



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

EMISIÓN DE CO₂ EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ECUATORIANA Y
SU RELACIÓN CON EL PRODUCTO INTERNO BRUTO:2009-2014

MOROCHO RAMIREZ SHIRLEY CRISTINA
ECONOMISTA AGROPECUARIA

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

**EMISIÓN DE CO₂ EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
ECUATORIANA Y SU RELACIÓN CON EL PRODUCTO INTERNO
BRUTO:2009-2014**

**MOROCHO RAMIREZ SHIRLEY CRISTINA
ECONOMISTA AGROPECUARIA**

**MACHALA
2018**



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ECONOMÍA AGROPECUARIA

EXAMEN COMPLEXIVO

EMISIÓN DE CO₂ EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ECUATORIANA Y SU
RELACIÓN CON EL PRODUCTO INTERNO BRUTO:2009-2014

MOROCHO RAMIREZ SHIRLEY CRISTINA
ECONOMISTA AGROPECUARIA

CUN JARAMILLO MILTON LUIS

MACHALA, 11 DE ENERO DE 2018

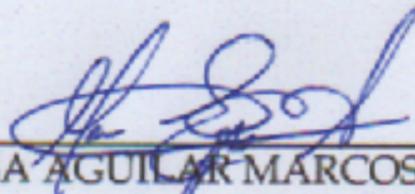
MACHALA
11 de enero de 2018

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Emisión de CO2 en la producción agrícola ecuatoriana y su relación con el producto interno bruto:2009-2014, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



CUN JARAMILLO MILTON LUIS
0702124207
TUTOR - ESPECIALISTA 1



ESPINOSA AGUILAR MARCOS ANTONIO
0703578344
ESPECIALISTA 2



BARREZUETA UNDA SALOMON ALEJANDRO
0703397810
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: lunes 29 de enero de 2018 - 15:58

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS_CO2_AGRICOLA. listo 3 -1 copia.docx (D34143521)
Submitted: 12/21/2017 8:26:00 PM
Submitted By: mcun@utmachala.edu.ec
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, MOROCHO RAMIREZ SHIRLEY CRISTINA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Emisión de CO2 en la producción agrícola ecuatoriana y su relación con el producto interno bruto:2009-2014, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

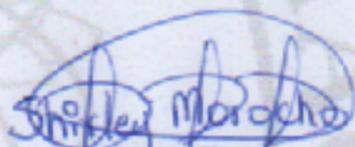
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de enero de 2018



MOROCHO RAMIREZ SHIRLEY CRISTINA
0705465516



UNIVERSITAS
MAGISTROBUM
ET SCHOLARUM

INDICE

RESUMEN	2
ABSTRAC	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes.	7
2.1.1 Producción de CO ₂ en Agricultura.	7
2.2.3 EMISIÓN DEL DIÓXIDO DE CARBO EN LA PRODUCCIÓN DEL BANANO.	10
2.2.9 El Producto interno bruto y la relación con el crecimiento agrícola	18
3. MATERIALES Y MÉTODO	19
3.2 Métodos	19
3.2.1 Proceso de recolección de datos en la investigación	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
6. BIBLIOGRAFÍA	30
7. GLOSARIO	36

Autora
Shirley Morocho
C.I. 0705465516

Tutor
Biol. Milton Luis Cun Jaramillo Mg. Sc.
C.I. 0702124207

RESUMEN

Los cambios climáticos ocurridos en los últimos años obedecen al incrementos de los gases efecto invernadero (GEI) como el Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) o dióxido nitroso (N₂O) de los cuales el 25 % de estos gases son producto de la agricultura, en este contexto se plantearon los siguientes objetivos: a) Analizar la emisión total de CO₂ con la superficie cosechada de los cultivos de banano, caña de azúcar, cacao y arroz, relacionados con el PIB del Ecuador, durante el periodo 2009-2014, b) Valorar las actividades que generan CO₂ en los cultivos banano, cacao, caña de azúcar y arroz, c) analizar las emisiones totales de CO₂ generados por los producto agrícolas con el producto interno bruto (PIB) del Ecuador. Para lo cual se planteó una investigación de tipo descriptiva apoyada en la tabulación de datos obtenidos de la FAO y el Banco Mundial. La mayor media de área cosechada fue de 387141 ha que corresponde al cacao y el menor valor a Caña de azúcar con 989001 ha. Las emisiones total de CO₂ registradas durante el 2009 al 2014 indicaron que los niveles máximo se fueron entre los años 2010 -2011, decreciendo en el 2012. El crecimiento del PIB anual estuvo relacionado con las emisiones de CO₂ donde el ratio mas bajos fue en el 2012 con 0,48 kg por \$ del PIB. El crecimiento agrícola del área cosechada tiene relación positiva con las emisiones de CO₂, pero dicho efecto no se registró en los cuatros cultivares en estudio.

Palabras clave: dióxido de carbono, Producto interno Bruto, gases efecto invernaderos, cambio climático, agricultura.

Autora
Shirley Morocho
C.I. 0705465516
Tutor
Biol. Milton Cun Mg. Sc.
C.I. 0702124207

ABSTRAC

The climatic changes that have occurred in recent years are caused by the increase of greenhouse gases (GHGs); such as: Carbon Dioxide (CO₂), Methane (CH₄) or Nitrous Dioxide (N₂O), a 25% of these gases are the product of agriculture. It is in this context some objectives were set: a) to analyze the total CO₂ emission on the harvested surface of the banana, sugarcane, cocoa and rice plantations, related to the GDP of Ecuador, during the period 2009-2014, B, to evaluate the activities that generate CO₂ in banana, cocoa, sugar cane and rice crops c) analyze the total CO₂ emissions generated by the agricultural production and its impact on the gross domestic product (GDP) of Ecuador. For this reason, a descriptive research was done based on the tabulation of data obtained from the FAO and World Bank. The largest average of harvested area was 387141 ha corresponded to cocoa, and the lowest value to sugar cane with 989001 ha. The total CO₂ emissions recorded from 2009 to 2014 indicated that the maximum levels were between the years 2010-2011, decreasing in the 2012. Annual GDP growth was related to CO₂ emissions where the lowest ratio was in 2012 with 0.48 kg per dollar(\$) of GDP. The agricultural growth of the harvested area is positively related to CO₂ emissions, but this effect was not recorded in the four studied crops

Carbon dioxide, gross domestic product, greenhouse gases, climate change, agriculture

1. INTRODUCCIÓN

Los esfuerzos de la sociedad para producir cantidades cada vez mayores de alimentos a dejado su marca en el ambiente. El uso constante de prácticas agrícolas con base en la labranza extensiva e intensiva, tiene como consecuencia la tala de bosques para incorporar a los modelos agrícolas convencionales donde se practican la quema del resto de árboles o se voltea con el arado mecanizado grandes extensiones de tierra provocando la captación del suelo o la pérdida de la biodiversidad, teniendo como consecuencia el degradado constante del suelo siendo lo descrito uno de los tantos efectos indirecto que provoca el crecimiento económico de las naciones (Verhulst, Francois, y Govaerts 2015).

En este contexto del crecimiento de la frontera agrícola por el desarrollo económico enfrente a la población del planeta al cambio climático el cual se expresa en el aumento de la temperatura global y trae consigo problemas como: sequías, inundaciones, incendios naturales, entre otros. Uno de los determinantes de estos problemas ambientales son los combustibles fósiles, como el petróleo, carbón y gas natural, utilizados en la generación de energía para la actividad agrícola, industrial, comercial y residencial; por tanto, son considerados como los principales contribuyentes del deterioro ambiental por la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) entre ellos el dióxido de carbono (CO₂) como lo expresa (Rentería *et al.* 2016).

El CO₂ es uno de los efectos del crecimiento agrícola y por ende de forma indirecta del desarrollo económico, como lo generalizan la FAO, FIDA y PMA (2012). Para Sérvulo-de Aquino *et al.* (2016) el potencial de la agricultura y de su efectiva contribución para el Producto Interno Bruto (PIB) de los países latinoamericanos entre ellos Ecuador, no existe un sistema información que cuantifique y relación la

relación emisiones de CO₂, crecimiento agrícola y aporte al PIB, que abarque todos los productos agrícolas independientes de su real importancia económica.

La importancia de la agricultura en las economías de los países varía notablemente, pero de forma relativamente predecible, si se relaciona el PIB per cápita y el crecimiento económico de este sector. En algunos de los países considerados como en desarrollo la agricultura representa más del 30 % de la actividad económica activa, y en los países menos adelantados, esta supone el 27 % del PIB según cifras de 2009 (FAO, FIDA y PMA 2012)

Las características edáficas y climáticas que posee el Ecuador, ha ocasionado que la agricultura se expanda sin planificación, modificando los espacios agrícolas con el transcurrir del tiempo, fenómeno que se debe a la adaptación de los productores a factores naturales, así como a los cambios en los sistemas políticos, ambientales y económicos (Maignashca Guzmá 2014).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo agrícola del Ecuador genera productos de agropecuarios para la exportación, materia prima para la industria y alimentos para consumo interno, actividad que genera la emisión del dióxido de carbono (CO₂).

En este contexto el CO₂ es un gas que contribuye a la alteración del clima ocasionando la pérdida de especies animales y vegetales, es importante indicar el crecimiento del área productivas de cultivos en el Ecuador y su relación con el PIB, debido a que el crecimiento económico de un país se mide en relación con este indicador.

Objetivo General

Comparar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en la producción agrícola ecuatoriana y su relación con el producto interno bruto durante el periodo 2009-2014.

Objetivos Específicos

- ❖ Analizar la emisión total de CO₂ con la superficie cosechada de los cultivos de banano, caña de azúcar, cacao, arroz y con el PIB del Ecuador, durante el periodo 2009-2014.
- ❖ Valorar las actividades que generan CO₂ en los cultivos banano, cacao, caña de azúcar y arroz.
- ❖ Analizar las emisiones totales de CO₂ generados por los producto agrícolas con el producto interno bruto (PIB) del Ecuador.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Producción de CO₂ en Agricultura.

Entre 1970 y 2004, las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Chlorofluorocarbons (CFC), Perfluorocarbons (PFC), y Sulfur hexafluoride (SF₆) a los que se denominan Gases Efecto Invernadero (GEI), los cuales se incrementaron en un 70% (24% se emitieron entre 1990 y 2004), pasando de 28,7 a 49 gigatoneladas de equivalente de CO₂. De los GEI el que más incremento fue el CO₂ con un 80% desde los años 70 hasta el 2004 (Rodríguez et al. 2017).

La agricultura contribuyen con un 25% a las emisiones globales de GEI en el 2010, medición realizada en varios modelos agrícolas sean estos convencionales o alternativos como la producción orgánica que emiten CO₂ del suelo a la atmosfera (Caviglia, Wingeyer y Novelli 2016), fenómeno natural que la intervención antrópica lo modifíco.

Según Sérvulo-de Aquino et al. (2016) el CO₂ es responsable del 95 % de las emisiones totales de GEI de fuentes móviles donde se ubican los tractores, motobombas, avionetas de aeroatomización, vehículos de carga empleado en la agricultura sea para roturar el suelo o para transportar el producto final.

Los cambios observados en el último decenio (2000-2010) obedecen a la llamada revolución verde de la décadas de los 50 y 60 donde se incrementó el área cultivado en todo el planeta con prácticas intensiva de tipo monocultivo, con el objetivo de proveer alimentos a la sociedad que cada día exigía una dieta variada

incorporándose nuevas variedades a los sistemas agrícolas, lo que ocasiono que muchas áreas forestales que cumple la función de almacenar Carbono (C), sea deforestadas y sustituido por especiales vegetales como el arroz o la caña de azúcar que no aportan con el secuestro de C; así como, el incremento de fertilizantes sintéticos o de los combustibles para las maquinarias empleadas en labores agrícolas (Repar et al. 2017; Zaehle 2013).

2.1.2 Alteración Climáticas

Los desastres naturales como las inundaciones, sequías, aumento del nivel del mar, incendios forestales entre otros, son atribuidos al calentamiento global, que a su vez se explica por la cantidad de gases de efecto invernadero acumulados en la atmósfera como indica (Tubiello et al. 2015).

Las actividades agrícolas son particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático, pero a su vez, son responsables de aproximadamente el 11% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico a nivel global como se muestra en la Figura 1. Una de las fuentes más importantes es la descomposición de los residuos orgánicos de los cultivos. Aunque, pueden ser aprovechados para la generación de energía eléctrica a través del uso de diferentes tecnologías (Calderón et al. 2017).

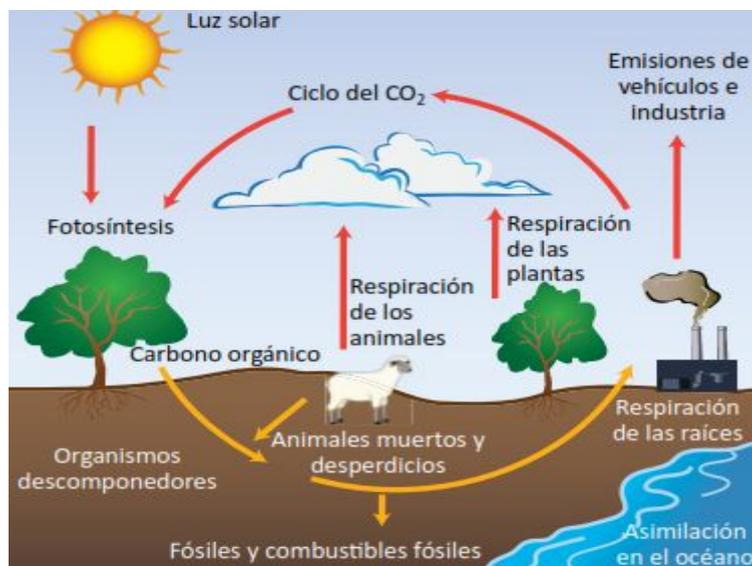


Figura 1.- Efecto de acumulación de los GEI en la atmósfera

Fuente: Verhulst, François, Govaerts (2015)

En este contexto las condiciones naturales han privilegiado al Ecuador considerado como el primer punto caliente de biodiversidad del planeta, pues albergan el mayor número de especies endémicas por metro cuadrado, tanto en plantas y vertebrados, pero no es ajeno a los problemas medioambientales (Bedoya-Jara et al. 2017).

(Restrepo y Houtart 2015) indica que el incremento de la superficie dedicada a la ganadería en Ecuador, es a consecuencia de la creciente demanda interna de carne lo cual a producido un efecto indirecto al ambiente de tipo negativo como las emisiones de GEI como CO₂ y gas metano (NH₄).

Vidal-Solórzano y Vera-Moreira (2017) Indica que Ecuador representa el 0,2% de la población mundial y es responsable por un 0,1% de las emisiones de GEI del planeta, con un promedio de emisión de 2,2 Megagramos (Mg) de CO₂ por persona ha⁻¹. Estos niveles están bastante por debajo de los de América Latina y el Caribe. Compárese esto con la situación de los países de altos ingresos, que concentran a 15% de la población mundial, pero que son responsables de casi la mitad de emisiones (alrededor de 13,2 Mg de CO₂ por persona año⁻¹).

Algunos de estos cambios afectan a ecosistemas naturales, pero también a sistemas antrópicos como los sistemas agrarios. Tomando este contexto, el conocimiento de la estructura y dinámica de paisajes naturales (ecosistemas) y sistemas agrarios suele ser un componente clave en el entendimiento de la dinámica de estos y de sus respuestas funcionales ante factores naturales (variación habitual de los patrones de precipitación y temperatura, por ejemplo) y antrópicos (implementación de grandes infraestructuras) que alteración de las condiciones naturales con efectos ya mencionados (Yáñez et al. 2012).

2.2 BASE TEÓRICA

2.2.1 Dióxido de Carbono (CO₂)

Las especies vegetales superiores tienen la capacidad de captar el CO₂ de la atmósfera y mediante la fotosíntesis metabolizar obteniendo azúcar y otros compuestos en general que forma parte de la biomasa que genera las plantas. Esta biomasa al descomponerse se convierte en parte del suelo (en forma de humus) o en CO₂ (a través de la respiración de los microorganismos que procesan la biomasa como indican (Tezara et al. 2012).

En este aspecto el CO₂ es vital para el desarrollo de las plantas, pero el exceso de este gas en la atmósfera que se ocasiona por el uso de combustible fósil como la gasolina, diésel, benceno, entre otras emisiones que son producto de maquinarias y vehículos de combustión. Pero el CO₂ también se incrementa en la agricultura cuando se produce el cambio de uso del suelo de bosques a tierra cultivable según Buenaño (2013). Este gas ha contribuido a elevar la temperatura de la tierra proviniendo el 25% la agricultura donde en el caso de Ecuador el cultivo del arroz hasta el 2011 representó el 27% del CO₂ total del país como indican Andrade, Segura, & Varona 2015).

2.2.2 Emisiones móviles de CO₂ en agricultura (Equipo Mecanizado)

La emisión móvil corresponde los vehículos agrícolas, transportes, estaciones móviles, equipos livianos (guadañas, trilladoras, etc) que generan en menor o mayor intensidad CO₂ a la atmósfera, siendo un gran problema en el sistema agrícola de monocultivo. Siendo difícil estimar con exactitud las cantidades de CO₂ porque los factores de emisión dependen de la tecnología del vehículo, del Tipo de combustible (diésel, gasolina, benceno, etc) y de las condiciones de uso (Andrade, Segura, & Varona 2015).

2.2.3 EMISIÓN DEL DIÓXIDO DE CARBO EN LA PRODUCCIÓN DEL BANANO.

Svanes y Aronsson (2013) expresa que la cadena de valor del banano desde su siembra hasta el consumidor genera un promedio de 1,37 kg de CO₂ por kilogramo

de banano producido siendo la mayor fuente de emisión el transporte y almacena en destino con un 67%, seguido de la producción en campo con un 16%, el proceso de poscosecha con 9% y el resto del proceso comercial como el empaque un 8%.

Para la FAO (2017) en su reporte anual sobre las emisiones de CO₂ y la huella de Carbono expresa que la producción de banano en su fase primaria no genera una gran contribución significativa de gases efecto invernadero representando entre el 16% y el 20% de los GEI emitidos en toda la cadena de valor.

Según Lescot (2012) coincide con la FAO (2017) y señalan que las fuentes de emisión de carbono en las fincas bananeras (Figura 2) incluyen:

1. Fabricación y adquisición de material: energía indirectamente utilizada para la producción y transporte de materiales vegetales, plásticos y herramientas utilizadas para construir y mantener la finca, preparación de los campos y transporte en la propia finca.
2. Uso de fertilizantes químicos, especialmente nitrógeno y potasio en la producción de monocultivos.
3. Uso de pesticidas químicos.
4. En la Cosecha
5. En Empaque: energía utilizada para la fabricación y preparación (incluida la fumigación con fungicidas) de cajas de cartón en estaciones de empaque donde la empresa Dole reportó que el 8% de la huella de carbono total para esta etapa fue en la producción de cartón fue el factor más importante.

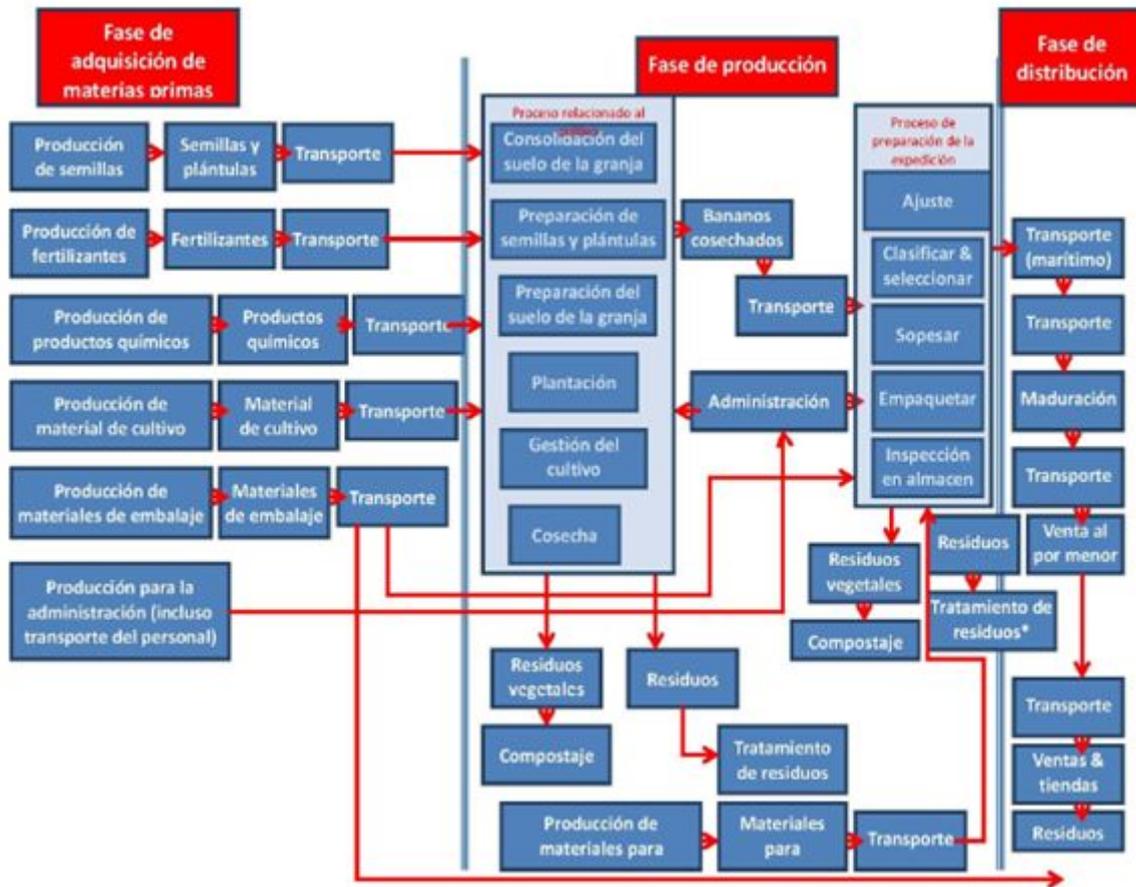


Figura 2.- Análisis de la producción de banano en función de un sistema abierto

Lescot (2012) estimó los aportes de equivalente de CO₂ para un kilogramo de banano para la producción en Latinoamérica en:

Uso de refrigerantes en el transporte marítimo: 230-692 g de CO₂

Uso de combustible fósil y electricidad (incluido sistema de riego y transporte): 111-133 g de CO₂

Fertilizantes: 138-290 g de CO₂

Cartones y plásticos: 90-110 g de CO₂

Material de oficina y alimentación de trabajadores: 36-170 g de CO₂

Trabajo de campo: 4-75 g de CO₂

2.2.4 Emisión del dióxido de carbono en la producción del cacao.

Desde sus inicios el hombre se encuentra con la necesidad de alimentarse, por esta razón se ha visto obligado a explotar sus recursos de manera más rápida, lo cual no permite renovarse de manera natural. Pero el incremento poblacional es evidente, alimentar a toda la sociedad es un tema de discusión desde el siglo 17 con la teoría de Malthus, lo que vuelve imprescindible tomar medidas para lograr un desarrollo de la agricultura que se apoye en la tecnología, en consecuencia, logrará ser más eficiente con un desarrollo adecuado a las necesidades futuras de la sociedad, como indican (Rea-Sánchez, Maldonado-Cevallos y Villao-Santos 2015).

El cultivo de cacao *Theobroma cacao L.*, es uno de los modelos agrícolas que mayor carbono (C) secuestra y por ende menor CO₂ emite, debido a la generación de biomasa aérea conformada por la hojarasca, que también protege al suelo (Salgado-Mora et al. 2009). Según Jadán, Torres, y Günter (2012), los cultivares de cacao que se desarrollan bajo sombra en entornos agroforestales como el tipo Nacional que condiciones de alta humedad como las del oriente ecuatoriano tiene la capacidad de almacenar >100 Megagramos (Mg) de C ha⁻¹; mientras que, Valencia, Romero, y Quintero (2017) expresan que las emisiones de CO₂ del cacao CCN51 en monocultivo es de 0,1232 Mg CO₂ ha⁻¹ para una plantación en 5 años de producción y un secuestro de carbono <75 Mg de C.

Según Umaña (2012) las variaciones en las emisiones de CO₂ varían no solo en el manejo sino en las condiciones del suelo y los factores climáticos, llegando a establecer una fijación de CO₂ de 21,6 ton CO_{2 eq} versus una emisión de 2,6 ton CO_{2 eq} en su etapa de producción valores muy inferiores a cultivos como la caña de azúcar o el banano.

2.2.5 Emisión del dióxido de carbono en la producción de caña de azúcar.

La caña de azúcar es considerada como un producto industrial con grandes perspectivas no solo de carácter alimenticio; sino , debido a que la producción de alcohol derivado de los fermentos de la caña tiene un gran potencial como biocombustible, como lo demuestra Brasil que desde el año 2008 es el principal productor y exportador del planeta con 223 ingenios azucareros que procesan el 35 % del total de azúcar refinada en ese país; el resto de caña se produce para producir alcohol de tipo carburante como indican (Ballesteros and Sotelo 2013).

Según Andrade, Segura, y Varona (2015) son cuatro las fases de producción de la caña de azúcar (Figura 3), iniciando con la producción en campo, la cosecha o zafra, luego el procesamiento industrial y el transporte. Las emisiones de GEI en la caña de azúcar inician con las materias primas y los insumos para la producción, como los combustibles, los fertilizantes y los pesticidas, emitiendo CO_2 y otros gases como Dióxido nitrógeno (N_2O)



Figura 3.- Etapas de producción de la caña de azúcar y sus derivados

Fuente: Andrade, Segura, y Varona (2015)

Según Hernández y Guerra (2016) realizaron en Guatemala estimaciones sobre la cantidad de CO₂ que el cultivo de caña emite (Figura 4), siendo la fase de producción con el cambio de uso de suelo con 87 782 ton equivalentes de CO₂ (CO₂ eq), la que menor emite, seguido de la quema con 129 762 ton CO₂ eq, la fertilización nitrogenada 148,418 CO₂ eq y el control de plagas via área con 219 173 ton CO₂ eq. Resultados que sumados alcanzan los 585 135 CO₂ eq y que resultan menores si se comparan con la transformación industrial de la caña de azúcar cuyo proceso alcanza a emitir 3 467 457 ton CO₂ eq o con la zafra que sobre pasan los 890 249 ton CO₂ eq.

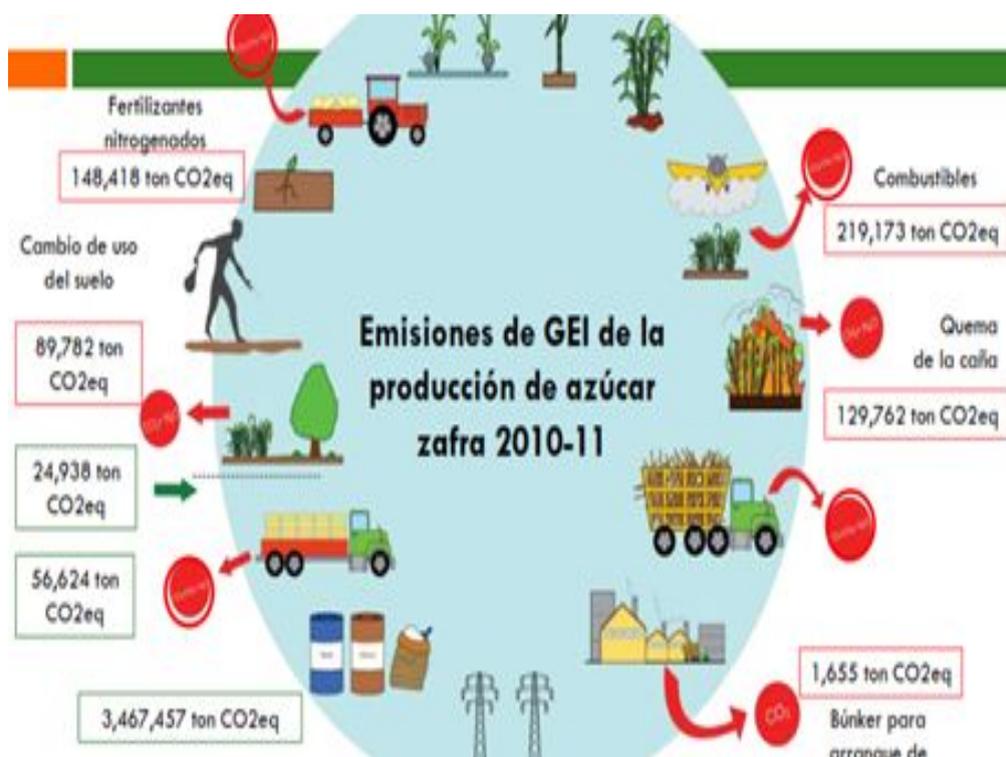


Figura 4.- Emisiones de CO₂ por etapas en la producción de caña de azúcar
Fuente: Hernández y Guerra (2016)

2.2.6 Emisión del dióxido de carbono en la producción del arroz.

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los cultivares de arroz con un sistema de regadío produce gas metano (CH₄), cuyo efecto a nivel global es 24

veces más alto que el del dióxido de carbono (CO₂) en otros cultivos. Caso contrario al arroz de secano cuyas cantidades son mucho menor y casi similares a las de CO₂ (Sara Hube et al., n.d.). A nivel mundial, el cultivo del arroz libera anualmente en torno a 60-100 millones de toneladas de CH₄, contribuyendo sustancialmente al calentamiento global de la atmósfera. Esto supone que alrededor del 5-19% de las emisiones antropogénicas de CH₄ son debidas al cultivo de arroz como indican (Sanchis-Jiménez 2014).

El arroz tiene una enorme importancia mundial en términos alimentarios, sociales y de emisión de GEI. Por un lado, para cerca de la mitad de la población mundial este cereal es su alimento básico, el cual se produce en aproximadamente 153 millones de hectáreas (11% de la tierra arable mundial); por otro lado, 30% de las emisiones globales de metano y 11% de óxido nitroso provienen de campos de arroz como indican (Andrade, Campo y Segura 2014) .

Según Umaña (2012) y Andrade et al. (2014) las emisiones de CO₂ para el cultivo de arroz en promedio es de 163,3 kg CO₂ eq, la cual involucra las actividades de maquinaria, transporte, fertilización y aplicaciones. Siendo la principal actividad emisora la fertilización nitrogenada con un 65% del total de las emisiones. A pesar de ser un cultivo netamente emisor de GEI, los arrozales en especial los de secano podrían convertirse en carbono-neutral si el sistema de producción en secano se compensan con sistemas de agroforestal asociados con café o cacao (Andrade-Castañeda, Seguro-Madriral, & Rojas-Patiño 2016).

2.2.7 Efecto del crecimiento agrícola

La agricultura está expuesta a múltiples interrelaciones con el medio donde se desarrolla como el efecto de cambio en el uso del suelo incide en aspectos ecológicas y en las presiones económicas y sociales como lo expresa Feola et al. (2015) y Sajjad et al. (2013).

2.2.8 Producto Interno Bruto (PIB)

En torno de la expansión de la frontera agrícola, algunos autores como Saravia (2010) y Vallejo Zamudio (2009) expresan que se encuentran en pugna modelos de sociales, conceptos relacionados a la modernidad, la tecnología, el rol de la cultura, las modalidades de relacionamiento con la naturaleza, el cambio climático, la equidad, derechos, relaciones de poder, distribución de la tierra, en otros. Cuyo efecto se puede constatar en el incremento del consumo pre-cápita o los niveles del PIB de un país (Colina 2014).

El sector agrícola es uno de los ejes principales sobre los que se desenvuelve la economía de nuestro país. Al año 2014 el PIB Agrícola se ubica en los 5,018,202 millones de dólares (a precios constantes del 2007) y aporta el 85% al total del y el 7% al PIB total. Para esta actividad se PIB Agropecuario se dedican 2,551,513 ha a la producción de cultivos como banano, cacao, entre otros indican (Monteros Guerrero, Sumba Lusero & Salvador Sarauz 2014).

El indicador utilizado comúnmente para expresar sintéticamente el desempeño de la economía es el PIB. Este agregado muestra el valor de la producción de bienes y servicios finales generados por la economía en un periodo dado. El destino del PIB es el consumo final de hogares y de gobierno, la inversión bruta y la balanza comercial con el exterior. El PIB refleja la generación del ingreso y la retribución al capital y al trabajo; es un indicador clave en el sistema de cuentas nacionales y es muy popular en la elaboración de modelos matemáticos y econométricos para pronosticar el desempeño de la economía indican (Almagro Vázquez & Venegas-Martínez 2009).

2.2.9 El Producto interno bruto y la relación con el crecimiento agrícola

La temática del crecimiento económico está implicada en el desarrollo del sector agrícola y este a su vez con una amplia gama de disciplinas, enfoques, teorías y metodologías que buscan solucionar los problemas como las emisiones de CO₂, por lo que amerita un análisis para cada sistema de producción, región o país como lo expresa de los Rios Cardona (2008).

3. MATERIALES Y MÉTODO

La investigación tuvo un carácter descriptivo explicativo, tomando como unidad espacial a todo el territorio ecuatoriano y como espacio temporal los años del 2009 al 2014.

En el trabajo se utilizó fuentes bibliográficas indexadas de donde se analizó la información secundaria para formular los objetivos y establecer el orden lógico del trabajo. Siendo el modelo de investigación el estudio de caso el cual se fundamenta en el análisis crítico de la información publicada.

Para analizar los valores de las emisiones totales del CO₂ de los productos agrícolas, se tomaron datos proporcionada por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), del Banco Mundial y base de datos de libre acceso publicadas por INEC y MAGAP. Con lo cual en Excel se elaboraron tablas y gráficos de barra para interpretar los resultados

3.1 Materiales

Los materiales empleados en la investigación fueron: fuentes digitales (pdf de artículos, data set e infografías) obtenidas de internet, así como computadora y libros. Como recurso informático se utilizó archivos en Microsoft Excel y Word versión 2013.

3.2 Métodos

3.2.1 Proceso de recolección de datos en la investigación

La información obtenida en el presente estudio se fundamenta en fuentes secundarias, con los cuales se generan series de datos temporales los cuales fueron comparadas en función de procesos estadísticos, con el objeto de sintetizar información.

El estudio es de tipo no experimental, donde se utilizó los métodos deductivo, inductivo y analítico para la recolección de la información como lo recomienda Miranda-Ruiz y Celi-Arévalo, (2016) para estudios socioeconómicos.

3.2.2 Sistematización de los datos

Con la base de datos de la FAO se elaboró en Excel tablas en las cual se realizó un análisis descriptivo, con la media aritmética y la frecuencia de datos para su posterior comparación en función del porcentaje absoluto y relativa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el trabajo de titulación indican lo siguiente:

En la Tabla 1 se presenta datos correspondiente a la variable del área cosechada de los cultivos Arroz, Banano, Caña de Azúcar y Cacao, donde la mayor media de área cosechada fue de 387141 ha que corresponde al cultivar cacao, seguido de arroz con 373331 ha, banano con 200908 ha y Caña de azúcar con 98901 ha. El menor porcentaje relativo entre los cultivos fue para la Caña de Azúcar con un promedio de 4%, mientras que el cacao expreso la media mas alta con un 17%, resultados que muestran una mayor expansión del cultivo cacao. Estos datos indicaron una alta variabilidad en el periodo en estudio por varias causas como el aumento en las exportaciones en especial del banano y cacao.

Tabla 1. Área cosechada (ha) del arroz, banano, caña de azúcar y cacao: periodo 2009-2014

Año	Tierras adaptas para agricultura (ha)	Arroz (ha)	% relativo	Banano (ha)	% relativo	Caña de Azucar (ha)	% relativo	Cacao (ha)	% relativo
2009	2398800	394813	16	216115	9	106825	4	398104	17
2010	2372800	393137	17	215647	9	106928	5	360025	15
2011	2311400	329957	14	191973	8	86455	4	399467	17
2012	2295800	371170	16	210894	9	95239	4	390176	17
2013	2388000	396770	17	188658	8	101066	4	402434	17
2014	2035400	354136	17	182158	9	96892	5	372637	18
Media	2300367	373331	16	200908	9	98901	4	387141	17

Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)

Elaborado: S Morocho

En la Figura 5 se observa que la distribución de la superficie cosechada en la serie temporal (2009-2014) por cultivo, donde se registra una inflexión en el año 2011 en todos los cultivos a excepción del cacao que registra un 17,20% del total cultivado.

En el caso del banano el porcentaje de área cosecha descendió entre de un 17,50% en el 2012 a un 15,11% en el 2014.

Pudiendo ser afectados por causas naturales, como el fenómeno de El Niño que registra descensos en los ingresos económicos de varios cultivos en la costa del Ecuador entre los años 2013 y 2014. como indica (Cabrera et al. 2016)

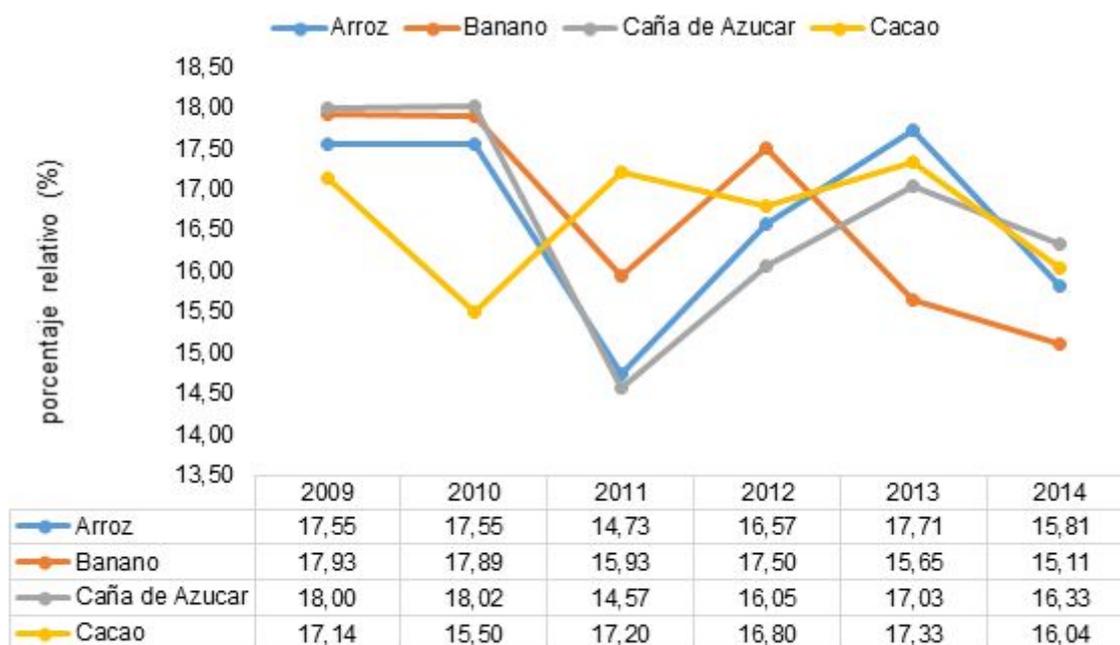


Figura 5.- Distribución porcentual del área cosechada para el periodo 2009-2014 de Arroz, banano, caña de azúcar y cacao

Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)

Elaborado: S Morocho

La comparación del crecimiento del área cosechada se observa en la Figura 2, expresando el cacao mayor decrecimiento (-1,70%) en el 2010-2011. En el cultivo del arroz entre el 2011-2012 y 2012-2013 se registran decrecimiento -1,84% y -1,14% debido las inundaciones provocada por el fenómeno de El Niño como se mencionó y por el ataque de plagas como la del caracol manzana.

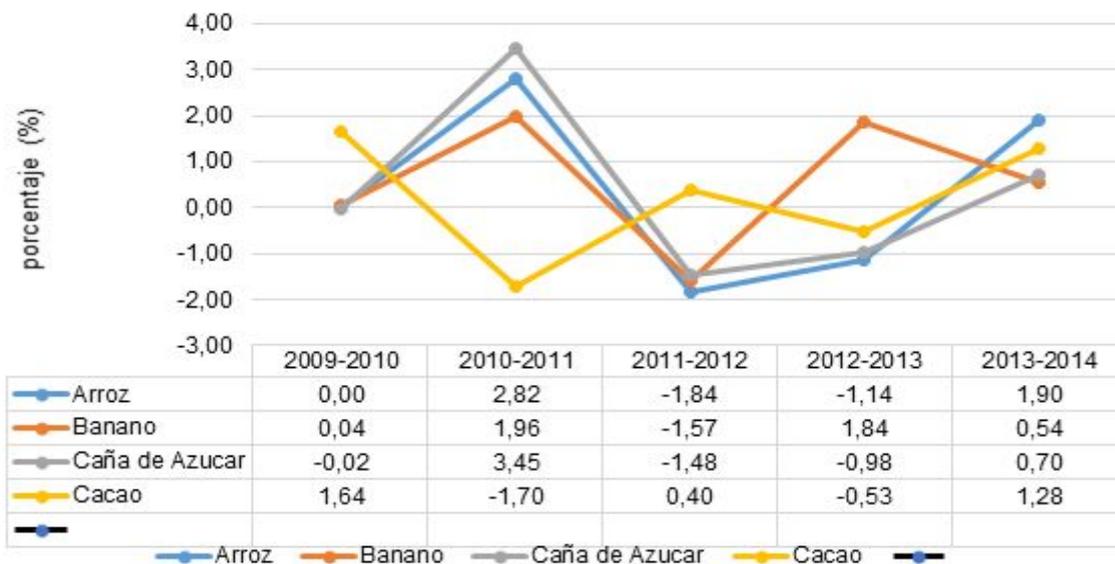


Figura 6. – Comparación crecimiento del área cosechada entre serie de temporales
 Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)
 Elaborado: S Morocho

Las emisiones total de CO2 registradas en Ecuador por la FAO durante el 2009 al 2014 (Figura 7) indicaron que los niveles máximo se fueron entre el 2010 y 2011, decreciendo en el 2012, como se explicó en el párrafo que preside esta discusión fueron los años de mayor área cosechada en caña de azúcar y arroz, cultivos con poca capacidad de captar o secuestrar Carbono en los suelos como lo expresan Cabrera y Zuaznábar (2010) y Pandey (2010).

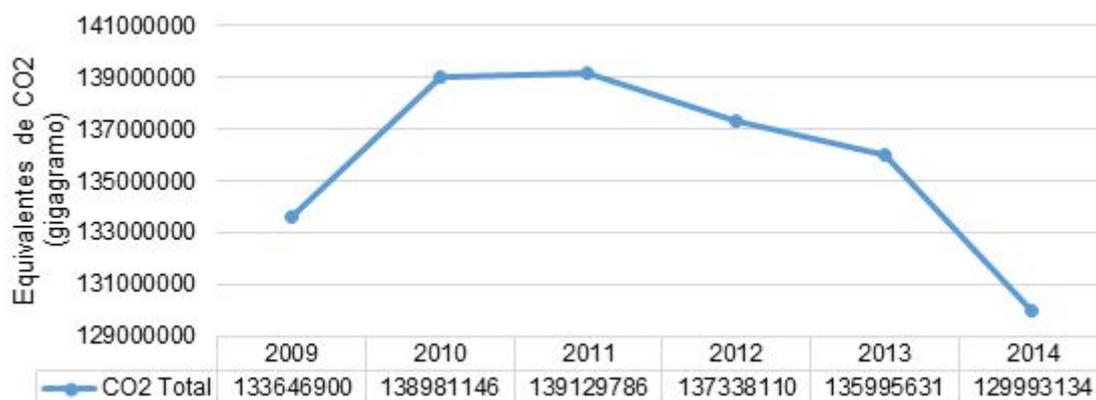


Figura 7.- Emisiones totales de CO2 (gigagramos) en Ecuador: periodo 2009-2014
 Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)
 Elaborado: S Morocho

En la Figura 8 las emisiones per cápita de CO2 medidas en toneles mostrando el mayor incremento en el 2014. Lo que explica que el consumo de combustibles fósiles como la gasolina incidieron en el aumento de este indicador, debido a que los análisis previos demuestran que la superficie de los principales cultivos del país que tuvieron un bajo incremento, no pudo ser la causa para el aumento del consumo de CO2.

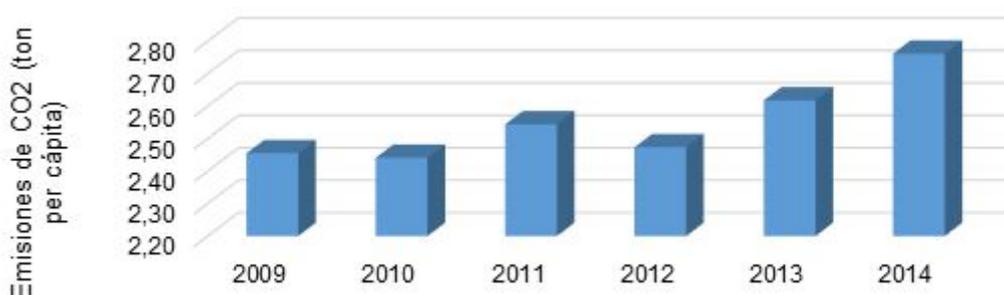


Figura 8.-Emisiones de CO2 per capital en Ecuador: Periodo 2009-2014

Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)

Elaborado: S Morocho

El crecimiento del PIB anual estuvo relacionado con las emisiones de CO2 (Tabla 2) hasta el 2013, donde por cada kilogramo de CO2 equivale a un dólar del PIB ratio que en el 2012 tuvo su punto más bajo con 0,48 kg por \$ del PIB. En el caso del año 2014 se produce un decrecimiento del PIB en 3,99% pero aumenta las emisiones de CO2 efecto que se pudo deber a las bajas del precio del petróleo que afecta al crecimiento económico, pero las emisiones de CO2 demuestran una interdependencia que se debe al consumo de productos elaborados y servicios que generan altos niveles de CO2 como la generación de energía o el parque automotriz del país.

Tabla 2.- Crecimiento económico en función del PIB y las emisiones de CO2 en Ecuador: periodo 2009-2014

	PIB (US\$ a precios constantes)	Crecimiento del PIB (% anual)	Emisiones de CO2 (kg por US\$ del PIB)
2009	67186830556,68	0,57	0,54
2010	69555367000,00	3,53	0,52
2011	75028081292,36	7,87	0,51
2012	79261137178,26	5,64	0,48
2013	83181798259,06	4,95	0,49
2014	86503004995,90	3,99	0,51

Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)

Elaborado: S Morocho

Del total de CO2 registrado por la FAO en el periodo en estudio se extrajo el 25% que corresponde a la agricultura y que se compara con el total de tierras aptas para la agricultura mostrando una relación positiva con una ratio de 0,063 gigagramo de CO2 por hectárea, obtenido de la división de la superficie cosechada para las emisiones.

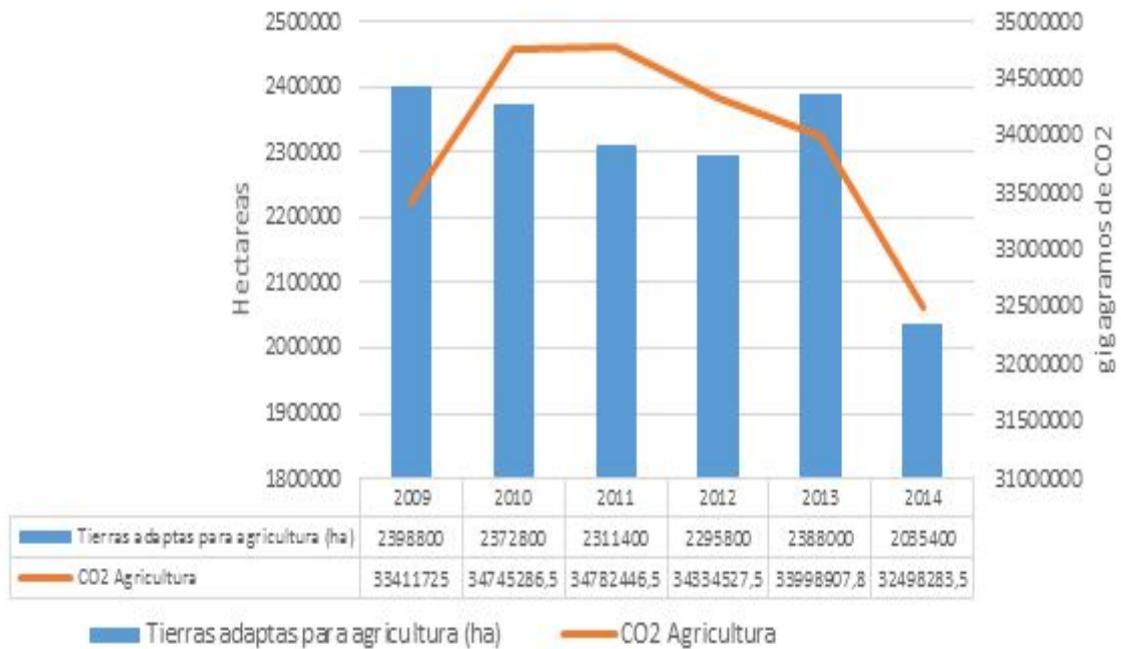


Figura 9. Comparación de emisiones totales de CO2 con el área cosechada:
Periodo 2009-2014

Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)

Elaborado: S Morocho

En la Figura 10 la relación de área cosechada entre los cultivos en estudio es significativa y tiene poca variación estacional pero la línea de tendencia del CO2 decrece desde el 2012, expresando una condición diferente al total del área cosechada en Ecuador en el mismo periodo en estudio, variación que puede obedecer a que gran cantidad del área cosechada en Ecuador pertenece al pasto cultivo que junto con el arroz representan un 60% del gas CO2 en agricultura (Sione et al. 2017).

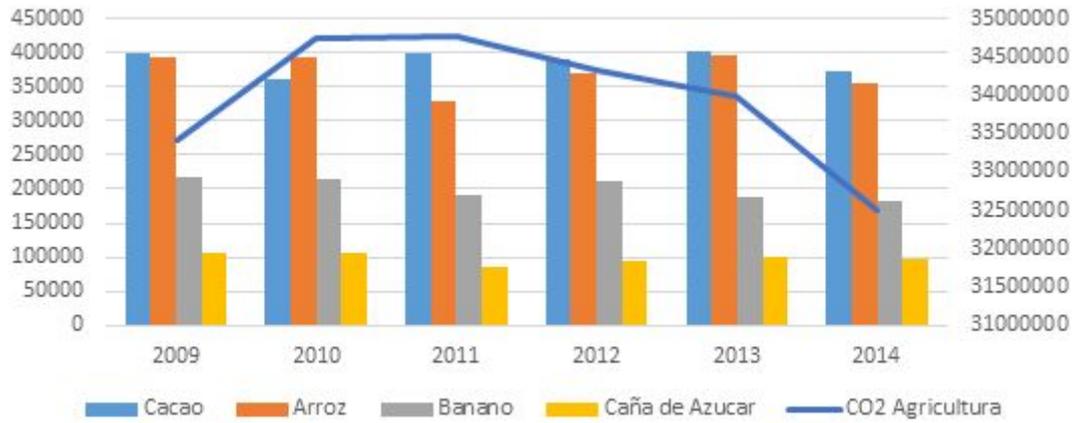


Figura 10. – Relación entre área cosechada de Arroz, Banano, Caña de Azúcar y Cacao y emisiones de CO2 en agricultura: periodo 2009-2014

Fuente: FAOSTAT (2017), Banco Mundial (2017)

Elaborado: S Morocho

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo se concluye con lo siguiente:

5.1 CONCLUSIONES

El crecimiento de la superficie cosechada de banano, caña de azúcar, cacao y arroz tiene relación creciente con las emisiones de CO₂ y el PIB hasta el 2013, donde las dos variables en estudio decrecieron.

En los cuatro cultivos en estudio las actividades que más CO₂ emiten corresponde a la postcosecha y transporte. En la etapa de producción el cacao fue el que menos emite, seguido del banano, caña de azúcar y al final el arroz.

La superficie cosechada por los cuatro cultivos en estudio mostraron poca variabilidad, aunque el PIB mostró un incremento en el consumo per cápita de CO₂ por kg por cada dólar consumido, lo que indico un mayor nivel de este gas en el sector industria y no a nivel agrícola. Lo que en conclusión general significa que la mayor emisión de CO₂ no proviene del incremento de superficie cultivada sino del proceso posterior como la poscosecha del arroz, la industrialización de la caña de azúcar o la fabricación de los derivados del cacao y el proceso logístico de transporte del banano.

1.2. Recomendaciones

Establecer un sistema de monitoreo de las emisiones por cultivo en el Ecuador, fijando límites máximos para su emisión, al sobre pasar los límites, aplicación de multas por contaminación atmosférica, debido a que el país no puede dejar la agricultura la cual es la segunda fuente de ingresos económicos después del petróleo.

Realizar estudios donde se compare la huella de carbono por cada producto agrícola que se exporta, iniciativa tomada por varios países de Latinoamérica en especial los que practican agricultura orgánica, como un incentivo de mercado para incrementar sus ventas cuando el resultado de emisiones de CO₂ sea bajo en comparación con un sistema convencional.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Almagro Vázquez, Francisco, and Francisco Venegas-Martínez. 2009. "Crecimiento Y Desarrollo Con Sustentabilidad Ambiental. Un Enfoque de Cuentas Ecológicas." *Economía Y Sociedad XIV*: 79–103.
- Andrade-Castañeda, Hernán, Milena Seguro-Madriral, and Andrés Rojas-Patiño. 2016. "Carbono Orgánico Del Suelo En Bosques Riparios, Arrozales Y Pasturas En Piedras, Tolima, Colombia." *Agronomía Mesoamericana* 27 (2): 233–41.
- Andrade, Hernán, Oswald Campo, and Milena Segura. 2014. "Huella de Carbono Del Sistema de Producción de Arroz (Oryza Sativa) En El Municipio de Campoalegre, Huila, Colombia." *Corpoica Ciencia Y Tecnología Agropecuaria VO - 15 15 (1)*: 25. doi:https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=XZV7WPqHAs7I8Aeu4ZfoBw#q=agricultura+y+co2%2Bscielo.
- Andrade, Hernán, Milena Segura, and Juan Varona. 2015. "Estimation of the Carbon Footprint of the Production System of Sugar Cane (Saccharum Officinarum) in Palmira , Valle Del Cauca , Colombia." *Revista de Investigación Agraria Y Ambiental* 6 (1): 19–28.
- Ballesteros, Katherine, and Karherine Sotelo. 2013. "Estimación de La Huella de Carbono Para Una Hectárea Cultivada Con Caña de Azucar Desde Una Perspectiva Orgánica." Universidad ICESI.
- Bedoya-Jara, Mayra, Ana Oviedo-Bejarano, Edgar Mera-Bozano, and Santiago Flores-Brito. 2017. "Análisis Del Impacto Del Impuesto Ambiental En El Ecuador, Zona 3." *Revista Digital de Medio Ambiente "Ojeando La Agenda,"* no. 47: 54–74.
- Buenaño, Edwin. 2013. "Sectoros ' Clave ' En Las Emisiones de CO2 : Un Análisis Input-Output Para Ecuador." Universitat Autònoma de Barcelona.

- Cabrera, J, and R Zuaznabar. 2010. "Impacto Sobre El Ambiente Del Monocultivo de La Caña de Azucar Con El Uso de La Quema Para La Cosecha Y La Fertilización Nitrogenada." *Cultivos Tropicales* 31 (1): 5–13.
- Cabrera, Kennedy, Jennifer Arce, Yelena Vega, and Eduardo Luna. 2016. "Análisis Económico Del Sector Bananero Y Su Relación Con El Niño Oscilación Del Sur (ENOS) En La Provincia de El Oro." *Revista Tecnológica ESPOL* 29 (2): 115–23.
- Calderón, Marco, Fernando Andrade, Lorena Lizarzaburu, and Mauricio Masache. 2017. *Valoración Económica de Los Cobeneficios Del Aprovechamiento Energético de Los Residuos Agrícolas En El Ecuador. Estudios Del Cambio Climático En América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Caviglia, O. P., A. B. Wingeyer, and L. E. Novelli. 2016. "El Rol de Los Suelos Agrícolas Frente Al Cambio Climático." *Serie de Extensión INTA Paraná*, no. 78: 27–32.
- Colina, Pablo. 2014. "La Expansión de La Frontera Agraria En El Chaco Salteño Y La Crisis Del Sistema Capitalista. Ida Y Vuelta Entre Lo Local Y Lo Global, Entre Lo Conceptual Y Los Hechos." *Alternativa* 2 (2): 1–23.
- FAO. 2017. "Huella de Carbono de La Cadena de Suministro Del Banano." In *Foro Mundial Bananero*, 1–5. Roma: FAO.
- FAO, FIDA, and PMA. 2012. "La Contribución Del Crecimiento Agrícola a La Reducción de La Pobreza, El Hambre Y La Malnutrición." In *El Estado de La Inseguridad Alimentaria En El Mundo 2012*, 30–39. Santiago de Chile, Chile: FAO. <http://www.fao.org/docrep/017/i3027s/i3027s04.pdf>.
- Feola, Giuseppe, Amy M. Lerner, Meha Jain, Marvin Joseph F Montefrío, and Kimberly A. Nicholas. 2015. "Researching Farmer Behaviour in Climate Change Adaptation and Sustainable Agriculture: Lessons Learned from Five Case Studies." *Journal of Rural Studies* 39 (June). Elsevier Ltd: 74–84. doi:10.1016/j.jrurstud.2015.03.009.
- Hernández, Alejandra, and Alex Guerra. 2016. "La Huella de Carbono Del Azúcar de Guatemala." In *I Congreso Nacional de Cambio Climático*, 1–14. Antigua, Guatemala: ICC.

- Jadán, Oswaldo, Bolier Torres, and Sven Günter. 2012. "Influencia Del Uso de La Tierra Sobre Almacenamiento de Carbono En Sistemas Productivos Y Bosque Primario En Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador." *Revista Amazónica: Ciencias Y Tecnología* 1 (3): 173–86.
- Lescot, Thierry. 2012. "Huella de Carbono Y Ciclo de Vida En La Producción Del Plátano." In *II Jornadas de Transferencia de I+D+i Para Una Producción Sostenible Del Plátano En Las RUPs*, 26. Tenerife, España: CIRAD.
<http://biomusa.net/en/jornadas-y-actividades-eng/segundas-jornadas-de-transferencia-de-idi/5-de-octubre-de-2012-cuarta-sesion/98-9-00-huella-de-carbono-y-ciclo-de-vida-en-la-produccion-de-pl/file>.
- los Rios Cardona, Juan de. 2008. "La Agricultura Latinoamericana Y Sus Posibilidades de Adaptación a Los Cambios Climáticos Globales." *Revista Ideas - Interfaces Em Desenvolvimento, Agricultura E Sociedade* 2 (1): 53–75.
- Manguashca-Guzmán, Javier. 2014. "Generación de Metodología Para Proyectar El Incremento de La Frontera Agrícola En El Cantón Mejía, Usando SIG Y Teledetección." <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3637>.
- Monteros Guerrero, A, E Sumba Lusero, and S Salvador Sarauz. 2014. "Productividad Agrícola En El Ecuador."
- Pandey, Deep Narayan. 2010. "Carbon Sequestration in Agroforestry Systems." In *Advances in Agronomy*, 108:237–307. doi:10.1016/S0065-2113(10)08005-3.
- Rea-Sánchez, Víctor, César Maldonado-Cevallos, and Freddy Villao-Santos. 2015. "Los Sistemas de Información Para Lograr Un Desarrollo Competitivo En El Sector Agrícola." *Revista Ciencia UNEMI* 8 (13): 122–29. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Rentería, Victor, Elisa Toledo, Diana Bravo-Benavides, and Diego Ochoa-Jiménez. 2016. "Relación Entre Emisiones Contaminantes, Crecimiento Económico Y Consumo de Energía. El Caso de Ecuador 1971-2010." *Revista Politécnica* 38 (1).

http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen38/Relacion_entre_Emisiones_Contaminantes_Crecimiento_Economico_y_Consumo_de_EnergiaEl_caso_de_Ecuador_1.pdf.

- Repar, Nina, Pierrick Jan, Dunja Dux, Thomas Nemecek, and Reiner Doluschitz. 2017. "Implementing Farm-Level Environmental Sustainability in Environmental Performance Indicators: A Combined Global-Local Approach." *Journal of Cleaner Production* 140 (January). Elsevier Ltd: 692–704. doi:10.1016/j.jclepro.2016.07.022.
- Restrepo, Ricardo, and Francois Houtart. 2015. "Buen Vivir Y La Necesidad de Cambios Alimentarios." *Revista Ambiente Y Sociedad*, 24–25.
- Rodríguez, Lina M, Claudia M Lubo, Beatriz Sierra, Fernando A Arenas, and Andrés López. 2017. "Dinámica Del Comportamiento de Las Emisiones de CO₂ Por Combustión Fósil Durante La." *Ingeniería Y Competitividad* 76 (1): 66–76.
- Sajjad, Haroon, Iffat Nasreen, and Shahzad Ali Ansari. 2013. "Agroecology and Sustainable Food Systems Assessing Spatiotemporal Variation in Agricultural Sustainability Using Sustainable Livelihood Security Index : Empirical Illustration from Vaishali District of Bihar , India," no. March 2015: 37–41. doi:10.1080/21683565.2013.820251.
- Salgado-Mora, Marisela, Saúl Espinosa-Zaragoza, Sergio Moreno-Limón, and Jesús López-Olguín. 2009. "Cuantificación, cescomposición y contenido Nutricional de Hojarasca En dos Sistemas Agroforestales con cacao (Theobroma Cacao L.) Quantification, Decomposition and Mineral Content of Leaf Litter in Cocoa (Theobroma Cacao L.) Agroforestry Systems." *Quehacer Científico En Chiapas* 1 (7): 10–15.
- Sanchis-Jiménez, Elena. 2014. "Emisiones de Gases en el eultivo del arroz: Efecto de la gestión de la paja." Universitar Politécnica de Valencia.
- Sara Hube, Marta, Luis Alfaro, Gabriel Donoso, and Mario Paredes. n.d. "Contribución Del Cultivo de Arroz Al Cambio Climático." In , 4–7.
- Saravia, Jorge. 2010. "El Problema del crecimiento sostenible." *Revista EAN*, no. 2: 136–47. doi:0120-8160.

- Sérvulo-de Aquino, Luiz, Brunna Simoes-Ungarelli, Guilherme Teixeira, Aínda Ortega-Acosta, Hemani de Moraes-Vieita, and Angelo Nuno Santana-Campos. 2016. "Modelo de aplicación para estimar el consumo de diésel en Cultivos Agrícolas y las emisiones de CO₂." *ICIDCA* 50 (2): 3–12.
- Sione, Silvana María José, Marcelo Germán Wilson, Marcos Lado, and Antonio Paz González. 2017. "Evaluation of Soil Degradation Produced by Rice Crop Systems in a Vertisol, Using a Soil Quality Index." *CATENA* 150 (March). Elsevier B.V.: 79–86. doi:10.1016/j.catena.2016.11.011.
- Svanes, Erik, and Anna K S Aronsson. 2013. "Carbon Footprint of a Cavendish Banana Supply Chain." *International Journal of Life Cycle Assessment* 18 (8): 1450–63. doi:10.1007/s11367-013-0602-4.
- Tezara, Wilmer, Ilsa Coronel, Eleinis Ávila, Jenny de Almeida, Alejandro Ángel, Rosa Urich, Yana Herrera, and A Dh. 2012. "Control de La Fotosíntesis Durante Déficit Hídrico En Especies Tropicales." *Memorias Del Instituto de Biología Experimental* 6: 161–64.
- Tubiello, Francesco, Mirella Córdor-Golec, Rocío Salvatore, Angel Piersante, Sandro Federici, Alessandro Ferrara, Simone Rossi, Paola Flammini, Alessandro Cardenas, et al. 2015. *Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero En La Agricultura Un Manual Para Abordar Los Requisitos de Los Datos Para Los Países En Desarrollo*. doi:978-92-5-308674-0.
- Umaña, Jhon. 2012. "Huella de Carbono En Los Sistemas de Producción Agrícola Dominantes En El Municipio de Falán, Tolima." Pontificia Universidad Javeriana.
- Valencia, Jefferson, Miguel Romero, and Marcela Quintero. 2017. "Manejo del agua y de carbono para cacao." Palmira, Colombia.
- Vallejo Zamudio, Luis Eudoro. 2009. "Del Crecimiento Económico Al Desarrollo Sostenible : Una Aproximación." *Apuntes Del CENES* 28 (47): 99–116.
- Verhulst, Nele, Isabelle Francois, and Bram Govaerts. 2015. *Agricultura de Conservación y Captura de Carbono En El Suelo: Entre El Mito y la Realidad del Agricultor*. Mexico D.F: CIMMYT.

- Verhulst, Nele, Isabelle François, and Bram Govaerts. 2015. *Agricultura de Conservación Y Captura de Carbono En El Suelo: Entre El Mito Y La Realidad Del Agricultor*. Mexico: CIMMYT.
- Vidal-Solórzano, Geovanny, and Jorge Vera-Moreina. 2017. "Relación de La Agricultura, Silvicultura Y Otros Usos Del Suelo En La Contaminación de CO₂ Eq. En El Cantón Junín." Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabi Manuel Felix Lopez.
- Yáñez, Patricio, Hugo Romero, Alex Cabrera, Carolina Altamirano, Geovanny Patiño, and Carolina Robalino. 2012. "Composición y Dinámica de los agrosistemas del Distrito Metropolitano de Quito en los últimos treinta Años y posibles interrelaciones con los efectos del cambio climático Global." *La Granja* 16 (2): 48–68.
- Zaehle, S. 2013. "Terrestrial Nitrogen - Carbon Cycle Interactions at the Global Scale." *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 368 (2): 1–9. doi:10.1098/rstb.2013.0125.

7. GLOSARIO

CEPAL: Comisión Económica para América Latina

CO₂: Dióxido de carbono

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

FIDA: Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola

GEI: Gases efecto invernadero