proveniente de un régimen de agua específico del cultivo de arroz y para determinada adición orgánica, en Gg por año.

A: área de arroz sembrado, debe introducirse en m²/año elevado a la 10⁻⁹ para poder obtener las emisiones en Gigas.

F. E: corresponde al Factor de Escala. Un valor determinado de acuerdo al sistema de cultivo (anegado o seco). De acuerdo al IPCC los sistemas de cultivo seco corresponde un factor de escala de 0,4. Para los sistemas de cultivo anegado depende del régimen de agua, profundidad de capa de agua sobre el suelo en el cultivo del arroz. En el caso de Honduras corresponde a 1, asumiendo que el régimen sea de regadío (anegados continuamente). Ver detalle de Factores de Escala por defecto proporcionado por el IPCC de acuerdo a los regímenes de agua en Anexo 9.

FC: Factor de Corrección para el fertilizante orgánico. En el caso de Honduras corresponde 1, ya que no se tiene estudios al respecto y según las guías del IPCC establecen este valor.

FEI: Factor de Emisión Integrado en g/m², corresponde para las variaciones estacionales de arroz anegado continuo sin fertilizantes. Se obtuvo de la media aritmética de varios estudios realizados en otros países (ver Anexo 1).

3.3.2 Emisión por quemas de residuos agrícolas

Para las emisiones de las quemas de los residuos agrícolas también fue utilizada la metodología establecida por el IPCC (IPCC, 1996). Los factores de conversión para cada situación se obtuvo de los cálculos anteriores de 1995 (Anexo 6). Las fórmulas y los cálculos establecidos para las quemas en el cultivo del arroz se detallan a continuación:

$$\mathbf{CR} = \mathbf{PA} * \mathbf{Rr} \quad (1)$$

Donde:

CR: Cantidad de Residuo (Gg en biomasa) disponible para la quema.

PA: Producción Anual del cultivo del arroz en Gg, de la Búsqueda y Obtención de datos estadísticos.

Rr: Relación Residuo cultivo, proporcionado por el IPCC.

$$\mathbf{TBQ} = \mathbf{CR} * \mathbf{FMS} * \mathbf{FQ} * \mathbf{FO} \quad (2)$$

Donde:

TBQ: Total de Biomasa Quemada en el campo (Gg).

CR: Cantidad de residuo (Gg) disponible para la quema, obtenido en la Ecuación 1.

FMS: Fracción Materia Seca, proporcionado por el IPCC.

FQ: Fracción Quemada en el campo (10%) de la Búsqueda y Obtención de datos estadísticos y la Guía de Buenas Prácticas por el IPCC (ver Anexo 11).

FO: Fracción Oxidada, proporcionado por el IPCC.

$$\mathbf{TCL = TBQ*FCR (3)}$$

Donde:

TCL: Total de Carbono Liberado.

TBQ: Total de Biomasa Quemada en el campo (Gg), obtenido en la Ecuación 2.

FCR: Fracción de Carbono en el Residuo, proporcionado por el IPCC.

$$\mathbf{TNL = TCL*RNC (4)}$$

Donde:

TNL: Total de Nitrógeno Liberado.

TCL: Total de Carbono Liberado, obtenido en la Ecuación 3.

RNC: Relación Nitrógeno Carbono, proporcionado por el IPCC.

$$\mathbf{ECN = RE*TCL o TNL (5)}$$

Donde:

ECN: Emisión de Carbono o Nitrógeno.

RE: Relación de Emisión (Carbono o Nitrógeno), proporcionado por el IPCC.

De acuerdo al gas determinado (Carbono o Nitrógeno) se utilizan los siguientes valores:

Para Gas con Carbono:		Para Gas con Nitrógeno:	
Gas	RE	Gas	RE
CH ₄	0.005	N ₂ O	0.007
CO	0.060	NO _x	0.121

TCL: Total de Carbono Liberado, obtenido en la Ecuación 3.

TNL: Total de Nitrógeno Liberado, obtenido en la Ecuación 4.

$$\mathbf{EPQ = RC*ECN (6)}$$

Donde:

EPQ: Emisión Procedente de Quemas en CH₄, CO, N₂O, NO_x.

RC: Relación de Conversión para cada contaminante respectivamente, proporcionado por el IPCC.

ECN: Emisión de Carbono o Nitrógeno, obtenida en la Ecuación 5.

En este caso, todas las fórmulas fueron insertas en Microsoft Office Excel de acuerdo a la hoja proporcionada por el IPCC para realizar los cálculos.

3.3.3 Cálculos para conversión de los GEI's a CO₂ equivalentes.

Para un mejor manejo de los Gases de Efecto Invernadero, se realizan unas conversiones a CO₂ equivalentes. En el presente estudio se realizaron estimaciones de los siguientes gases: CH₄, CO, N₂O, NO_x, incluyendo las emisiones de los diferentes sistemas de cultivo y las quemas de los residuos del arroz.

Fórmula para el cálculo de CO₂ equivalentes:

$$EE = ENC * RC$$

Donde:

EE: Emisiones Equivalentes a CO₂.

ENC: Emisiones Gg de Nitrógeno (N₂O, NO_x) o Emisiones Gg de Carbono (CO, CH₄)

RC: Relación de Conversión. Cada gas es diferente. Las Relaciones de Conversión proporcionados por el IPCC son los siguientes:

$$CH_4 = 1.33$$

$$CO = 2.33$$

$$N_2O = 1.57$$

$$NO_x = 3.28$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y las discusiones se presentan en tres etapas. La primera etapa corresponde a las emisiones de metano procedente de los sistemas de cultivos: anegado y seco. La segunda etapa corresponde a las emisiones de las quemas de los residuos agrícolas del cultivo del arroz. La tercera a las emisiones Equivalentes a CO₂. Los resultados son presentados en cuadros resumen con las respectivas discusiones de cada uno y los procesos de cálculo de cada cuadro se detallan en los anexos 7 y 8. Las comparaciones entre los años de estudio 2000 y 1995 son añadidos en esta sección de resultados y discusión.

4.1 CÁLCULOS DE EMISIONES DE CH₄ (METANO) POR SISTEMAS DE CULTIVO

En la Tabla 2 se puede observar el total de las emisiones de metano del cultivo de arroz para el año 2000, las cifras ascienden a 0.4105 Gg (410.6 Toneladas) correspondientes a los sistemas anegado y seco. Las emisiones por el sistema anegado son de aproximadamente el 70% del total de las emisiones a pesar de que sólo constituye el 48% del área cultivada. Esto se debe más que todo a las condiciones anaeróbicas que presenta este sistema de cultivo.

Tabla 2. Emisión de metano en Gg y t Año 2000.

Sistema de Cultivo	Emisiones (Gg)	Emisiones(t)	Área cultivada (ha)
Anegado o de regadío	0.2876	287.60	1,437.76
Secano o expuesto a sequía	0.1230	123.00	1,537.29
TOTAL	0.4105	410.60	2,975.05

Ver detalles en el anexo 7.

En la Tabla 2 se evalúa la cantidad de metano emitido por el total de superficie sembrado, apreciando que el sistema anegado tiene 2.5 veces más emisiones que el seco. En el año 1995 las emisiones de metano del cultivo de arroz correspondieron a sólo el 1% de total de emisiones en el sector agrícola. Ya que las superficies para el año 2000 se han reducido considerablemente, las emisiones también disminuyeron, sin embargo no se debe perder de vista que la baja de las emisiones fue por la misma reducción del área cultivada.

Tabla 3. Datos comparativos de emisiones Totales de metano según sistema de cultivo entre los años 1995 y 2000.

Sistemas de Cultivo	Años de estudio	
	<i>CH₄</i> (t)/1995	<i>CH₄</i> (t)/2000
Anegado	460.00	287.55
Secano	840.00	122.98
Total de Emisiones (t)	1,300.00	410.53

En la Tabla 3 se muestra indudablemente que las emisiones entre los sistemas de cultivo de los años 1995 y 2000 tienen una considerable diferencia. Donde se puede notar una mayor diferencia es en el sistema seco, ya que en el año 1995 las emisiones fueron de 840.00 t, pero para el año 2000 se calcularon emisiones de 122.98 t. Como se demuestra en la siguiente tabla, esto no se debe al sistema o condiciones de cultivo, sino a la gran reducción en la cantidad de área sembrada de arroz que tuvo este sistema seco en el año 2000. La superficie de arroz anegado tuvo un descenso no tan brusco como el seco, esto provocó que las emisiones en este sistema tuvieran una diferencia no muy grande. En el año 1995 se emitieron 460.00 t de CH₄ en el sistema anegado, pero en el año 2000 las emisiones fueron de 287.55 t.

Tabla 4. Emisión de metano en t/ha para el año 1995 y 2000.

Sistema de cultivo	Emisión t/ha (CH ₄) 1995	Emisión t/ha (CH ₄) 2000
Anegado o de regadío	0.2001	0.2000
Secano o expuesto a sequía	0.0802	0.0805

En la Tabla 4 se compara las emisiones por t/ha en los diferentes años de estudio, las que prácticamente no presenta ninguna diferencia. Esto demuestra que a pesar de que se contó con más datos de campo para el 2000, esto no representó una diferencia relevante en el cálculo. Las tablas 2, 3, y 4 manifiestan que los factores clave son el área sembrada y el sistema de cultivo: anegado o seco.

Las emisiones de t/ha en el sistema anegado se presenta en forma similar en el inventario de gas metano en otros países. En la Tabla 5 se aprecia por ejemplo las emisiones de t/ha de Uruguay, Brasil y Argentina que corresponden a las mismas emisiones de Honduras. Es importante mencionar que el régimen de agua puede variar en los sistemas de cultivo de los diferentes países, lo que determinaría utilizar un factor de escala determinado. En el caso de estos países todos utilizaron un factor de escala de acuerdo al régimen de agua proporcionado por el IPCC-1996.

Tabla 5. Emisión en t/ha de CH₄ en diferentes países: Honduras, Argentina, Uruguay y Brasil.

País	Superficie cultivada de arroz (ha)	Emisiones (t)	(t)/ha	Fuente
Honduras ¹	1,437.76	287.60	0.2000	Inventario 2000
Uruguay ²	205,000.00	41,000.00	0.2000	UCC Uruguay, 1998
Argentina ³	224,408.00	48,900.00	0.2170	UCC Argentina, 1997
Brasil ⁴	1,305,401.00	287,020.00	0.2198	MCT Brasil, 1995

¹Sistema de cultivo: anegado o de regadío.

²Sistema de cultivo: todo anegado continuo.

³Sistema de cultivo: 100 días anegados.

⁴Sistema de cultivo: anegado continuo con diferente régimen de agua.

Al igual que en las tablas anteriores se muestra que la producción de metano en el cultivo de arroz por hectárea es similar al resto de los países, a pesar de las grandes diferencias en cuanto al área sembrada y al sistema de cultivo. Para poder ubicar si las emisiones de Honduras son de importancia a nivel internacional, en la Tabla 6 se realizó una comparación entre los países de Argentina, Uruguay y Brasil que son grandes emisores de metano en Suramérica, además de Panamá y El Salvador que son considerados países pequeños en producción de arroz.

Tabla 6. Diferencia entre las emisiones de Metano del cultivo de arroz con Honduras y otros países.

País	Superficie cultivada de arroz (Hectáreas)	Emisiones (t)	Fuente
Brasil	1,305,401.00	287,020.00	MCT Brasil, 1995
Argentina	224,408.00	48,900.00	UCC Argentina, 1997
Uruguay	205,000.00	41,000.00	UCC Uruguay, 1998
Panamá	56,228.00	7,560.00	UCC Panamá 2000
El Salvador	-	1,670.00	UNFCCC, 2000
Honduras	2,975.05	288.00	Inventario 2000

Se puede apreciar que las emisiones de metano por el cultivo del arroz son 100 veces mayor en Uruguay y Argentina, esto debido a las diferencias en áreas de cultivo. De cualquier modo las emisiones en t/ha (Tabla 5) son similares. Una nota importante es que Brasil es uno de los países que tiene una de las emisiones más importantes a nivel mundial, pero en estos momentos no está obligado a reducir sus emisiones todavía (MCT, 2000). Estas comparaciones sólo toman en cuenta que las emisiones son considerables en otros países por las diferencias en las superficies de siembra del arroz.

4.2 CÁLCULOS DE EMISIONES POR QUEMAS DE RASTROJOS DEL ARROZ

Tabla 7. Emisiones procedentes de las quemas de residuos del arroz. Año 2000.

Arroz Cultivado Ha.	Gas	Emisión (Gg)	Emisión (t)
2975,05	CH ₄	0.00200	2.00
	CO	0.04290	42.90
	N ₂ O	0.00004	0.04
	NO _x	0.00170	1.70
Total de Emisiones		0.04664	46.64

Ver detalles de los cálculos en el Anexo 8.

En la Tabla 7 se aprecia la cantidad de emisiones que se tiene por los diferentes tipos de gases involucrados en la quema de residuos del arroz. Como se trata de quemas, las emisiones de CO (Monóxido de Carbono) constituye la mayor emisión con 42.90 toneladas. En segundo orden se encuentran las emisiones de CH₄ (metano) con 2.00 toneladas. En la Figura 5 se puede constatar la distribución de las emisiones de gases en la quema, representando al Monóxido de Carbono el 92% de las emisiones.

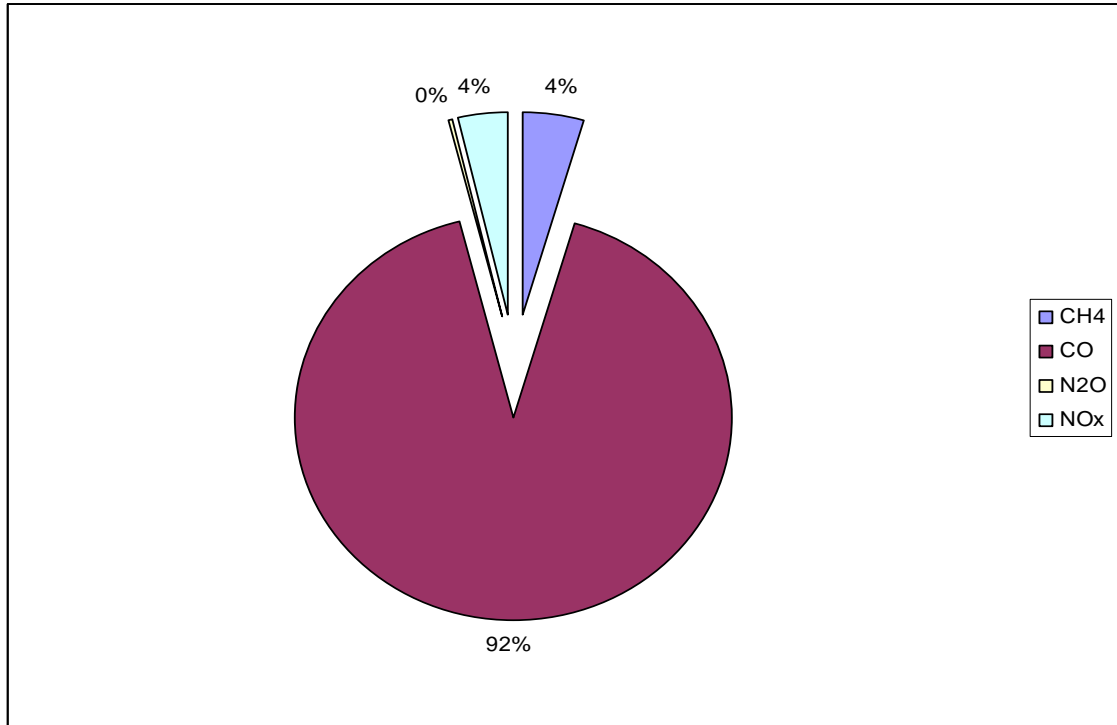


Figura 5. Distribución de las emisiones por quemas de los residuos. Para el 2000.

La diferencia entre las emisiones totales de los dos años de estudio es grande, pero al independizar los datos de la superficie sembrada en los años de estudio, se muestra

que la diferencia no es tan significativa. En cuanto a las quemas de residuos del arroz, en el año 1995 se utilizó que el 25% de biomasa producida era quemada por los agricultores, en cambio para el 2000 se estimó que sólo fue el 10%.

Tabla 8. Emisión por quemas de residuos. Año 1995 y 2000.

Gas	AÑO 1995		AÑO 2000	
	Total Emisiones(t)	t/ha	Total Emisiones (t)	t/ha
CH₄	38.40	0.00300	2.00	0.00067
CO	805.40	0.06300	42.90	0.01441
N₂O	0.90	0.00007	0.04	0.00001
NO_x	32.00	0.00250	1.70	0.00057
Total	876.70	0.06800	46.64	0.01500

En la Tabla 8 se presentan las emisiones totales y en toneladas por hectárea de los diferentes gases emitidos por las quemas de los residuos agrícolas del arroz. En la tabla se observa como se redujo las emisiones por superficie al reducirse el % de quemas por parte de los agricultores de 1995 a 2000 (del 25 al 10%).

La reducción del porcentaje de quemas fue debido a una mayor conciencia por parte del productor y la capacitación que se les ha brindado sobre la importancia de mantener estos residuos en el terreno. Ahora las prácticas que los agricultores realizan con los rastrojos son de incorporar al suelo o aprovechar estos residuos para la alimentación del ganado, dejando de lado las quemas. Además el Manual de Buenas Prácticas del IPCC 1996, define como recomendable un 10% de materia quemada para los países en desarrollo (ver detalle Anexo 11).

4.3 EMISIONES EQUIVALENTES A DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Tabla 9. Emisión de GEI's del cultivo de arroz equivalente a CO₂.

	Gas	Gg de Emisión	RC*	Emisión equivalentes de CO ₂ /Gg	Emisión equivalentes de CO ₂ /t
Emisión por sistemas de cultivo.	CH ₄	0.41053	1.3333	0.54735	547.35
Emisión por quemas de residuos del arroz	CH ₄	0.00154	1.3333	0.00205	2.05
	CO	0.01842	2.3333	0.04299	42.99
	N ₂ O	0.00003	1.5714	0.00005	0.05
	NO _x	0.00052	3.2857	0.00171	1.71
Total de emisiones equivalentes a CO₂				0.59415	594.15

*RC= Relación de Conversión.

El total de las emisiones equivalentes de CO₂ en toneladas del cultivo de arroz corresponden a 594.15 t para el año 2000. Con esto determinamos que la emisión equivalente de CO₂ en este cultivo es muy baja, en comparación con otros sectores de emisión de GEI's en Honduras que tienen mayores porcentajes de emisión como el sector energía y transporte.

5. CONCLUSIONES

El cultivo de arroz para el año 2000 fue de 2,975.05 hectáreas, de las cuales 1,437.70 se cultivan bajo el sistema de inundación o anegadas y 1,537.29 bajo el sistema de secano.

Si comparamos el cultivo del arroz para el año del primer inventario (1995), con el del presente estudio (2000), se observa que dicho cultivo a sufrido una reducción de 860.00 ha en el sistema anegado y 8,930.90 ha en secano.

Para el año 2000 se sembraron 2,171.80 hectáreas en el ciclo primera y 803.20 hectáreas en el ciclo postrera. Estas cantidades demostraron ser demasiado pequeñas para ser tratados por separado, por lo que se manejaron cálculos de emisión de GEI's para el total del área cultivada.

Las bajas en el cultivo se deben principalmente a la desmotivación de los productores por diferentes factores como ser: precios bajos en el mercado, altos costos de insumos, difícil acceso a créditos y los altos intereses de estos y la masiva importación de arroz. Muchos productores decidieron cambiar el arroz por otro cultivo más rentable, como las hortalizas.

Honduras carece de un registro de uso de fertilizantes orgánicos, especialmente en el cultivo del arroz ya que en este prácticamente no se utiliza un manejo orgánico. A pesar de esto, los agricultores están haciendo uso de los residuos del arroz y de otros cultivos como un sistema de enriquecer el suelo.

En las quemas se han alcanzado importantes reducciones: del 25% al 10%. De cualquier modo no hay una base de datos que aporte cifras exactas, las usadas en este estudio fueron aportadas por técnicos encargados de este cultivo y por consulta directa con los productores, además por medio de las Guías de Buenas Prácticas establecidas por el IPCC.

En el año 1995 las emisiones de metano del cultivo de arroz correspondieron a sólo el 1% de total de emisiones en el sector agrícola. Ya que las superficies para el año 2000 se han reducido considerablemente, las emisiones también disminuyeron, sin embargo no se debe perder de vista que la baja de las emisiones fue principalmente por la misma reducción del área cultivada y no por cambios en las prácticas del cultivo de arroz.

Existe una importante diferencia entre las emisiones de los sistemas de cultivo entre los años 1995 y 2000. Donde se puede notar una mayor diferencia es en el sistema secano, ya que en el año 1995 las emisiones fueron de 840.00 t, pero para el año 2000 se calcularon emisiones de 122.98 t. En cuanto al sistema anegado para el año 1995 se emitieron 460.00 t de CH₄, pero en el año 2000 las emisiones

fueron de 287.55 t., viendo que la mayor variación en el sistema seco. Esto concuerda con las disminuciones de área fueron mayores en el sistema seco.

Las emisiones de metano por sistemas seco y anegado del arroz en el año 2000 corresponden a 410.00 toneladas.

Las emisiones por el sistema anegado para el año 2000 son de aproximadamente el 70% de las emisiones de metano (287.55 t) a pesar de que sólo constituye el 48% del área cultivada. El sistema seco emitió 122.98 t de metano.

Desde el punto de vista ambiental es mejor cultivar con sistema seco, ya que en el caso de Honduras produce 0.08 t/ha de CH₄ con relación a los 0.20 t/ha de CH₄ por el sistema anegado.

En cuanto a las emisiones de GEI's por las quemaduras de los residuos del arroz, el CO constituye el 92% (42.90 t) de las emisiones totales. Existen además emisiones de 2.00 t de CH₄, 0.04 t de N₂O y 1.70 de NO_x.

Las emisiones del cultivo de arroz dependen directamente de las hectáreas sembradas y del porcentaje de residuos quemados. Es especialmente importante la siembra de arroz bajo el sistema anegado para las emisiones de CH₄.

El cultivo de arroz en el país no aporta cantidades relevantes de GEI's. En el año 1995 representó sólo el 1% del sector agrícola, y para el 2000 las emisiones son menores, debido a la drástica reducción en el área de siembra a nivel nacional

La falta de registros por parte de los productores, así como mantener una base de datos sobre el área de cultivo, los rendimientos y costos de producción; entre otros, dificulta un análisis exacto de las emisiones de GEI's en el cultivo de arroz. Adicionalmente los años recomendados para la actualización de inventarios (cinco años) hacen que la consulta y búsqueda de información sea más complicada.

El total de emisiones de GEI's equivalentes a CO₂ ascienden a 594.15 toneladas, lo que constituye una emisión muy baja comparada con todo el sector agrícola y mucho menos con otros grandes emisores como el sector energético y transporte.

6. RECOMENDACIONES

Para Inventarios futuros se recomienda considerar los datos generados por la empresa privada que cuenta con una buena base de datos del cultivo del arroz y de otros cultivos. Para este estudio las empresas con posibilidades de aportación son: AGROBOLSA (*Bolsa de Productos y Servicios*), AGROCRÉDITO (*Asesoría y Auditaje Agropecuario*) y PROAGRO (*Protección Agropecuaria de Honduras*).

Con este estudio se concluye que en el cultivo de arroz no es prioritario realizar estudios específicos, ya que no presenta una superficie en área de cultivo importante en estos momentos. Por tanto, si se desea estimar las emisiones de GEI's en los próximos años se recomienda utilizar los factores de emisión por defecto.

Se recomienda apoyar la siembra del cultivo de arroz de secano más que el anegado ya que este último sistema presenta la mayor producción de metano, o apoyar la transición de los productores a otros cultivos que no representen mayores emisiones de GEI's y que sean más rentables (cultivos no tradicionales).

Se recomienda buscar un mecanismo para incentivar a los productores del agro hondureño para la generación de datos propios, al menos en área de cultivo anual, datos de producción, manejo del cultivo y costos.

Se recomienda que para los cálculos de emisiones de GEI's para el año 2000, si no se cuenta con las estadísticas del año, se puede hacer un promedio con los datos de las estadísticas del año anterior y posterior al año de estudio.

A pesar de que las fórmulas de las Metodologías IPCC son fáciles de utilizar para los cálculos de los diferentes gases, sería muy útil agregar secciones para calcular en forma directa emisiones en otras unidades de medida (toneladas, Kg.). Esto en el caso del cultivo del arroz que por sus bajas emisiones son números muy pequeños con muchos decimales. Además para el entendimiento del público en general, que en la mayoría de los casos no manejan las unidades de las fórmulas del IPCC (Giga, Tera, etc.).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, H. 2004. Calentamiento Global. Informes de un planeta más caliente. Revista NATIONAL GEOGRAPHIC. 75pag.

ASTROMIA. Consultado el 05/06/05 (en línea) Astronomía Educativa. Disponible en: <http://www.astromia.com/astrologia/invernefecto.htm>

BBC (British Broadcasting Corporation). Consultado el 05/06/05 (en línea) Cambio Climático Global. <http://www.bbc.co.uk/spanish/especiales/clima/>

Biotecnologías. Consultado el 26/07/05 (en línea) Revolución Verde. Disponible en: www.biotech.bioetica.org

Broome, J. 1992. Counting the cost of Global Warning. Great Britain. Ed. Redwood Press Ltd. 147p.

CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente) de Cuba. Consultado el 22/05/05 (en línea). Emisiones procedentes de arrozales anegados. Disponible en: <http://ceiba.gov.do/cambio/Agricultura%2090-94.htm>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Consultado el 22/05/05 (en línea). Cambio Climático. Disponible en: http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/convention/items/3323.php

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) 2003. Manual Técnico para el cultivo del arroz. Comayagua, Honduras. 48p.

EEA (European Environment Agency) Consultado el 27/07/05 (en línea). Información para mejorar el medio ambiente de Europa. Disponible en: www.eea.eu.int

Ecores (Economía y Responsabilidad Social Empresarial). Consultado el 27/07/05 (en línea). Propósito de Kyoto. Disponible en: www.ecores.org

Ecoportal (Directorio Ecológico y Natural). Consultado el 21/09/05 (en línea). Cambio Climático. Disponible en: <http://www.ecoportal.net/temas/calenta.htm>

El Heraldo. Consultado el 25/04/07 (en línea) “Finlandia compra a Honduras bonos de carbono”. Disponible en: www.elheraldo.hn

Esi.Unav. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Navarra. Consultado el 05/06/05 (en línea). Cambio Climático y el Efecto Invernadero. Disponible en: <http://www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia>

ESPERE (Environmental Science Published for Everybody Round the Earth) Consultado el 30/05/05 (en línea). Nubes y Partículas. Disponible en: <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. Centroamérica frente al Cambio Climático. Serie Centroamericana de Bosques y Cambio Climático. 68p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1999. El Protocolo de KYOTO y el Mecanismo para un desarrollo limpio: Nuevas posibilidades para el Sector Forestal de América Latina y el Caribe. Roma. 99pag.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Consultado el 20/06/05 (en línea). Año Internacional del Arroz. 2004. Disponible en: <http://www.fao.org/rice2004/es/world.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Consultado el 10/05/05 (en línea) Cambio Climático. Disponible en: www.fao.org

FEDEARROZ (Federación de arroz en Colombia) Consultado el 08/11/04 (en línea) Arroz y TLC. Debate por una negociación equitativa. Disponible en: <http://www.fedearroz.com.co/arroz/450/resumen.shtml>

Fisicanet. Consultado el 26/07/05 (en línea) Calentamiento Global. Disponible en: www.fisicanet.com.ar

Fundación Iberdrola. Consultado el 05/06/05 (en línea). Agua y Cambio Climático. Disponible en: http://www.fundacioniberdrola.org/190603_agua_y_clima.htm

Greenpace. Consultado el 10/05/05 (en línea) Cambio Climático. Disponible en: www.greenpace.org

IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias) Consultado el 05/06/05 (en línea). ¿Es responsable nuestra estrella de los cambios climáticos en la Tierra? Disponible en: <http://www.astro-digital.com/11/sol.html>

INEGI (Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática) Consultado el 17/08/05 (en línea). Monitoreo del cambio climático. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espano>

INA (Instituto Nacional Agrario de Argentina) Consultado el 17/08/05 (en línea). Cambio climático. Disponible en: www.ina.org.ar

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Consultado el 05/06/05 (en línea). La tierra no puede esperar. Protocolo de Kyoto, la mayor tentativa en favor del ambiente. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/suelos>

Instituto de Recursos Mundiales. 1990. Recursos Mundiales. Enfoque especial sobre Cambio Climático América Latina. Ed. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 463p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Consultado el 22/05/05 (en línea). Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Disponible en: www.ipcc.ch

Lainsignia. Consultado el 21/09/05 (en línea). Nuestro futuro común. www.lainsignia.org

Lomelí, M. Consultado el 21/06/05 (en línea). Deterioro Ambiental. Disponible en: <http://www.sagan-gea.org>

Ludevid, M. 1997. El cambio global en el MEDIO AMBIENTE: Introducción a sus causas humanas. Nueva Ed. Alfaomega Grupo Editor. 332p.

MCT (Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil). Consultado el 16/08/05 (en línea). Cambio Climático. Disponible en: www.mct.gov.br/clima/espan/convencao

Madrimasd. Consultado el 22/05/05 (en línea). El mundo está sintiendo los efectos del cambio climático. Disponible en: <http://www.madrimasd.org>

Miliarium (Ingeniería Civil y Medio Ambiente) Consultado el 15/09/05 (en línea). Mecanismos de Flexibilidad. Disponible en: www.miliarium.com/Monografias/Kioto/MecanismosFlexibles

Noticias Jurídicas. Consultado el 22/05/05 (en línea). Kyoto y el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en Europa y en España. Disponible en: http://noticias.juridicas.com/areas_virtual/Articulos

Panorama Energético. Consultado el 26/07/05 (en línea). Ratificación del Protocolo de Kyoto. Disponible en: www.panoramaenergético.com

Pierzynski, G et al. 2000. Soils and Environmental Quality. 2nd ed. EEUU. Ed. CRC Press LLC. 459P.

Portal Agrario. Consultado el 22/05/05 (en línea). Producción mundial de arroz. Disponible en: www.portalagrario.gob.pe/arroz_prod.shtml

PHUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Consultado el 21/09/05 (en línea). El cambio Climático y el Protocolo de Kyoto. Disponible en: www.pnuma.org

UCC (Unidad de Cambio Climático del Uruguay) Consultado el 18/08/05 (en línea). Inventario de GEI's del Uruguay con base año 1998. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gub.uy>

UCC (Unidad de Cambio Climático de Argentina) Consultado el 18/08/05 (en línea). Inventario de GEI's de Argentina con base año 1997. Disponible en: <http://www.medioambiente.gov.ar>

USIS. 1998. PERSPECTIVAS. El cambio climático. Servicio Cultural e Informativo de los Estados Unidos en Tegucigalpa. 4(1):6-7

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) Consultado el 05/06/05 (en línea). Clima: Cuanto más se sabe, menos se hace. Disponible en: www.unesco.org/courier/2001_06/sp/planet.htm

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) Consultado el 30/08/05 (en línea). La Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático de El Salvador. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/elsnc1.pdf>

SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente). 1997. Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero de Honduras. 59pag.

SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente). 1997. Inventario de Gases de Efecto Invernadero Sector Agricultura de Honduras. 105pag.

SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente). Consultado el 03/01/05 (en línea). Unidad de Cambio Climático. Disponible en: <http://www.serna.gob.hn/recursosnaturales/recursosnaturales/cambioclimatico>

TIERRAMERICA. Consultado el 20/11/04 (en línea) Cambio Climático. Disponible en: www.tierramerica.net/2004/1009/noticias3.shtml

WWF/Adena. Consultado el 26/07/05 (en línea) Protocolo de Kyoto. Disponible en: www.wwf.es

William, R. 1992. Economics of Global Warning. Institute For International Economics. Washington, DC. 399pag.

WMO (World Meteorological Organization). Consultado el 26/07/05 (en línea). Disponible en: www.wmo.ch

WRI (World Resources Institute). Consultado el 17/08/05 (en línea). Disponible en: www.wri.org

8. ANEXOS

Anexo 1 .Factor de emisión integrado definido para varios países del mundo.

País	Factor de emisión integrado estacionalmente, EF [g/m²]	Literatura
Australia	22.5	NGGIC, 1996
China	13 (10-22)	Wassman et al. 1993 a
India	10 (5-15)	Mitra,1996; Parashar et al., 1996.
Indonesia	18 (5-44)	Nugroho et al., 1994 a,b
Italia	36 (17-54)	Schutz et al., 1989a
Japón	15	Minami, 1995
República de Corea	15	SHIN et al., 1995
Filipinas	(25-30)	Neue et al., 1994; Wassman et al., 1994.
Tailandia	16 (4-40)	Towpryaon et al., 1993
USA (Texas)	25 (15-35)	Sass & Fisher, 1995
Media aritmética	20 (12-28)	

Fuente: IPCC (1996)

Anexo 2. Lista de países Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas.

Australia
Austria
Belarus
Belgium
Bulgaria
Canada
Croatia
Czech Republic
Denmark
Estonia
European Economic Community
Finland
France
Germany
Greece
Hungary
Iceland
Ireland
Italy
Japan
Latvia
Liechtenstein
Lithuania
Luxembourg
Monaco
Netherlands
New Zealand
Norway
Poland
Portugal
Romania
Russian Federation
Slovakia
Slovenia
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Ukraine
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
United States of America

Fuente: UNFCCC.

Anexo 3. Lista de países No Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas.

Afghanistan	Ethiopia
Albania	Fiji
Algeria	Gabon
Angola	Gambia
Antigua and Barbuda	Georgia
Argentina	Ghana
Armenia	Grenada
Azerbaijan	Guatemala
Bahamas	Guinea
Bahrain	Guinea Bissau
Bangladesh	Guyana
Barbados	Haiti
Belize	Honduras
Benin	India
Bhutan	Indonesia
Bolivia	Iran (Islamic Republic of)
Bosnia and Herzegovina	Israel
Botswana	Jamaica
Brazil	Jordan
Burkina Faso	Kazakhstan
Burundi	Kenya
Cambodia	Kiribati
Cameroon	Kuwait
Cape Verde	Kyrgyzstan
Central African Republic	Lao People's Democratic Republic
Chad	Lebanon
Chile	Lesotho
China	Liberia
Colombia	Libyan Arab Jamahiriya
Comoros	Madagascar
Congo	Malawi
Cook Islands	Malaysia
Costa Rica	Maldives
Côte d'Ivoire	Mali
Cuba	Malta
Cyprus	Marshall Islands
Democratic People's Republic of Korea	Mauritania
Democratic Republic of the Congo	Mauritius
Djibouti	Mexico
Dominica	Micronesia (Federated States of)
Dominican Republic	Mongolia
Ecuador	Morocco
Egypt	Mozambique
El Salvador	Myanmar
Equatorial Guinea	Namibia
Eritrea	Nauru
	Nepal

Nicaragua
Niger
Nigeria
Niue
Oman
Pakistan
Palau
Panamá
Papua New Guinea
Paraguay
Peru
Philippines
Qatar
Republic of Korea
Republic of Moldova
Rwanda
Saint Kitts and Nevis
Saint Lucia
Saint Vincent and the Grenadines
Samoa
San Marino
Sao Tome and Principe
Saudi Arabia
Senegal
Serbia and Montenegro
Seychelles
Sierra Leone
Singapore
Solomon Islands
South Africa
Sri Lanka
Sudan
Suriname
Swaziland
Syrian Arab Republic
Tajikistan
Thailand
The former Yugoslav Republic of
Macedonia
Togo
Tonga
Trinidad and Tobago
Tunisia
Turkmenistan
Tuvalu
Uganda
United Arab Emirates
United Republic of Tanzania
Uruguay
Uzbekistan

Vanuatu
Venezuela
Viet Nam
Yemen
Zambia
Zimbabwe

Fuente: UNFCCC

Anexo 4. Datos obtenidos del INE para el año 2000.

Instituto Nacional de Estadística (INE) año 2000										
REGIÓN	ÁREA	Ciclo 1ra. (en mz)		Rend. qq oro	Producción	Ciclo Post. (en mz)		Rend.	Prod. qq oro	AÑO
	Mz	Arroz c/riego*	Arroz sin riego	qq/Mz	Total	Arroz c/riego*	Arroz sin riego	qq/Mz	Total	
R-1	6.00	0.00	6.00	35.88	110,162.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2000
R-2	1,660.50	0.00	1,617.50			0.00	43.00	56.80	2,442.00	2000
R-3	693.00	0.00	524.00			0.00	169.00	40.00	6,758.00	2000
R-4	741.00	0.00	47.00			0.00	694.00	38.20	26,490.00	2000
R-5	687.00	0.00	687.00			0.00	0.00	0.00	0.00	2000
R-6	104.50	0.00	104.50			0.00	0.00	0.00	0.00	2000
R-7	375.00	0.00	129.00			0.00	246.00	40.80	10,034.00	2000
TOTAL	4,267.0	0.0	3,115.0	35.88	110,162.5	0.0	1,152.0	39.7	45,724.0	

* Dato no estimado por la INE para este año.

Aclaración: los datos del ciclo primera son promedios entre los años 1999 y 2000.

	EN Manzanas (Mz)	EN Ha
TOTAL DE ARROZ SEMBRADAS EN EL AÑO 2000	4,267.0	2,975.05
TOTAL DE ARROZ SECANO EN EL AÑO 2000	2,204.88	1,537.29
TOTAL DE ARROZ BAJO INUNDACION EN EL AÑO 2000	2,062.1	1,437.74
PRODUCCION EN QQ ORO DE ARROZ EN EL AÑO 2000	155,886.5	
% ARROZ ANEGADO EN EL AÑO 2000	48	

Anexo 5. Cultivo del arroz según las Regiones de Honduras. Año 2000.

Regiones en Honduras	Departamentos que abarca.
R-1 Sur	Choluteca
	Valle
	Fco. Morazán
	El Paraíso
	La Paz
R-2 Centro Occidental	Comayagua
	Intibuca
	La Paz
	Lempira
R-3 Norte	Cortés
	Santa Bárbara
	Yoro
	Atlántida
R-4 Litoral Atlántico	Yoro
	Atlántida
	Colón
	Gracias A Dios
R-5 Nor Oriental	Olancho
R-6 Centro Oriental	El Paraíso
	Fco. Morazán
	Comayagua
R-7 Occidental	Copán
	Ocotepeque
	Lempira
	Santa Bárbara

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Sigue Anexo 6. Cuadros y valores utilizados en los cálculos de las emisiones de quemas de los residuos.

Módulo:	Agricultura			
Submódulo:	Quema en el campo de residuos agrícolas			
Hoja de trabajo	4-4			
Hoja	2 de 3			
	I	J	K	L
	Fracción de carbono en el residuo	total de carbono liberado (Gg C)	Relación nitrógeno carbono	Total de N liberado (Gg N)
Arroz	0.4144		0.014	
TOTAL:				

Sigue Anexo 6. Cuadros y valores utilizados en los cálculos de las emisiones de quemas de los residuos.

Módulo:	Agricultura			
Submódulo:	Quema en el campo de residuos agrícolas			
Hoja de trabajo	4-4			
Hoja	3 de 3			
	M	N	O	P
	Relación de emisión	Emisiones (Gg C o Gg N)	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema en el campo de residuos agrícolas (Gg)
CH ₄	0.005		1.3333	
CO	0.060		2.3333	
N ₂ O	0.007		1.5714	
NO _x	0.121		3.2857	

Anexo 7. Emisión de metano por sistema de cultivo

Módulo	Agricultura					
Submódulo:	Emisiones de metano procedentes de los arrozales anegados					
Hoja de trabajo	4 - 2					
Hoja	1 de 1					
					Factor de emisión integrado para variaciones estacionales de arroz anegado continuamente sin fertilizantes (g/m2)	emisiones de metano (Gg)
Régimen de gestión del agua		Superficie cultivada (m2 x10-9)	factor de escala para las emisiones de metano	factor de corrección para el fertilizante orgánico		
De regadío	Anegados	0.014377629	1	1	20	0.287552578
De secano	Expuestos a la sequía	0.015372962	0.4	1	20	0.122983695
	Totales:	0.029750591			En Giga	0.410536273
					En toneladas	410.536273

Anexo 8. Cálculos de emisión de GEI's por quemas de residuos del arroz.

Módulo:	Agricultura							
Submódulo:	Quema en el campo de residuos agrícolas							
Hoja de trabajo	4-4							
Hoja	1 de 3							
Cultivos	Producción anual (Gg de cultivo)	Relación residuo cultivo	Cantidad de residuos (Gg de biomasa)	Fracción de materia seca (Gg dm)	Cantidad de residuos secos (Gg dm)	Fracción quemada en el campo	fracción oxidada	Total de biomasa quemada (Gg dm)
Arroz	7.0858	1.4	9.92005	0.83	8.23	0.1	0.9	0.74
							TOTAL	0.74

Producción en qq año 2000	155,886.5
En Toneladas	7,085.75
En Gg	7.08575
Cultivos	Producción anual (Gg de cultivo)
arroz	7.08575

Sigue Anexo 8.

Módulo:	Agricultura			
Submódulo:	Quema en el campo de residuos agrícolas			
Hoja de trabajo	4-4			
Hoja	2 de 3			
	Fracción de carbono en el residuo	total de carbono liberado (Gg C)	Relación nitrógeno carbono	Total de N liberado (Gg N)
Arroz	0.4144	0.31	0.014	0.0043
TOTAL:		0.31		0.0043

Módulo:	Agricultura			
Submódulo:	Quema en el campo de residuos agrícolas			
Hoja de trabajo	4-4			
Hoja	3 de 3			
	Relación de emisión	Emisiones (Gg C o Gg N)	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema en el campo de residuos agrícolas (Gg)
CH ₄	0.005	0.00154	1.3333	0.00205
CO	0.060	0.01842	2.3333	0.04299
N ₂ O	0.007	0.00003	1.5714	0.00005
NO _x	0.121	0.00052	3.2857	0.00171

Anexo 9. Factores de Escala por defecto proporcionado por el IPCC de acuerdo a los regímenes de agua.

Factores de Escala por defecto del IPCC para las emisiones de CH ₄ procedentes de los ecosistemas arroceros y los regímenes de manejo de agua en campos anegados continuamente (Sin fertilizantes orgánicos)			
Categorías	Régimen de manejo del agua	Factor de escala (FS _w)	
Tierras altas	Ninguno	0	
Tierras bajas	De Regadío	Anegados continuamente	1.0
		Aneg. Intermitentemente-Aireación sencilla	0.5 (0.2-0.7)
		Aneg. Intermitentemente-Aireación múltiple.	0.2 (0.1-0.3)
	De secano	Anegadizos	0.8 (0.5-1.0)
		Expuesto a la sequía	0.4 (0-0.5)
	De agua profunda	Profundidad del agua 50-100 cm.	0.8 (0.6-1.0)
Profundidad del agua >100 cm		0.6 (0.5-0.8)	

Fuente: Manual de Referencia de las Directrices del IPCC.

Anexo 10. Resultado de la encuesta utilizada para obtener alguna información de los productores del Bajo Aguan.

TOTAL 5 ENTREVISTAS. Todos los productores entrevistados solo manejan una cosecha de arroz al año.

ARROZ SECANO.

Total superficie encuestada: 450 mz.

Semilla criolla: 2 productores manifestaron utilizar semillas recolectadas por ellos en cada cosecha (total 210 mz) Obs. Un productor realizaba plantación 50% semilla tratada y el resto propio.

Lugares de compra de semillas tratadas: Hondugenet, APRHA.

Variedades de semillas: DICTA 6-60, TICO, CAPIS-93-52. COLONGUAT.

Fertilizantes utilizados: UREA, KCL, 18-46-00, SULFATO.

Fertilizantes foliares: 3.20, Zing, Barfolant, Bayfoliant.

Utilización de fertilizantes orgánicos: ninguno (utilización de los desechos de cosecha en algunos casos).

Asociación de cultivo: ninguno de los entrevistados tiene arroz con otro cultivo, a pesar de que en la zona algunos productores manejan asociación de arroz con Palma, pero dicho caso se presenta en los primeros años de crecimiento de la palma.

Usos de insecticidas: MONARCA, KARATE, CIPERMETRINA.

Usos de Funguicida: Bravo, Estratego, Antracol, Cicozing.

Usos de nematicida: ninguno de los entrevistados.

Herbicidas: Estanfort, Nominet, 2.4.D, Arromac, Furon, Truper, Machete.

Trabajo en campo.

Trabajo con bueyes: ninguno de los entrevistados.

Utilización de tractor: todos.

Utilización de azadón, machete: en caso de necesidad algunos lo utilizan.

Tienen análisis de suelo: 2 productores (150Mz)

Donde realizaron el análisis de suelo: FHIA.

Manejo de rastrojos.

Quemar: 1 productor de 40 Mz.

Alimento para ganado: 3 productores (total 400mz). Los mismos manejan sus terrenos con cerca viva permanente, lo cual facilita posterior a la cosecha meter animales.

Incorporar al suelo: lo que queda del ganado lo incorporan al suelo, solo 1 productor manifestó incorporar totalmente al suelo.

Mayores problemas encontrados. Algunas pérdidas manifestadas por los productores:

Ataque masivo de pulgón (pérdida de 4 mz del señor Eleuterio Riveras.

Inundación: 10mz del señor José Fuentes.

Pérdida de calidad y rendimiento por malezas (incluye el arroz rojo). Este problema se ha dado en forma generalizada.

Utilización del terreno posterior a la cosecha del arroz: maíz, sandía, sorgo.

ARROZ DE INUNDACIÓN.

Productor: Mario Díaz (único productor con este sistema, según manifestado por los técnicos de la zona).

Total superficie encuestada: 110 mz.

Semilla criolla: parte de la semilla proviene de recolectar de la cosecha anterior, otro corresponde a compras

Lugares de compra de semillas tratadas: Hondugenet, APRHA.

Variedades de semillas: TICO, CAPIS-93-52.

Fertilizantes utilizados: UREA, KCL,

Fertilizantes foliares: Zing, Barfolant.

Utilización de fertilizantes orgánicos: no (utilización de los desechos de cosecha en alguno)

Asociación de cultivo: no.

Usos de insecticidas: MONARCA.

Usos de Funguicida: Estratego.

Usos de nematicida: no

Herbicidas: Estanfort, Nominet, Truper, Machete.

Trabajo en campo.

Trabajo con bueyes: no

Utilización de tractor: propio

Utilización de azadón, machete: en algunos casos es necesario.

Tienen análisis de suelo: si

Donde realizaron el análisis de suelo: FHIA.

Tiene análisis de agua: sí

Manejo de rastrojos.

Quemar: no

Alimento para ganado: algunas veces.

Incorporar al suelo: la mayor parte.

Anexo 11. Cálculo del porcentaje de quemas de los rastrojos en el arroz.

De acuerdo a la visita realizada en la zona del Bajo Aguan, y por consulta a productores arroceros, se determinó las quemas respectivas:

% de quemas de residuos:

$$\frac{\text{Superficie quemada en el Bajo Aguan}}{\text{Total de superficie abarcada con la encuesta}} = \frac{40}{560} = 0.071 = 0.71 \times 100 = 7.14\%$$

Aclaración: estos cálculos fueron hechos para corroborar la situación de las quemas de los rastrojos en Honduras, pero sólo se determinó en la zona del Bajo Aguan, dado que no se pudo realizarlo en todo el territorio. La Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, en el Capítulo 4 correspondiente al sector de Agricultura (página 4.100) establece que una estimación del 10% puede resultar más acertada para los países en desarrollo. Por ese motivo se decidió utilizar este porcentaje para el cálculo final de las quemas. En el estudio del año 1995 se había utilizado el 25%.

Anexo 12. Símbolos y abreviaturas.

%: porcentaje

BCH: Banco Central de Honduras.

CH₄: Metano.

CITMA: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba.

CMNUCC: Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

CO: Monóxido de Carbono.

COVDM: Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano.

DICTA: Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria.

ERU: Emission Reduction Unit. (Unidad de Emisión Reducida)

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

GEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Protección del Ambiente.

GEI's: Gases de Efecto Invernadero.

Gg: Gigagramos (1000 toneladas).

ha: hectáreas (10,000 m²)

IC: Implementación Conjunta.

INA: Instituto Nacional Agrario de Argentina.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas.

INEGI: Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática.

INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

IPCC: Intergubernamental Panel for Climate Change (*En español:* Panel Intergubernamental de Cambio Climático)

MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio.

N₂O: Óxido Nitroso.

NOx: Óxidos de Nitrógeno.

°C: Grados centígrado o Celsius.

PHUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Ppm: partes por millón.

SAG: Secretaría de Agricultura y Ganadería. Honduras.

SERNA: Secretaría de Recursos Naturales.

t/ha: toneladas/hectárea

t: toneladas (1000 Kg.)