Universidad Iberoamericana Puebla

Repositorio Institucional **http://repositorio.iberopuebla.mx**

Economía y Finanzas Área de Síntesis y Evaluación

La productividad total de los factores: la agricultura en México antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. Una transición a la economía agrícola verde

Osorio Torres, Carlos

2014

http://hdl.handle.net/20.500.11777/1057

http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf

Carlos Osorio Torres

La Productividad Total de los Factores: la agricultura en México antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. Una transición a la economía agrícola verde.

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TIPO TESIS

Licenciado en Economía y Finanzas

Asesor: María Eugenia Ibarrarán Viniegra

Puebla, Pue. 2014

Índice

Introducción 2
Planteamiento del Problema 3
1. Agricultura 4
1.1. La agricultura en México 4
1.2. Problemas de la agricultura en México 8
1.3. Uso de insumos en la agricultura 11
1.4. Daños ambientales de la agricultura 13
2. Economía verde 19
2.1. Desarrollo Sostenible 20
2.2. La "Iniciativa de la Economía Verde" 21
2.3. Agricultura verde 22
3. Productividad agrícola 23
3.1. Productividad Total de los Factores 24
3.2. Modelo 24
3.3. Producción 28
3.4. Insumos 29
4. Resultados 32
4.1. Regresiones de la Productividad Total de los Factores 37
5. Políticas, prácticas e inversiones de crecimiento verde 46
5.2. Políticas verdes en materia nacional e internacional 49
Conclusión 51
Anexos 52
Bibliografía 58

Introducción

La apertura del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá en el año de 1994 abrió las puertas a México a un mundo globalizado y lleno de nuevas tecnologías. En el caso del sector agrícola, la mecanización y competencia fue la clave esencial que impulsaría el campo mexicano.

El presente trabajo de investigación, pretende indagar en el rendimiento de los insumos que se aplican para la producción agrícola. Con ello, poder medir la productividad de este sector mexicano, usando un índice llamado Productividad Total de los Factores (PTF) en dos periodos de tiempo comprendidos por los años de 1975 a 1993 y del 1994 a 2012, con el fin de medir la productividad del sector agrícola antes y después de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN).

La Iniciativa de Economía Verde lanzada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés) en Octubre de 2008, está enfocada en aprovechar las oportunidades que este nuevo planteamiento ofrece. Consta de varios componentes, cuyo objetivo global es proporcionar análisis y políticas de apoyo a la inversión en los sectores verdes y en la ecologización de sectores hostiles al medio ambiente.

Una vez analizada la productividad de ambos periodos, se busca conocer cuál es la relación de cada uno de los insumos en la producción agrícola, para indagar si una nueva política en materia agraria podría ser viable para México, así como proponer un paquete de políticas hacia una economía verde para lograr un crecimiento sostenible del campo mexicano.

Planteamiento del Problema

Hipótesis

Si en México la Productividad Total de los Factores del sector agrícola ha tenido tendencia positiva, entonces el Tratado de Libre Comercio con América del Norte trajo insumos productivos para el campo mexicano.

Si la hipótesis no es correcta, el enfoque que se tiene en el campo mexicano debe cambiar hacia una agricultura que piensa en el medio ambiente y en su crecimiento sostenible.

Objetivo General

Determinar la Productividad Total de los Factores en la agricultura de México y cuáles son los insumos que más afectan la productividad.

Objetivos específicos

Describir cuales son los daños que la agricultura crea en términos medio ambientales.

Conocer que usos de insumos agrícolas afectan al medio ambiente y a la productividad.

Proponer nuevas prácticas y políticas en materia de economías verde para impulsar el sector agrícola

1. Agricultura

La agricultura es el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar las diferentes plantas, semillas y frutos. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y tierra para los cultivos. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, en un sector de alimentación (Jácome & del Almo Rodriguez, 1999).

Todas las actividades económicas que abarca dicho sector tienen su función en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción humana en el sector. Es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones, en especial para la alimentación humana.

1.1. La agricultura en México

La historia de la alimentación en México se relaciona directamente con la agricultura. El maíz, la calabaza, el chile y el jitomate, fueron los primeros alimentos del mexicano, ya que crecían en forma silvestre. Por su resistencia a condiciones variables, el maíz pudo ser cultivado junto con el frijol y la calabaza, surgiendo un tipo de agricultura que estaba destinada a alimentar a la población.

Nuestro país cuenta con un territorio de 198 millones de hectáreas, de las cuales el 73.2% (145 millones) se dedican a la actividad agropecuaria. Del total del sector agropecuario, cerca del 20.7% (30 millones de hectáreas) son tierras de cultivo (SAGARPA, 2007). El área bajo cultivo representa el 15.2% de la superficie total del país. Sin embargo, solamente se cultivan entre 20 y 25 millones de hectáreas por año, y solo 4.8 millones son de riego, cerca de 1 millón son de humedad, y más de 18 millones son de temporal (Morales, 2003).

Actualmente, el espacio agrícola mexicano se ha diversificado, en parte por la necesidad de distintas variedades de cultivos y también por la gran variedad de climas, suelos, formas del paisaje y culturas. Existen distintos cultivos y tipos de agricultura, entre estos los dos tipos de agricultura que tienen más relevancia en México por su importancia son la agricultura comercial y la de subsistencia.

En general, en la agricultura existen 3 tipos de cultivos, que son básicos, cíclicos y perennes. Los cultivos básicos en México son el maíz, frijol, garbanzo, trigo, arroz. Estos son los cultivos que por razones alimenticias, económicas, sociales, etc. se cultivan en casi todas las regiones. Los cultivos cíclicos dependen del periodo vegetativo, ya que si este es menor a un año se les denomina cíclicos. Y se concentran en dos periodos productivos: otoño-invierno y primavera-verano. Por último, los cultivos perennes, aquellos cuyos ciclo vegetativo es mayor a un año.

Se denomina año agrícola al periodo de dieciocho meses que resulta de la adición de las siembras y cosechas que se realizan en los ciclos agrícolas de otoño-invierno y primavera-verano así como de las cosechas de productos perennes. Comprende octubre-diciembre de un año, más el siguiente completo y los meses enero-marzo del año subsecuente (SAGARPA, Sistema de información agropecuaria de consulta 1980-2008 , 2008).

Un año agrícola de cultivos perennes hace referencia a frutales y plantación con vida económicamente útil de 2 a 30 años, aunque vegetativamente hay especies con más de 50 y hasta 100 años que pueden estar en producción. El registro inicia en el mes de enero y termina en el mes de diciembre del mismo año; excepto para café. (INEGI, Aspectos Normativos y Metodológicos, 2013)

Cuando se habla de cosecha Otoño-Invierno, se refiere al periodo de cosecha, el cual abarca de marzo a septiembre del mismo año. Y la cosecha Primavera-Verano, se refiere al periodo de cosecha tipo, el cual inicia en septiembre y termina en marzo del año siguiente. De igual forma, cuando se habla de Siembra primavera-verano o siembra otoño-invierno, toca los meses de marzo a septiembre del mismo año o de septiembre a marzo respectivamente, teniendo que la diferencia varia en que unos son cosechas y los otros de siembra.

En México existe un gran contraste al interior del sector agrícola, ya que por un lado se encuentra la agricultura de subsistencia o tradicional, donde el “campesino” depende de en parte de la lluvia para la producción y utiliza mano de

obra no asalariada para producción de sus cosechas. Esta agricultura es utilizada generalmente para el autoconsumo, también podría denominarse familiar.

Por otro lado, se encuentra la agricultura comercial o industrial, donde la tecnología se emplea para alimentar la productividad. También se usa la irrigación y la mano de obra para la producción, y a diferencia de la agricultura de subsistencia, las cosechas se destinan principalmente al mercado para comerciar (Taylor, 2012).

En México y en general en todas partes del mundo, existen dos tipos de agricultura por su forma de abasto de agua; la que se relaciona con la de subsistencia es la de temporal, ésta depende exclusivamente de las lluvias y permite sembrar una vez al año, en ella el agricultor produce sin aporte de sistemas de irrigación. Y el otro tipo de agricultura es de riego, esta se caracteriza por contar con canales, u otros sistemas de riego artificial y permite la siembra, al menos dos veces al año (INEGI, 2011).

De la superficie dedicada a la agricultura se puede señalar, en términos generales, que casi el 25% se cultiva bajo condiciones de riego ya que la mayoría de las siembras del país son de temporal. En el caso de la superficie de riego, poco más del 10% se encuentra bajo sistemas tecnificados, mientras que el resto opera bajo condiciones de riego no tecnificado (INEGI, 2011).

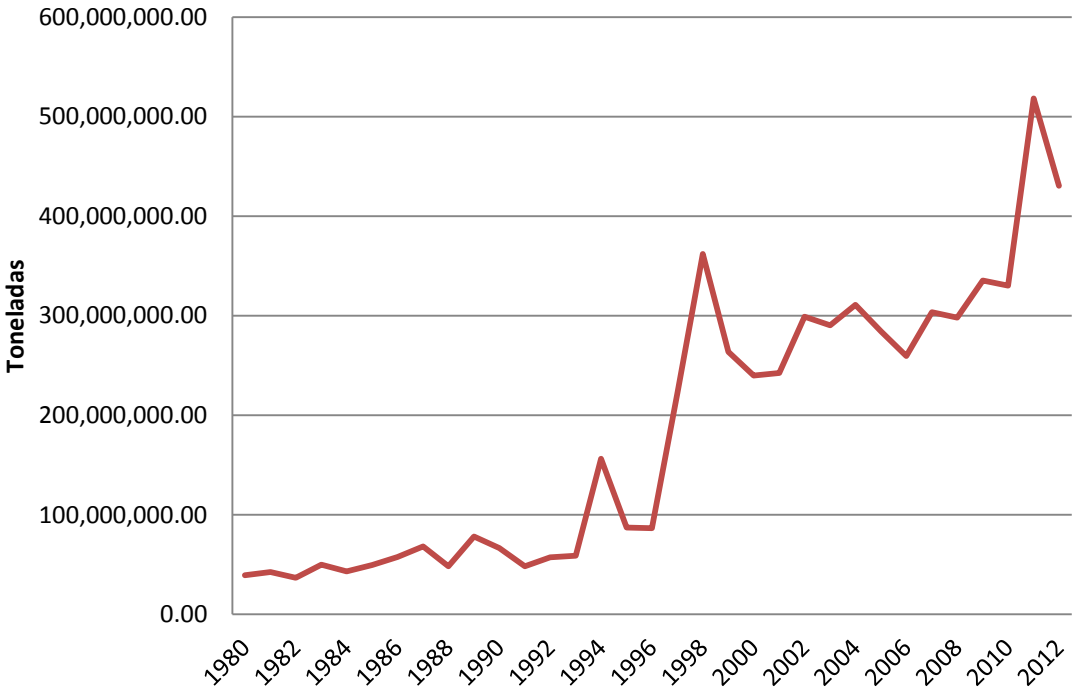
Esta misma polarización de la agricultura se puede ver en términos regionales, siendo la parte norte del país la que emplea las técnicas agrícolas con mayor tecnología y desarrollo, y la que recibe el mayor porcentaje de inversión extranjera (Wise & Nadal, 2010). Por su parte el sur mexicano, tiene una mayor presencia de agricultores tradicionales y a su vez a los estados más pobres.

Esta regularidad empírica de la distribución geográfica de los diferentes tipos de agricultura puede llevarnos a pensar que existe un vínculo entre pobreza y agricultura tradicional; sin embargo, esta relación entre pobreza y agricultura no es tan simple, ya que existe una gran cantidad de factores que generan la pobreza en el caso agrícola. Sin embargo, es posible afirmar que, comparativamente, la

situación de marginalidad y pobreza se manifiesta en mayor proporción en los pequeños productores agrícolas o campesinos de subsistencia y más tradicionales, con respecto a los medianos y grandes productores de agricultura comerciales (Braun & Díaz-Bonilla, 2008).

La diversidad y polarización que se pueden encontrar en los productores y en las regiones agrícolas, se ha hecho mayor con la apertura comercial a la que se ha sometido el sector de la agricultura a través del TLCAN (Tapia, 2005). Sin embargo, la situación actual de la agricultura en México no es exclusivamente producto del Tratado de Libre Comercio o la apertura comercial, sino que arrastra una serie de factores y circunstancias que de manera histórica se han gestado y que han afectado al campo mexicano. Es posible demostrar que la producción agrícola se ha incrementado con la apertura comercial (Gráfico 1.1.), pero sabiendo que el beneficio es para los grandes comerciantes y no para los pequeños agricultores.

Gráfico 1.1. Producción agrícola en México.



Fuente: INEGI. Elaborado con base en SIACON; varios años.

1.2. Problemas de la agricultura en México

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2012 realizada por el INEGI, arroja los principales problemas para el desarrollo de las actividades agropecuarias en el campo mexicano son:

- Falta de apoyos
- Alto costo de insumos y servicios
- Pérdida por cuestiones climáticas, plagas, enfermedades, etc.
- Falta de capacitación y asistencia técnica
- Pérdida de fertilidad del suelo
- Infraestructura insuficiente para la producción
- Dificultad para la comercialización
- Vejez, enfermedad o invalides del productor
- Falta de organización para la producción
- Acceso al crédito
- Falta de documentos para acreditar la posesión de la tierra
- Litigio o invasión de la tierra

De los anteriores problemas, muchos tienen solución con la economía verde, ya que además de fomentar la agricultura ecológica, se preocupa por la inversión y subsidios para impulsar el sector. Ese es un tema que se verá mas adelante con profundidad. Analizando los problemas anteriores, nos podemos dar cuenta, que especialmente tres de ellos están relacionados con el medio ambiente: “alto costo de insumos y servicios”, “Pérdida por cuestiones climáticas, plagas, enfermedades, etc.” y “Pérdida de fertilidad del suelo”, estas pueden estar relacionadas entre sí, hablando de los altos costos de insumos y servicios se puede pensar en los fertilizantes, pesticidas, agua, energía, etc., la aplicación de estos mismos, en caso especifico afectan a las cuestiones climáticas, a la fertilidad del suelo, mata biodiversidad que mantiene un equilibrio natural y protege de las plagas. Estas cuestiones serán analizadas con mayor atención en secciones posteriores.

Por otro lado, viendo la problemática estructural, social y económica, se pueden ver otros tipos de problemas. Cuando se ve la producción del sector agrícola, es claro que ha ido en aumento desde la apertura del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (Grafico 1.1.), pero esto no implica un mayor bienestar para los productores mexicanos, ya que uno de los principales problemas es la migración de estos mexicanos hacia los países con los que se tiene el tratado (García, 2009).

Otro problema es la desregulación de los mercados, no se puede competir cuando son precios "dumping"[1] en condiciones desfavorables para los agricultores, ya que compran la cosecha a precios muy bajos, mientras las grandes empresas que controlan el mercado ganan miles de millones de pesos. Esto también va relacionado con que a los agricultores por motivos de infraestructura comercial, debido a la falta de herramientas competitivas de mercado (capacidad de acceso al mercado y negociación, almacenamiento, transporte y distribución), a los campesinos, les es difícil y caro vender sus productos, por ello, los intermediarios agrícolas abusan y llegan a comprar a precios por debajo de su valor.

Para ejemplificar el caso anterior, el dirigente Nacional de la Coordinadora Nacional del Plan de Ayala, José Narro Céspedes dice: "El maíz estaba a cinco mil 200 pesos la tonelada, este año está en tres mil doscientos pesos. México produce 22 millones de toneladas de maíz, tres empresas concentran 14 millones de toneladas de maíz. Cada peso que baja son 14 mil millones de pesos de ganancia porque la Maseca no baja, la tortilla no baja, está entre 14 y 18 pesos el kilo, quien pierde es el productor y el consumidor". "Está el caso del frijol, pasó exactamente lo mismo, ofrecieron que iba a ser de diez pesos el frijol negro y doce pesos el pinto. En Zacatecas, el primer estado productor, inició a ocho pesos y ahora es a cinco pesos. Nos dijeron que iba a haber precio alto pero pidió requisitos que los campesinos no pueden cumplir" (Céspedes, 2014)

[1] Término inglés que se utiliza para hacer referencia a la práctica mono-polística de discriminación de precios. Práctica comercial discriminatoria consistente en vender un mismo producto a precios diferentes en distintos mercados

El rezago estructural del campo mexicano ha sido imposible revertirlo con políticas de apoyos y subsidios en los últimos años, pues antes de elevar su productividad y competitividad el sector ha enfrentado una economía caracterizada por la apertura comercial internacional, lo cual le ha obligado a un sector con pocas herramientas de mercado a enfrentar la competencia en un entorno adverso y bajo condiciones poco favorables. (Colín, 2014).

Otro problema del campo, está relacionado al cambio climático, los efectos de los gases de efecto invernadero (GEI) ya se manifiestan en la intensificación de los fenómenos hidrometeorológicos extremos[2]. Los efectos previsibles son cambios drásticos en el comportamiento de lluvias y sequías, inundaciones, escasez en la disponibilidad de agua dulce y suelos productivos, variaciones en la temporalidad de procesos biológicos.

Como menciona Enrique Martínez Martínez (2014) titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), otro de los grandes problemas del campo es que "sufre de bipolaridad: algunos productores tienen acceso a la más alta tecnología, mientras que otros no tienen ni siquiera agua". Afirma que en México existen productores con herramientas y tecnología de clase mundial, pero por el otro lado, hay productores que carecen de todo: "Existen zonas en las que sobra el agua y otras donde escasea totalmente. Es decir, hay grandes desequilibrios que deben poco a poco irse atemperando y sobre todo lograr una mayor riqueza en el campo" (Mejía, 2014). Esto claramente muestra los beneficios que tienen las grandes empresas en el campo, y cómo las empresas de subsistencias carecen de infraestructura, de servicios, de transporte y de energía, entre otros factores.

Un problema que se ha encontrado con la realización de este trabajo es que la productividad agrícola en diferentes periodos se ha visto deteriorada. Del año de 1994 con la apertura del TLCAN la productividad ha tenido una tendencia a la

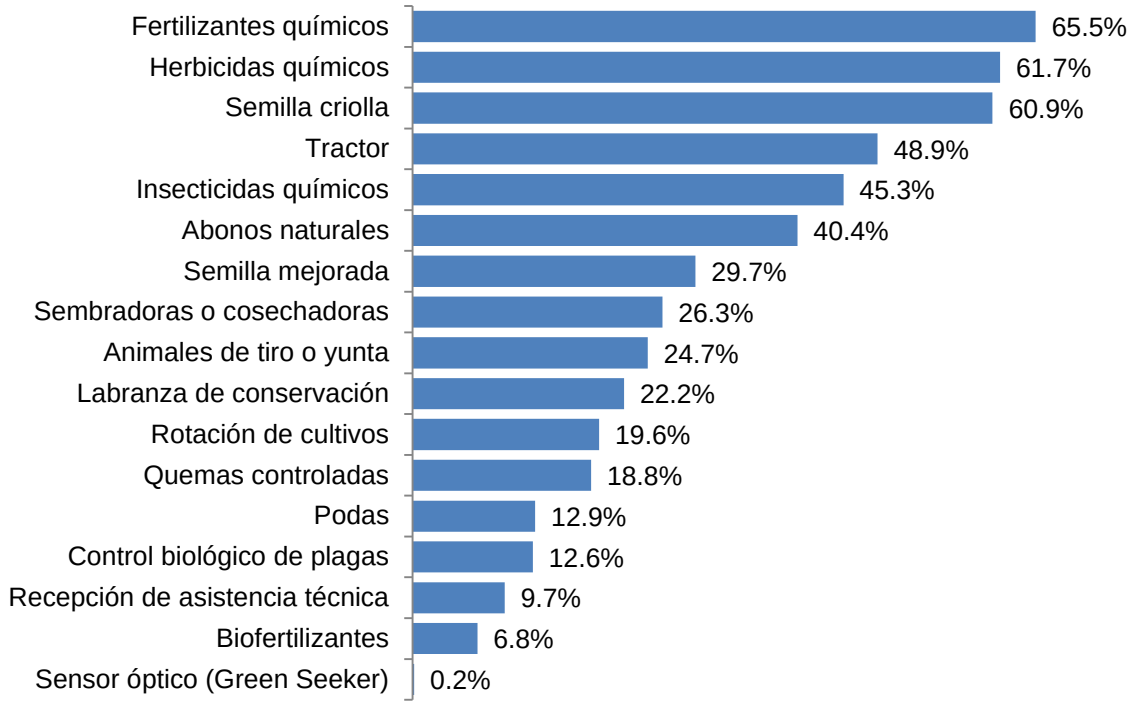
[2] La hidrometeorología es una rama de la ciencia de la atmósfera (meteorología) y de la hidrografía que estudia la transferencia de agua y energía entre la superficie y la atmósfera. Se deben a la acción de factores atmosféricos, como el viento, la lluvia o cambios bruscos de temperatura. Son ejemplos de éstos los huracanes, las inundaciones y las tormentas de nieve o granizo.

baja, con años mezclados de tasas de crecimiento y decrecimiento. El problema es que para el año 2012 se tiene la productividad parecida a los años 80's. El Gráfico 1.1 nos mostró que el aumento de la producción fue favorable, pero por otro lado la productividad indica lo contrario, esto se puede interpretar como los costos para la producción han aumentado a mayor ritmo que la producción.

1.3. Uso de insumos en la agricultura

Los insumos que se utilizan en la agricultura son tecnologías creadas a lo largo del tiempo para tener mayor control, eficiencia y producción. Entre las principales herramientas que se encuentran en la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2012 realizada por el INEGI encontramos las siguientes tecnologías que utilizan las unidades de producción para realizar las actividades agrícolas: Fertilizantes químicos, herbicidas o Insecticidas químicos, semilla criolla, abonos naturales, semilla mejorada, sembradoras o cosechadoras, animales de tiro o yunta, labranza de conservación, rotación de cultivos, quemas controladas, podas, control biológico de plagas, recepción de asistencia técnica, biofertilizantes y green seeker (descripción en Anexo 1).

Gráfico 1.2. Principales tecnologías que utilizan las Unidades de Producción para la actividad agrícola.



Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria 2012.

La gráfica anterior nos muestra el porcentaje de las unidades de producción que utilizan cada insumo o tecnología para el trabajo agrícola. De un total del 100%, los 5 principales insumos son los fertilizantes químicos, herbicidas químicos, semilla criolla, tractor e insecticidas químicos de los cuales, la mayoría como su nombre lo indica son químicos que se presume ayudan a la producción agrícola. El problema con esos tres insumos son sus afectaciones medioambientales.

Uno de los recursos más importantes utilizados en la agricultura, y que generan un mayor problema a futuro, es el agua. “En 2011, la extracción hídrica total nacional para usos consuntivos alcanzó los 80.3 km3, destacando el sector agrícola con un consumo de 61.6 km3, equivalente al 77 por ciento del total de las extracciones.” (FAO, Aquastat, 2013)

En la Tabla 1 se muestra el total de la extracción del agua en México para el año 2011, y nos desglosa en las actividades en las que se utiliza. Resalta que el 77% se emplea en la actividad agrícola, mientras que el 14% es el destinado para uso

ciudadano en municipios, y por último el 9% solo se destina a la actividad industrial en México.

Tabla 1.1. Usos del Agua, 2011.

Extracción del agua			
Extracción total de agua:		80,300	millones m³/año
	Agrícola	61,580	millones m³/año
	Municipal	11,440	millones m³/año
	Industrial	7,280	millones m³/año
	Por habitante	700	m³/año
Extraccion del agua superficial y agua subterranea		75,331	millones m³/año
	% sobre los recursos hídricos renovables totales reales	17	%

Fuente: Elaborado con datos del INEGI.

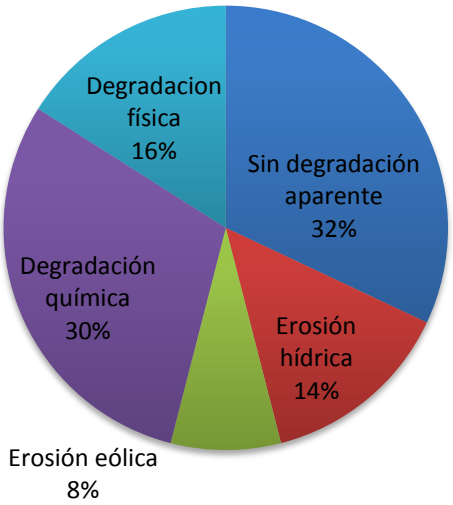
1.4. Daños ambientales de la agricultura

La agricultura representa el mayor uso de la tierra por ser humano. Aproximadamente dos terceras partes del agua utilizada se destina a este sector.

La degradación de los recursos naturales es un tema de creciente preocupación mundial en la actualidad. Esa degradación ha sido denominada globalmente como desertificación, y constituye un proceso generalizado de deterioro de la tierra que afecta la regulación del ciclo hidrológico, el amortiguamiento de los cambios climáticos severos, la permanencia de la biodiversidad y la fijación de energía, entre otros aspectos. Todo esto afecta la capacidad biológica del ecosistema (CONAZA, 1994).

SEMARNAT indica en su reporte “La degradación de los suelos en México” que “Las principales causas de la degradación de suelos en México son las actividades agrícolas y pecuarias.” También menciona que el 35% de la degradación es por causas correspondientes a la actividad agrícola y 7.5% a la pérdida de la cubierta vegetal.

Gráfico 1.3. Degradación del suelo en México (2008)



Fuente: Elaboración con datos de Semarnat. Evaluación de la degradación del suelo. México 2008.

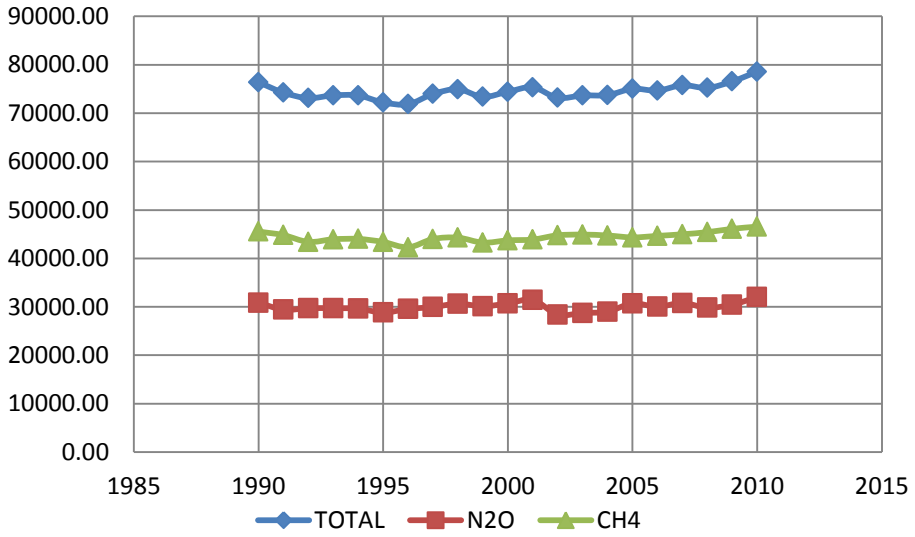
El gráfico 1.3, nos indica la estructura de la degradación por la actividad agrícola para el año 2008. El 68% del suelo se encuentra degradado. Esto refleja que los procesos que se están utilizando para el sector están siendo sin visión de protección del suelo a futuro.

Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros empleados son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables. La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, el cambio climático, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria (FAO, 2011).

Por otra parte, la producción agropecuaria tiene profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. De estos efectos la mayor fuente son antropogénicos y contribuyen a la creación de gases de efecto invernadero entre ellos metano y óxido nitroso. Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son todos aquellos compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del sol, aumentando y reteniendo el calor allí mismo, en la atmósfera, aumentando considerablemente la

temperatura del planeta, y constituyendo un elemento central en lo que al calentamiento global refiere. En la agricultura, los compuestos químicos que se usan para la producción de los insumos generan gases dañinos para el planeta. Las emisiones de GEI procedentes de la agricultura consisten en los gases de dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) y óxido nitroso (N2O), y provienen de la producción agrícola y ganadera y las actividades de gestión. En el sector agrícola las emisiones de Gases de Efecto Invernadero encontradas en el FAOSTAT proceden de diferentes actividades de la producción como la combustión de residuos, sabana, cultivo de suelos orgánicos, estiércol aplicado y gestión de los suelos y pasturas, cultivo de arroz, fermentación entérica, uso de fertilizantes sintéticos, residuos agrícolas, uso de energía, combustión de biomasa y usos de la tierra.

Grafico 1.4. Gases de Efecto Invernadero producidos por la agricultura en México (Gigagramos)



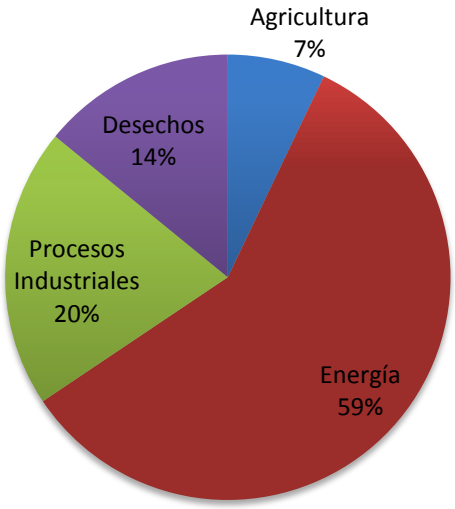
Fuente: Elaboración en base a datos del FAOSTAT. Varios años.

El gráfico 1.4 nos muestra el total de gigagramos que genera la agricultura, en el periodo de 1990 al 2010[3]. El total de gigagramos al 2010 fue de 78,572.3,

[3] Un gigagramo (1 x 109 gramos) equivale a un millón de kilogramos, o bien, a mil toneladas. Se utiliza para medir los Gases de Efecto Invernadero.

representando de este el metano con 59% y el óxido nitroso con el 41% aproximadamente (FAO, FAOSTAT, 2012).

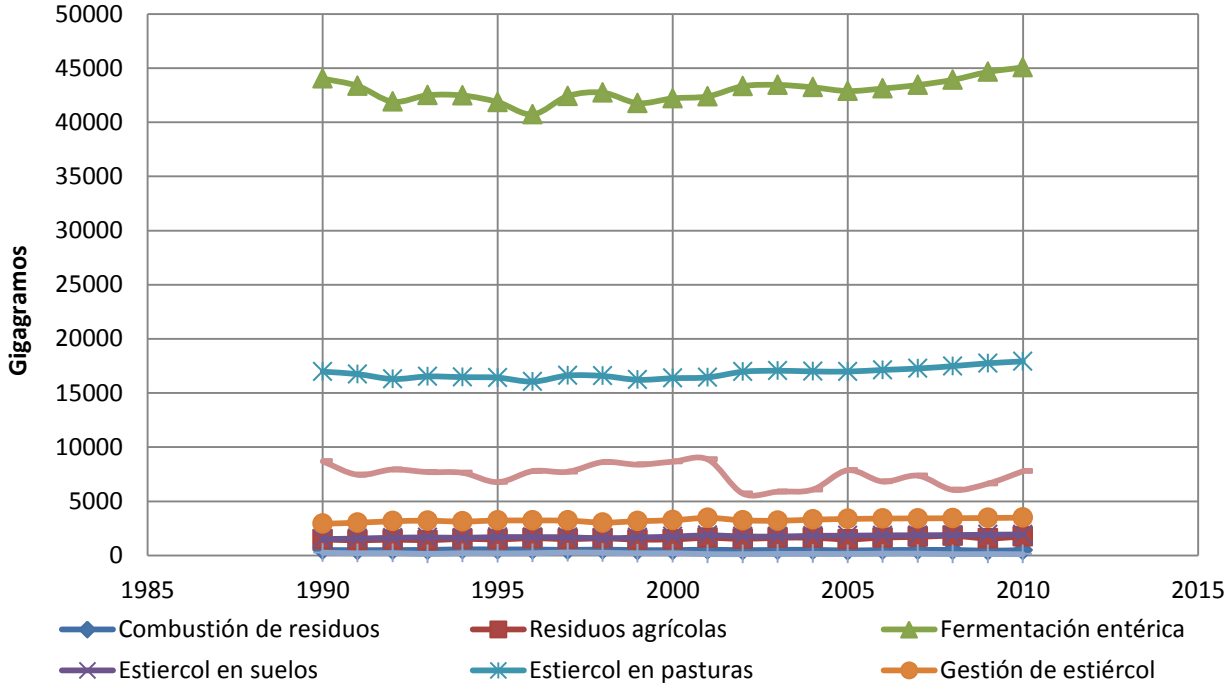
Gráfico 1.5. Participación sectorial de Gases de Efecto Invernadero en México.



Fuente: Elaborado con cifras de SEMARNAT. Año 2010.

Del total de los Gases de Efecto Invernadero, la agricultura representa el 7.1% de lo que se emite en México. La energía representa el 58.5%, los procesos industriales el 20.3% y los desechos 14.1%. Es preciso señalar que en el conjunto de los otros tres sectores se incluyen actividades agrícolas que por su giro no se contemplan como GEI producidos por la agricultura, como es la industria química para la fabricación de insumos agrícolas, la energía que se utilizan en los procesos, desechos de aguas residuales, entre otros.

Gráfico 1.6. Proceso agrícola que genera GEI (CO2eq)



Fuente: Elaboración con datos del FAOSTAT. Varios años.

En el Gráfico 1.6 se muestra cada actividad y su aportación al total de los Gases de Efecto Invernadero medido en Gigagramos. Existen 3 principales causantes. En primer lugar se encuentra la fermentación entérica, que consiste en el gas metano producido y emitido en los sistemas digestivos de los animales con el consumo y evacuación de alimento, esto representa el 57.3% del total de GEI. En segundo lugar está el estiércol utilizado en pasturas, consisten en óxido nitroso generado por las adiciones de nitrógeno a los suelos gestionados por parte del ganado en pastoreo, representa el 22.8% de las emisiones. En tercer lugar están los fertilizantes sintéticos, que son aquellos que son elaborados en procesos industriales con sustancias químicas; consisten en el gas óxido nitroso generado por las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, estos representan el 9.9% del total. Los 5 restantes, de acuerdo a su porcentaje se ubican de la siguiente manera: gestión de estiércol 4.4%, estiércol en suelos 2.47%, residuos agrícolas 2.2%, combustión de residuos 0.63% y cultivo arroz 0.15% (FAO, FAOSTAT, 2012).

La contaminación del agua por el uso de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas e insecticidas es uno de los principales problemas. La contaminación con los fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a un crecimiento desmedido de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. (FAO, 2002)

La aplicación de insecticidas, herbicidas y fungicidas provoca la contaminación del agua dulce con compuestos carcinógenos y otros venenos que afectan al ser humano y a muchas formas de vida silvestre. Los plaguicidas también reducen la biodiversidad, ya que destruyen hierbas e insectos y con ellos las especies que sirven de alimento a pájaros y otros animales (FAO, 2002). Algunas de las formas de vida afectadas (insectos y plantas no deseadas) pueden ser importantes recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de cultivos y predadores de insectos dañinos. Otras son potencialmente una fuente importante de material genético para mejorar cultivos.

El uso de fertilizantes y pesticidas químicos ha provocado contaminación de diversos tipos y el agotamiento de suelos que no recuperaban todos sus nutrientes. Por otra parte, la mecanización ha producido problemas de compactación de suelos. Por último, la necesaria expansión del regadío, dado que estas variedades requerían grandes cantidades de agua, han provocado también problemas como la salinización de los suelos y el agotamiento de los acuíferos. (Jakob & Dávila Moreno, 2012)

La agricultura igualmente es una de los principales causantes de la contaminación del aire. El uso de los fertilizantes minerales representa el 16% de las emisiones y

la combustión de biomasa y residuos de cultivos el 18% aproximadamente. Además como es el principal productor de amoniaco[4] (FAO, 2002).

Por otro lado se encuentran los factores climáticos, que según los expertos, son el resultado del lento pero visible deterioro del equilibrio ecológico, y que originan que los temporales, antes previsibles, ya no puedan anticiparse con la misma precisión, y que además, pongan en riesgo no sólo las cosechas, sino también los recursos naturales y la vida de la población aledaña a zonas de riesgo.

Si se llegaran a utilizar más métodos sostenibles de producción agrícola, se podrían contrarrestar los efectos sobre el medio ambiente. En algunos casos, la actividad agrícola puede desempeñar una función importante en la inversión de estos efectos, como puede ser, almacenando carbono en los suelos, mejorando la filtración de agua y conservando o mejorando la biodiversidad y los paisajes. Se requieren modelos de agricultura sostenible que sean rentables para los agricultores, amigables con la naturaleza y produzcan alimentos sanos y accesibles para los consumidores

2. Economía verde

Según la UNEP, una ***"Economía Verde"*** se traduce en un mayor bienestar humano y equidad social, al tiempo que reduce significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica. En su expresión más simple, una economía verde puede ser considerada como una forma de producción que es baja en carbono, eficiente en el uso de recursos y socialmente inclusiva. Una economía verde es aquel sistema productivo que promueve crecimiento en los ingresos y el empleo a través de las inversiones públicas y privadas que reducen las emisiones de carbono y la contaminación, mejoran la eficiencia energética y de recursos, y evitan la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos. (UNEP, 2011)

La economía verde no se limita solo a los ámbitos ambientales, como lo indica su nombre. Sino que considera aspectos financieros, sociales y ambientales, y es un

[4] Gas incoloro, de olor irritante, soluble en agua, compuesto de un átomo de nitrógeno y tres de hidrógeno. Es un producto básico en la industria química. (Fórm. NH3).

generador de conciencia ecológica para los productores, pero también toma toman factores que han pasado desapercibidos o por alto históricamente por estudios económicos.

La economía verde es una economía o modelo de desarrollo económico basado en el desarrollo sostenible y el conocimiento de la economía. Las inversiones deben ser catalizadas y apoyadas por el gasto público, reformas de las políticas específicas y los cambios de regulación. Esta vía de desarrollo debe mantener, mejorar y, en su caso, reconstruir el capital natural como un activo económico fundamental y fuente de beneficios públicos, especialmente para las personas pobres cuyos medios de vida y de seguridad dependerá en gran medida de la provisión de recursos naturales.

2.1. Desarrollo Sostenible

"El desarrollo sostenible es aquel que es capaz de satisfacer las necesidades actuales de la población sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones" (ONU, 1987). Así, una actividad se considera sostenible si es que se puede mantener en el tiempo sin comprometer el medio ambiente. El desarrollo sostenible se basa en tres factores: sociedad, economía y medio ambiente.

Existen otros autores como (Pearce, Markandya, & Barbier, 1989), que también dan sus definiciones, conceptos y puntos importantes sobre la sostenibilidad, como son:

- No debe haber un declive no razonable de cualquier recurso: agua, combustibles, madera.
- No debe haber un daño significativo a los sistemas naturales: bosques, animales, minerales, tierra, aire, agua.
- No se deben producir reducciones significativos de la estabilidad social: por ejemplo, no es recomendable querer instaurar grandes presas que obligan

al abandono de poblaciones, y esto conlleva a transvases de ríos que desertifican zonas enteras, grandes lagos que se secan.

Al enfocarnos más al término sociedad, los autores Goodland y Daly nos hablan sobre cómo debe ser una sociedad sostenible:

- Los recursos de extracción no deben utilizarse a un ritmo superior al de su ritmo de regeneración.
- Los contaminantes no deben usarse y menos a un ritmo superior al que el sistema natural es capaz de neutralizar.
- Debe existir un ritmo más bajo de consumo de recursos no renovables. Como ejemplo, los combustibles fósiles.

Hablando en términos de Gobierno o Estado, el principio 13 de la Declaración de Estocolmo dice: “A fin de lograr una más racional ordenación de los recursos y mejorar así las condiciones ambientales, los Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de la planificación de su desarrollo, de modo que quede asegurada la compatibilidad del desarrollo con la necesidad de proteger y mejorar el medio ambiente humano en beneficio de su población” (PNUMA, 1972).

Esto nos dice que el estado tiene que contribuir al mejoramiento del medio ambiente y viendo siempre a favor a la población. Por eso es importante la consciencia por parte del Estado, y su pleno involucramiento.

2.2. La "Iniciativa de la Economía Verde"

La Iniciativa de Economía Verde lanzada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés) en Octubre de 2008, está enfocada en aprovechar las oportunidades que este nuevo ofrece. Consta de varios componentes cuyo objetivo global colectivo es proporcionar análisis y políticas de apoyo a la inversión en los sectores verdes y en la ecologización de sectores hostiles al medio ambiente. (UNEP, 2011)

Por ello en el presente trabajo se quiere medir la productividad del sector agrícola en la economía mexicana, para poder analizar de manera desglosada la relación que tienen los costos de los insumos en la producción de alimento, con el fin de conocer si una iniciativa de economía verde puede ser viable. Para ello mediremos la productividad de los insumos que afectan al medio ambiente.

2.3. Agricultura verde

La agricultura verde o agricultura sostenible es aquella que, en el largo plazo, contribuye a mejorar la calidad ambiental y los recursos básicos de los cuales depende la agricultura, satisface las necesidades básicas de fibra y alimentos humanos, es económicamente viable y mejora la calidad de vida del productor y la sociedad toda. (FIDA, FAO, & PMA, 2002)

Un manejo sostenible de los agro-ecosistemas se define como una equilibrada combinación de tecnologías, políticas y actividades, basada en principios económicos y consideraciones ecológicas, a fin de mantener o incrementar la producción agrícola en los niveles necesarios para satisfacer las crecientes necesidades y aspiraciones de la población mundial en aumento, pero sin degradar el ambiente.

La conservación de los recursos productivos y del medio ambiente constituyen las dos exigencias básicas de la variable ecológica de la agricultura sostenible.

La oferta de alimentos sanos y seguros a un costo razonable de los sistemas de producción son las dimensiones socioeconómicas de la agricultura sostenible.

La agricultura sostenible tiene que ser económicamente rentable, todos los agentes involucrados deben tener un mayor beneficio y por tanto la productividad debe mejorar. Por tal motivo, es importante medir la Productividad Total de los Factores, para a partir de ello proponer mejores prácticas agrícolas.

3. Productividad agrícola

La productividad agrícola se mide como el cociente entre la producción y los insumos productivos; esto quiere decir, que se calculan los costos de producción y se resta a la producción. Calcular la producción de la agricultura de forma exacta es muy complicado, ya que las densidades de muchos de los insumos suelen ser diferentes. Por ese motivo la producción suele medirse por el valor de mercado del producto final, lo que excluye el valor de los productos intermedios. (Palerm, 1968)

El valor del producto final puede ser comparado con el valor de cada factor utilizado en su producción (fertilizantes, trabajo, etc.) lo que nos daría una medida de la productividad de cada factor. De igual modo, el método que en este trabajo se considera mide la eficiencia general con la que los factores productivos son utilizados conjuntamente. A esto se le denomina ***productividad total de los factores*** (PTF) (Bank, 2001). Éste método de medición de la productividad compara índices de producción con índices de factores. De ésta manera se refleja cuál es realmente el factor productivo que contribuye en mayor medida a la productividad. Cambios en la productividad total de los factores suelen estar asociados con mejoras tecnológicas o institucionales.

Aumentar la productividad supone conseguir incrementos de producción por unidad de recursos utilizados para obtener bienes y servicios. La Productividad Total de los Factores permite establecer comparaciones entre distintas regiones de un país, entre países y entre períodos. En este trabajo analizaremos el caso de México, para distintos periodos, en particular antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte.

3.1. Productividad Total de los Factores

Un concepto amplio de la productividad agrícola es la productividad total de los factores (PTF). La PTF tiene en cuenta todos los recursos de la tierra, trabajo, capital y materiales empleados en la producción agrícola y los compara con la cantidad total de la producción agrícola y ganadera. Si la producción total está creciendo más rápido que el total de insumos, llamamos a esto una mejora en la productividad total de los factores. La PTF se diferencia de medidas como el rendimiento del cultivo por hectárea o el valor agregado agrícola por trabajador, ya que toma en cuenta un conjunto más amplio de los insumos utilizados en la producción. PTF comprende la productividad promedio de todos estos insumos empleados en la producción de todos los productos agrícolas y ganaderos.

En el trabajo se plantea una manera de medir los cambios en la PTF agrícola, a través de los años y se analizan tres periodos: 1975–2012, 1975–1993 y 1993-2012, teniendo en cuenta los datos sobre producción, insumos y su valor económico. Estos periodos se toman porque parten en periodos exactos de 19 años hacia delante y atrás la apertura comercial de México con el TLCAN, así como el periodo comprendido de 38 años que agrupa los dos periodos descritos anteriormente. El método descrito aquí da las tasas de crecimiento de la PTF agrícola, de una manera consistente y comparable. La mayoría de los datos para el análisis proviene de FAOSTAT. A las estimaciones de crecimiento de la PTF que se muestran en el trabajo pueden no ser exactamente iguales a las estimaciones de crecimiento de la PTF en otros estudios utilizando diferentes supuestos, métodos o por las bases de datos utilizadas, pero son consistentes al interior de este estudio.

3.2. Modelo

PTF la podemos definir como la proporción de la producción total entre los insumos totales en un proceso de producción. Si la producción total esta dado por Y, y el total de los insumos por X. Entonces la PTF es simplemente:

$$PTF = Y/X$$

(1)

Los cambios en la PTF en el tiempo se encuentran mediante la comparación de la tasa de cambio en la producción total con la tasa de cambio de los insumos total. Expresado como logaritmos, cambios en la ecuación (1) con el tiempo se pueden escribir como:

$$\frac{d\ \ln(PTF)}{d\ t} = \frac{d\ \ln(\mathrm{Y})}{d\ t} - \frac{d\ \ln(\mathrm{X})}{d\ t}$$

(2)

que se limita a establecer que la tasa de cambio en la PTF es la diferencia en la tasa de variación de la producción y los insumos agregados en el tiempo.

La agricultura incluye las producciones, un proceso de muchos productos y es de varios insumos, por lo que Y y X son vectores. La tecnología subyacente está representado por una función de producción de rendimientos constantes a escala Cobb-Douglas donde los productores maximizan sus beneficios de modo que la elasticidad de la producción con respecto a los insumos es igual a la proporción del costo de esos insumos. Los mercados están en equilibrio competitivo de largo plazo, por lo que los ingresos totales son iguales al coste total, entonces la ecuación se puede escribir como:

$$\ln\left(\frac{\mathrm{PTF_t}}{\mathrm{PTF_{t-1}}}\right) = \sum_{i} \mathrm{R}i \ln\left(\frac{\mathrm{Y}_{i,\mathrm{t}}}{\mathrm{Y}_{i,\mathrm{t-1}}}\right) - \sum_{j} \mathrm{S}j \ln\left(\frac{\mathrm{X}_{j,\mathrm{t}}}{\mathrm{X}_{j,\mathrm{t-1}}}\right)$$

(3)

donde $\mathrm{R}i$ es la participación en los ingresos de la i-ésima producción y $\mathrm{S}j$ es la proporción del costo del j-ésimo insumo. El total del crecimiento de la producción se estima sumando las tasas de crecimiento de cada producto básico ponderado por su participación en los ingresos. Del mismo modo, el crecimiento del total de los insumos se encuentra mediante la suma de la tasa de crecimiento, ponderado por su parte del costo. El crecimiento de la PTF es simplemente la diferencia entre el crecimiento de la producción total y el costo total de los insumos.

Una de las diferencias entre los métodos de contabilidad de crecimiento es la de si las ponderaciones de los ingresos y el costo son fijos o varían con el tiempo. Los índices de Paasche y Laspeyres usan ponderaciones fijas, mientras que el de Tornqvist - Thiel y otros índices encadenados utilizan ponderaciones variables. Las tasas de crecimiento en Y_i y X_j no son independientes de los cambios de R_i y S_j. Por ejemplo, si los salarios laborales aumentan en relación con el costo del capital, los productores tienden a sustituir más capital de trabajo, lo que reduce la tasa de crecimiento de la mano de obra y aumentarla para el capital. Para la agricultura, los índices en la medición de la productividad parece ser más probable para los insumos que para los productos. La proporción de costos de capital agrícola y los insumos materiales tienden a subir durante el proceso de desarrollo económico, mientras que la proporción en los costos de mano de obra tiende a caer.

Para reducir el sesgo potencial de los índices en las estimaciones de crecimiento de la PTF, las proporciones de costos de los insumos son variables por década. Para la producción, sin embargo, los precios del año base (o equivalentemente, participaciones de ingresos del año base) son fijos, ya que estos dependen de medidas de producción constantes agrícolas (que se describe con más detalle más adelante) de la FAO. El período base para los precios de producción es 2004-2006.

Una limitación en el uso de la ecuación (3) para medir el cambio de la productividad agrícola es la falta de información sobre la proporción de costos. Existen muchos tipos de insumos agrícolas (como la tierra y la mano de obra) que no pueden ser ampliamente comercializados y heterogéneos en la calidad, por lo que la determinación de precios o costos es difícil. Se recopilaron las estimaciones de los estudios realizados por Ávila y Evenson (2010) que aplica las proporciones de costos de los insumos agrícolas de Brasil y la India a otros países en desarrollo.

El marco descrito anteriormente proporciona un medio simple de descomposición de la contribución relativa de la PTF y aportes al crecimiento de la producción. Se

usa un punto sobre una variable para indicar su tasa anual de crecimiento. El crecimiento de la producción no es más que el crecimiento de la PTF más las tasas de crecimiento de los insumos multiplicado por su respectiva participación en los costos:

$$\dot{Y} = P\dot{T}F + \sum_{j=1}^{J} S_j \dot{X}_j$$

(4)

La ecuación (4) es una descomposición de los costos de los insumos de crecimiento de producción, ya que cada término $S_j \dot{X}_j$ da el crecimiento en el costo de utilizar más de la j-ésima entrada de insumos para aumentar la producción. También es posible centrarse en un insumo particular, es decir tierras (que designamos como X1), y descomponer el crecimiento en el componente debido a la expansión de este recurso y su rendimiento:

$$\dot{Y} = \dot{X}_1 + (\frac{\dot{Y}}{X_1})$$

(5)

Esta descomposición (5) corresponde a lo que comúnmente se conoce como la extensificación (expansión de la tierra) y la intensificación (aumento de los rendimientos de la tierra). Podemos descomponer el crecimiento en la producción dentro de la parte correspondiente del PTF y dicha parte correspondiente al uso de otros insumos con mayor intensidad por unidad de tierra:

$$\dot{Y} = \dot{X}_1 + P\dot{T}F + \sum_{j=2}^{J} S_j (\frac{\dot{X}_j}{X_1})$$

(6)

La ecuación (6) nos da una descomposición de los recursos del crecimiento, ya que se centra en el cambio de la cantidad de un recurso físico (tierra) en lugar de su contribución a los cambios en el costo de producción.

Datos

Se utiliza la serie de tiempo anual de la FAO de 1961 de la producción agrícola y ganadera de los productos básicos, la tierra, el trabajo, la maquinaria, el capital medido en animales y el consumo de fertilizantes. Esta es la fuente primaria de información sobre los productos agrícolas y también los insumos utilizados para la construcción de las medidas nacionales y globales de productividad.

3.3. Producción

Para la producción agrícola, la FAO para México publica los datos sobre la producción de cultivos y ganadera anual de 189 productos desde 1961 y agrega esto en una medida del valor bruto de producción utilizando un conjunto común de los precios de los productos básicos 2004-06, expresado en dólares constantes internacionales de 2005. La FAO excluye la producción de forrajes de los animales, pero incluye la producción de cultivos que se utiliza para la alimentación animal y la producción de semillas en la estimación de la producción agrícola bruta.

El conjunto de precios de los productos básicos comunes se obtiene utilizando el método de Geary- Khamis. Este método determina un precio *Pi* internacional para cada producto, que se define como un promedio ponderado de los precios internacionales de la materia prima en los distintos países, después que los precios nacionales se han convertido en una moneda común utilizando un tipo de cambio de paridad de poder adquisitivo (PPPj) para cada país. Las ponderaciones son las cantidades producidas por el país. El esquema de cálculo consiste en resolver un sistema de ecuaciones lineales simultáneas que se deriva tanto de los precios de pi y factores de conversión PPPj para cada producto y país. La FAO actualiza estos precios cada cinco años y vuelve a calcular su índice de valor bruto de producción de nuevo a 1961 utilizando su conjunto más reciente de los precios

internacionales (Ver Rao (1993) para una descripción completa y la evaluación de estos procedimientos).

Utilizamos la producción agrícola bruta en dólares internacionales constantes de 2005 de la FAO como base para una medida consistente de producción a través del tiempo. Sin embargo, debido a la influencia del clima y otros factores, la producción agrícola es excepcionalmente volátil de año en año, y puede ser difícil distinguir las fluctuaciones de corto plazo de las de largo plazo. Para aliviar los datos de algunas de estas fluctuaciones, la serie de producción es suavizada utilizando el filtro de Hodrick-Prescott (ajuste de $\lambda = 6{,}25$ como se recomienda para los datos anuales por Ravn & Uhlig, 2002).

3.4. Insumos

Para los insumos agrícolas, la FAO publica datos sobre las tierras de cultivo (total y de regadío), los pastos permanentes, la mano de obra empleada en la agricultura, las poblaciones de animales, el número de máquinas agrícolas en uso y el consumo de fertilizantes inorgánicos. Para estos últimos se utilizaron los datos de la Asociación Internacional de Fertilizantes (IFA por sus siglas en ingles), el valor y la corma de contabilizar tienen la misma metodología, pero la IFA tiene estadísticas más precisas.

Los insumos se dividen en cinco categorías.

- Mano de obra agrícola es la población adulta económicamente activa total (hombres y mujeres) en la agricultura.
- La tierra agrícola es el área en cultivos perennes, cultivos anuales y pastos perennes. Las tierras de cultivo (cultivos perennes y anuales) se subdividen en las tierras de cultivo de secano y las tierras de cultivo con infraestructura de riego. Para ajustar las diferencias en la calidad de la productividad a través de tipos de tierras agrícolas, agregamos las tierras de cultivo de secano, la superficie de regadío y pastos permanentes, en una medida ajustada a la calidad que le da un mayor peso a las tierras de cultivo de

regadío y menos peso a pastos permanentes en la evaluación de los cambios de la tierra agrícola en el tiempo.

- La ganadería es el número total de animales en "equivalentes de ganado" que ayudan al trabajo agrícola, guardado en los inventarios agrícolas e incluye vacas, camellos, búfalos de agua, caballos y otros equinos (asnos, mulos, etc.) , pequeños rumiantes (ovejas y cabras), cerdos y especies de aves de corral (pollos, patos y pavos), con cada especie ponderados por su tamaño relativo. Los pesos de agregación se basan en Hayami y Ruttan (1985, p 450.): 1,38 para los camellos, 1,25 para el búfalo de agua y caballos, 1,00 para el ganado y otras especies equinas, 0,25 para cerdos, 0,13 para los pequeños rumiantes, y 12,50 por 1.000 cabezas de ave.
- El fertilizante es la cantidad de los principales nutrientes inorgánicos aplicados a las tierras agrícolas por año, medida en toneladas métricas de N, P_2O_5, y nutrientes K_2O. Agregamos cantidades de fertilizantes utilizando los precios medios anuales de nutrientes para N, P2O5, y fertilizantes K2O procedentes del Fondo Monetario Internacional. Expresando el consumo de fertilizantes en términos de toneladas métricas de "fertilizantes equivalentes de N", los pesos de agregación (precio relativo de una tonelada métrica de nutrientes) son 1,000 para N, 1,36 de P_2O_5 y 0,85 para K_2O.
- La maquinaria agrícola es una agregación de tractores de 4 ruedas de motor, motocultores de 2 ruedas, las cosechadoras-trilladoras en uso, utilizando caballos de fuerza métricos (CV) para expresar el total de tractores agrícolas y potencia cosechadoras-trilladoras en "40-CV-tractores equivalentes". A los efectos de agregación, asumimos los siguientes CV promedio por la máquina: 40 CV para los tractores de 4 ruedas, 12 CV para los tractores de 2 ruedas, y 25 CV de potencia cosechadoras-trilladoras.

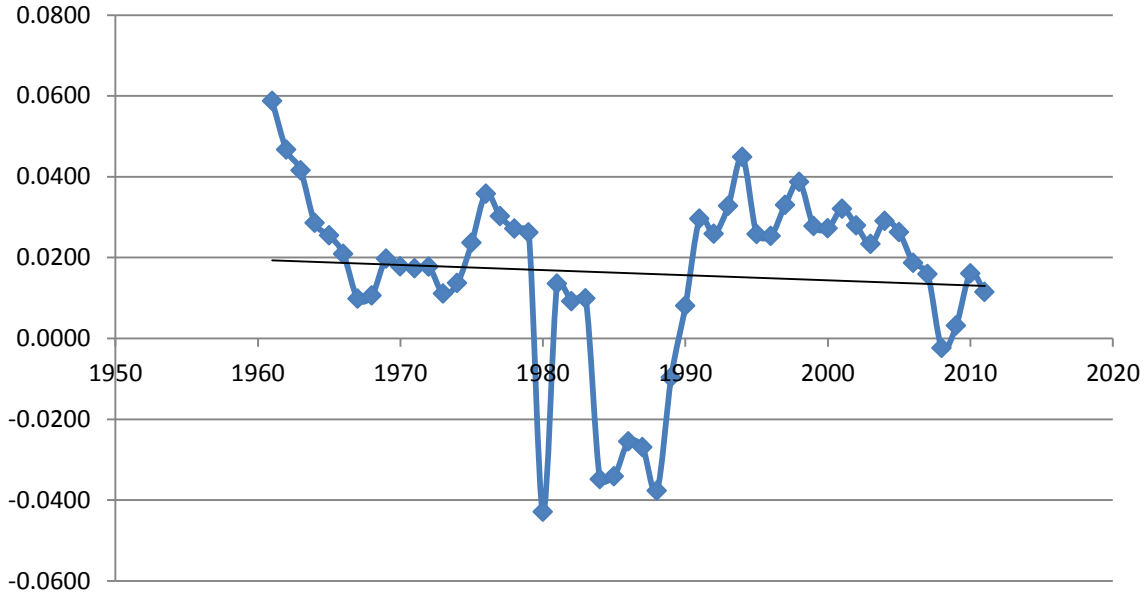
Si bien estos insumos representan la mayor parte del uso total de los insumos agrícolas, hay algunos tipos de insumos para los que no se cuenta con datos completos, como el uso de pesticidas químicos, semillas, alimentos preparados para animales, productos farmacéuticos veterinarios, la energía, y las estructuras de explotación. Por ello, los servicios de capital en las estructuras agrícolas, así

como los honorarios de riego están incluidos en el costo proporcional de la tierra para la agricultura; el costo de los pesticidas químicos y de semillas se incluye con la participación en los costos de fertilizantes; los costos de la alimentación y los medicamentos veterinarios se incluyen en la proporción del costo de ganado; y otros costos de la maquinaria agrícola y la energía se incluyen en la proporción del costo de maquinaria. En tanto que las tasas de crecimiento de los insumos observadas y sus contrapartes no observadas son similares, entonces el modelo captura el crecimiento de estos insumos en el índice de insumos agregado (USDA, 2012). (Ver Anexo 3 para la proporción del costo de los insumos.)

4. Resultados

Al tener datos desde 1961, se calcularon las tasas de la Productividad Total de los Factores anualmente desde dicho año hasta 2012. Para tener una comparativa por periodos, se realizaron cálculos por sexenios presidenciales, que en total son 9 periodos. De ahí, se hizo mayor énfasis en la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con América del Norte, que se firmo en el 1994, con ello la referencia de ese año con 18 años hacia atrás (del 1975 al 1993) y 18 años hacia adelante (del 1994 al 2012), ya que los datos con que se contaban llegaban al límite en el año 2012, por eso el cálculo de los 18 años. (Ver Anexo 2 para resultados)

Gráfica 4.1. Productividad Total de los Factores 1961-2012.

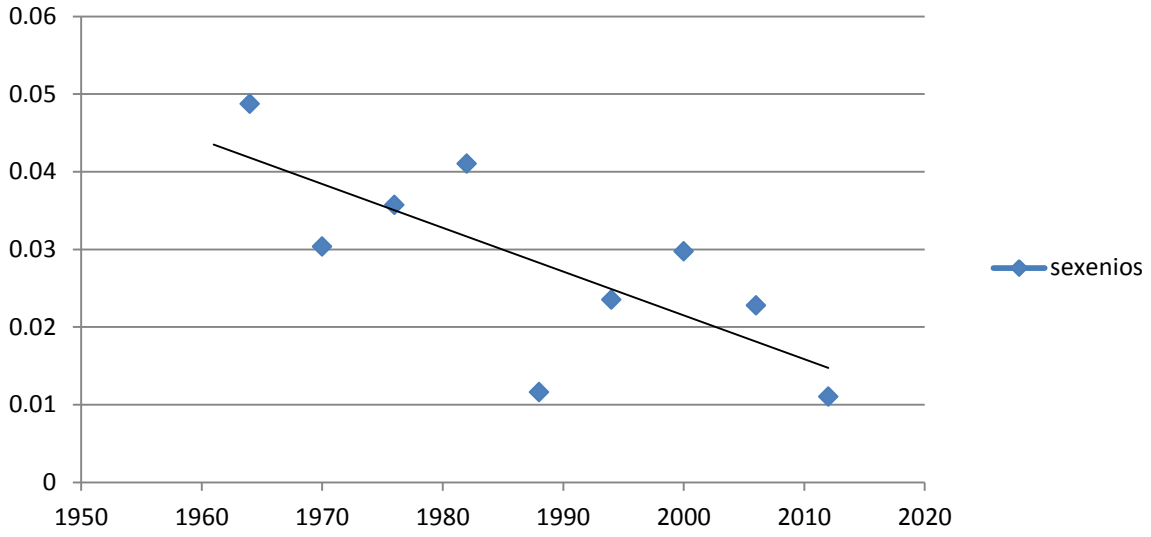


Fuente: Elaboración propia

La gráfica anterior nos muestra el histórico de 1961 a 2012 de las tasas de crecimiento de la Productividad Total de los Factores. La línea de tendencia es negativa. Muchos factores económicos, sociales, políticos pueden influir en los cambios de la PTF. Lo que es claro, es que a principios de los años 60's se tuvo la mayor productividad, aunque esta iba en franca caída.

Haciendo una comparativa de periodos, la PTF nos permite dichas operaciones, se muestra algo similar, teniendo una línea tendencial negativa y con tasas de crecimiento y decrecimiento por sexenios.

Gráfica 4.2. Productividad Total de los Factores por Sexenios presidenciales.

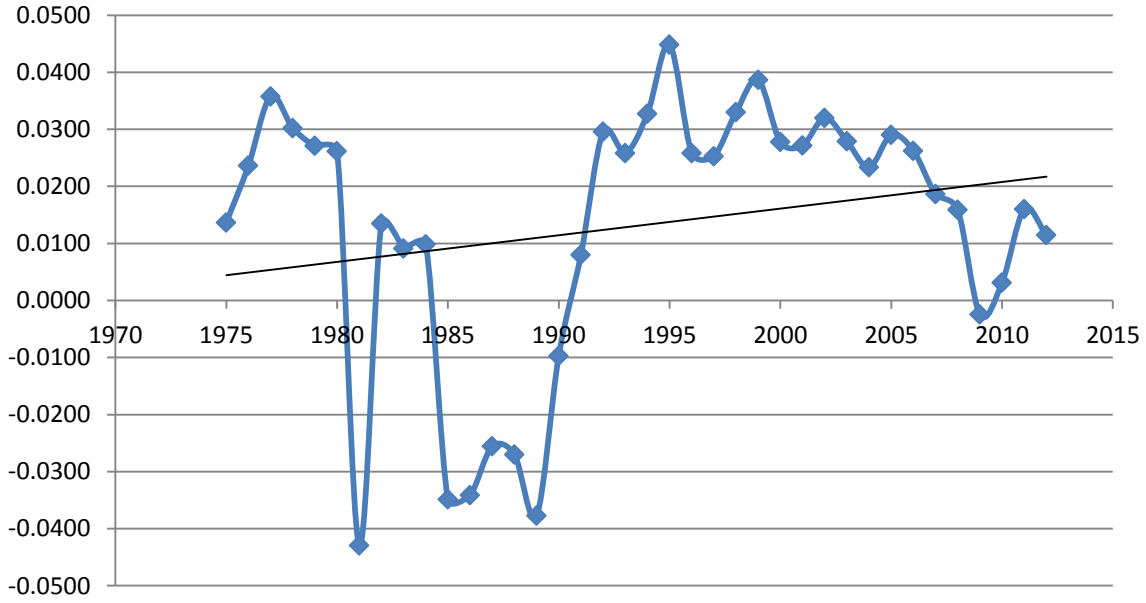


Fuente: Elaboración propia.

Es interesante notar que la PTF del último sexenio ejercido por el presidente Felipe Calderón sea la más baja de los 9 sexenios contemplados. Es posible apreciar una curva de rendimientos decrecientes a partir del sexenio de Miguel de la Madrid (1982-1988), llegando al punto más alto con Ernesto Zedillo (1994-2000) esto sin llegar a los niveles de productividad de sexenios anteriores a 1982.

Entrando a una evaluación del principal periodo de estudio de este trabajo, que data de 1975 a 2012, se toman en cuenta al menos parte de 7 periodos presidenciales, siendo el de Luis Echeverría (1970-1976) el más corto, ya que solo se toman sus últimos 2 años como presidente.

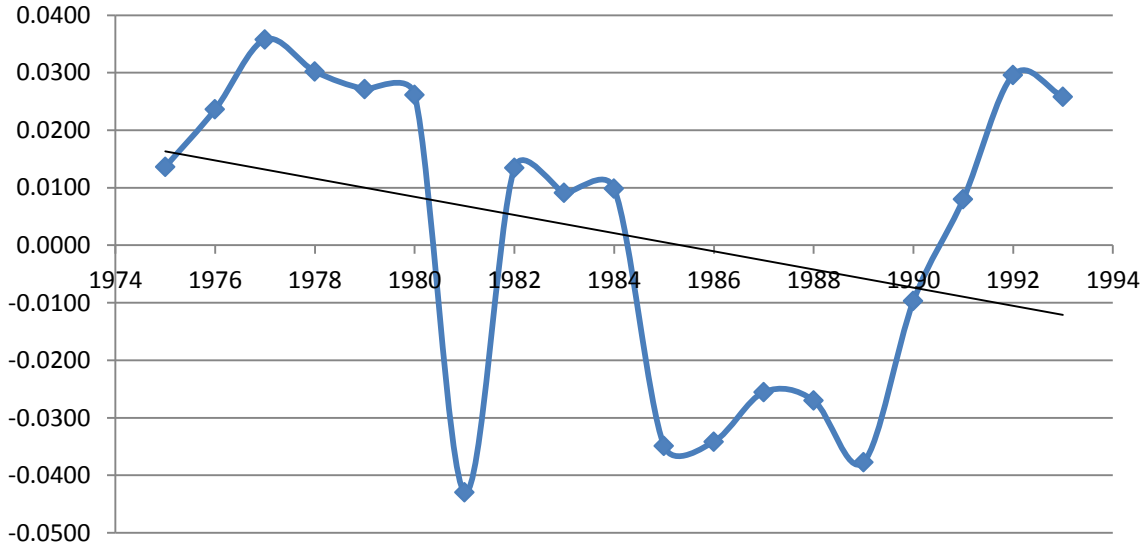
Gráfica 4.3. Productividad Total de los Factores 1975-2012.



Fuente: Elaboración propia.

La PTF de los 37 años muestras altibajos en el crecimiento a través de los años, pero la línea de tendencia es positiva, así que en el periodo de estudio de 37 se tiene un crecimiento en la Productividad Total de los factores. Para hacer un estudio más detallado y poder realizar relaciones entre costo de insumos y la PTF se obtuvieron regresiones econométricas, tanto para el periodo total de 37 años, como para los 18 años comprendidos entre 1975 a 1993 y el otro periodo de tiempo con la apertura comercial de 1994 a 2012. Se podría considerar que la mayor pendiente positiva va de 1989 a 1995, esto podría ser producto de la entrada de México al GATT y el primero año del TLCAN.

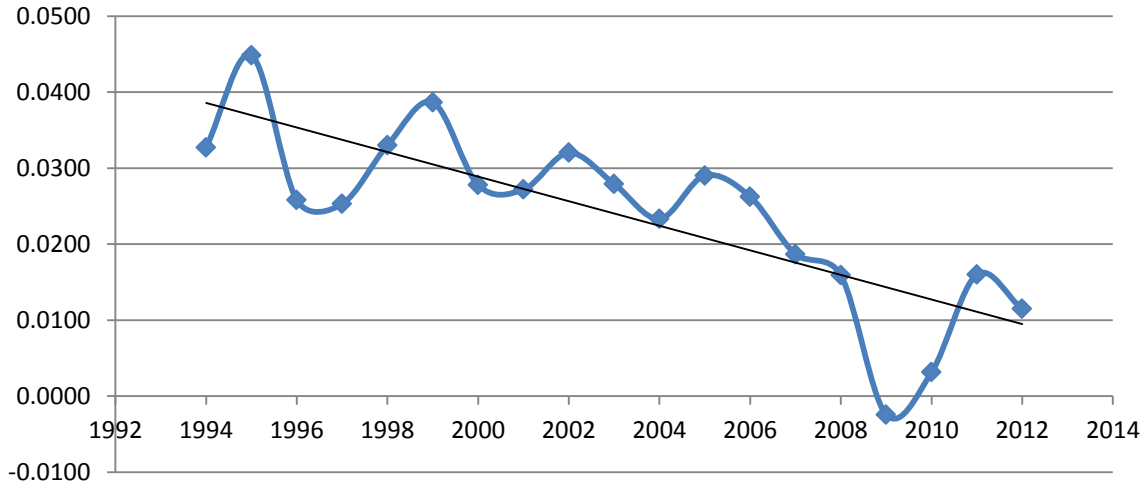
Gráfica 4.4. Productividad Total de los Factores 1975-1993.



Fuente: Elaboración propia.

Lo que resulta interesante, es que al seccionar el periodo total en los dos periodos de estudio, la tendencia del crecimiento de la Productividad Total de los Factores es negativa para ambos. La política agraria del sexenio 1976-82 se planteó como objetivo fundamental la recuperación de la autosuficiencia alimentaria cuya pérdida fue resultado de una política ininterrumpida desde 1940 de protección a los intereses de la gran burguesía agraria. De 1975 a 1986 se tenía claro que el modelo mexicano era el de Sustitución de Importaciones, manteniendo una economía cerrada y el fortalecimiento de la economía nacional. La apertura comercial trajo consigo importantes cambios en el sector agrícola, debido a que su estructura y funcionamiento estaban vinculadas al modelo de desarrollo de sustitución de importaciones, por lo que desde 1986 (entrada al GATT) la nueva estrategia de política se oriento hacia la competitividad, las ventajas comparativas y la inserción de México en el proceso de internacionalización de la agricultura. Dicha estrategia enfatizó de manera importante la expansión del sector de frutas y hortalizas, productos de gran demanda en Estados Unidos, sin embargo se descuidó el sector de básicos compuesto por granos, oleaginosas, cárnicos y sus derivados.

Gráfica 4.5. Productividad Total de los Factores 1994-2012



Fuente: Elaboración propia.

Con la entrada en vigor del TLCAN la producción aumenta y se compite a precios internacionales, por eso la tasa positiva de crecimiento en la PTF, pero siguiendo los años, la producción aumenta a tasas no tan aceleradas y han sido alcanzadas por las tasas de crecimiento de los insumos, haciendo con esto que la PTF vaya decreciendo. La protección del sector agrícola y el uso de los subsidios por los EEUU y la eliminación arancelaria para México como políticas de libre comercio son parte de la causa del descenso de la productividad. México ha eliminado la mayoría de las barreras no arancelarias a la importación y ha operado una intensa simplificación y reducción arancelaria. Para los países en desarrollo, la eliminación arancelaria y la falta de protección en el sector agrícola inciden profunda y negativamente en el sector agrícola, al volver más costosa la producción para los productores nacionales. Por el aumento de los costos de los insumos para producir los cultivos básicos, en México, sus precios domésticos son mayores que los de sus contrapartes importadas.

En México la política agrícola se ha dirigido hacia el apoyo al ingreso agrícola, basada en la superficie cultivada y no directamente ligada a la producción. Las reformas de política agrícola implementadas en México han afectado de manera negativa al sector agrícola de tal forma que ha disminuido la productividad y el empleo en el campo. Aunado a esto existe una limitada capacidad de muchos

agricultores para enfrentar los desafíos y capitalizar las oportunidades que trae consigo la apertura comercial de la economía mexicana.

Como se ha visto, la PTF ha caído, en especial con el TLCAN que pretendía aumentarla para los productores mexicanos. Ahora, en el trabajo se verán las relaciones que tienen las tasas de crecimiento de los insumos con las tasas de crecimiento de la Productividad Total de los Factores. Se analizaran en 3 periodos diferentes, el primero de 1975 a 2012, donde la línea de tendencia es positiva en PTF, y después los periodos de 1975 a 1993 y 1994 a 2012. A través de un análisis econométrico se intenta determinar la relación entre la PTF y los insumos. Posteriormente se obtiene la correlación entre insumos individuales y la PTF. El programa utilizado para las regresiones es STATA.

Se produjeron una serie de resultados, que se presentan a continuación.

4.1. Regresiones de la Productividad Total de los Factores

Tabla 4.1. 1975-2012: PTF; Tierra, mano de obra, ganado, maquinaria, fertilizantes

```
      Source |       SS       df       MS              Number of obs =      38
-------------+------------------------------           F(  5,    32) =   20.07
       Model |   .01540187     5  .003080374           Prob > F      =  0.0000
    Residual |  .004911112    32  .000153472           R-squared     =  0.7582
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.7205
       Total |  .020312982    37     .000549           Root MSE      =  .01239

------------------------------------------------------------------------------
       tfphp |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
      tierra |  -.3675305   .3783684    -0.97   0.339    -1.138242    .4031806
  manodeobra |     .41023   .1976634     2.08   0.046     .0076028    .8128572
      ganado |   -.137327   .1522325    -0.90   0.374    -.4474145    .1727605
  maquinaria |  -.3543388   .0405582    -8.74   0.000    -.4369531   -.2717245
fertilizan~s |  -.0375802   .0196249    -1.91   0.064    -.0775549    .0023945
       _cons |   .0227445    .002848     7.99   0.000     .0169434    .0285456
------------------------------------------------------------------------------
```

El p-value marca que son significativas en el periodo de 38 años la mano de obra y la maquinaria. Esto nos dice que a través de los años, el aumento de mano de obra aumenta en 0.41 a la tasa de crecimiento del PTF; Mientras que aumentar la maquinaria disminuye en -0.35 a la PTF.

Antes de la entrada en vigor del TLCAN

Tabla 4.2. 1975-1993: PTF; Tierra, mano de obra, ganado, maquinaria, fertilizantes

```
      Source |       SS       df       MS              Number of obs =      19
-------------+------------------------------           F(  5,    13) =   20.44
       Model |  .011855658     5  .002371132           Prob > F      =  0.0000
    Residual |  .001507897    13  .000115992           R-squared     =  0.8872
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.8438
       Total |  .013363555    18   .00074242           Root MSE      =  .01077

------------------------------------------------------------------------------
   tfphp7593 |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
  tierra7593 |  -2.161061   1.002314    -2.16   0.050    -4.326428    .0043063
manodeo~7593 |   2.086756   .5827802     3.58   0.003     .8277355    3.345776
  ganado7593 |  -.2821325   .1652393    -1.71   0.111    -.6391104    .0748453
maquina~7593 |  -.3123981   .0568813    -5.49   0.000    -.4352827   -.1895136
fertili~7593 |  -.0086615   .0360325    -0.24   0.814    -.0865051     .069182
       _cons |   .0137039   .0093879     1.46   0.168    -.0065774    .0339851
------------------------------------------------------------------------------
```

Estos años de 1975 a 1993 las variables independientes explican mas la variable dependiente de la Productividad Total de los Factores. El valor obtenido de la R^2 y la R^2 Ajustada es alta, ya que explica el 88% de los cambios en la PTF. Cabe mencionar que el p-value marca a las variables tierra, mano de obra y maquinaria como significativas en el modelo, por lo que estas afectan de manera determinante en la PTF. Al haber cambio de crecimiento en la tierra y maquinaria la PTF disminuye en 2.16 y 0.31 respectivamente. Caso contrario ocurre con la mano de obra, que al existir aumentos en mano de obra, el crecimiento de la PTF aumenta en 2.08. Esta regresión nos marca que de los años de 1975 a 1993 aumentar la mano de obra en el sector agrícola ayudaba a aumentar su productividad, mientras que aumentar la maquinaria disminuía la productividad.

Impacto del TLCAN en la Productividad Total de los Factores de la agricultura.

Tabla 4.3. 1994-2012: PTF; Tierra, mano de obra, ganado, maquinaria, fertilizantes

```
      Source |       SS       df       MS              Number of obs =      19
-------------+------------------------------           F(  5,    13) =    5.28
       Model |  .001604196     5  .000320839           Prob > F      =  0.0073
    Residual |  .000789793    13  .000060753           R-squared     =  0.6701
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.5432
       Total |  .002393989    18  .000132999           Root MSE      =  .00779

------------------------------------------------------------------------------
       tfphp |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
      tierra |  -.4650494   .2640722    -1.76   0.102    -1.035543    .1054439
  manodeobra |   .0723526   .2028135     0.36   0.727    -.3657992    .5105045
      ganado |  -.8274753   .2334387    -3.54   0.004    -1.331789   -.3231617
  maquinaria |  -.3827439   .1799343    -2.13   0.053    -.7714683    .0059805
fertilizan~s |  -.0702897   .0159721    -4.40   0.001    -.1047953   -.0357841
       _cons |   .0246304   .0041129     5.99   0.000      .015745    .0335158
------------------------------------------------------------------------------
```

Cuando entra en vigor el TLCAN cambian las cosas. La apertura comercial libera cientos de productos que antes no se comercializaban en México, o si lo hacían, no existía cantidad suficiente para su distribución. Los insumos explican el 66% de los cambios en la PTF. De acuerdo al nivel de significancia el ganado, la maquinaria y los fertilizantes nos indica que por cada aumento en esos tres insumos la Productividad Total de los Factores decae en -0.82, -0.38 y -0.07 respectivamente.

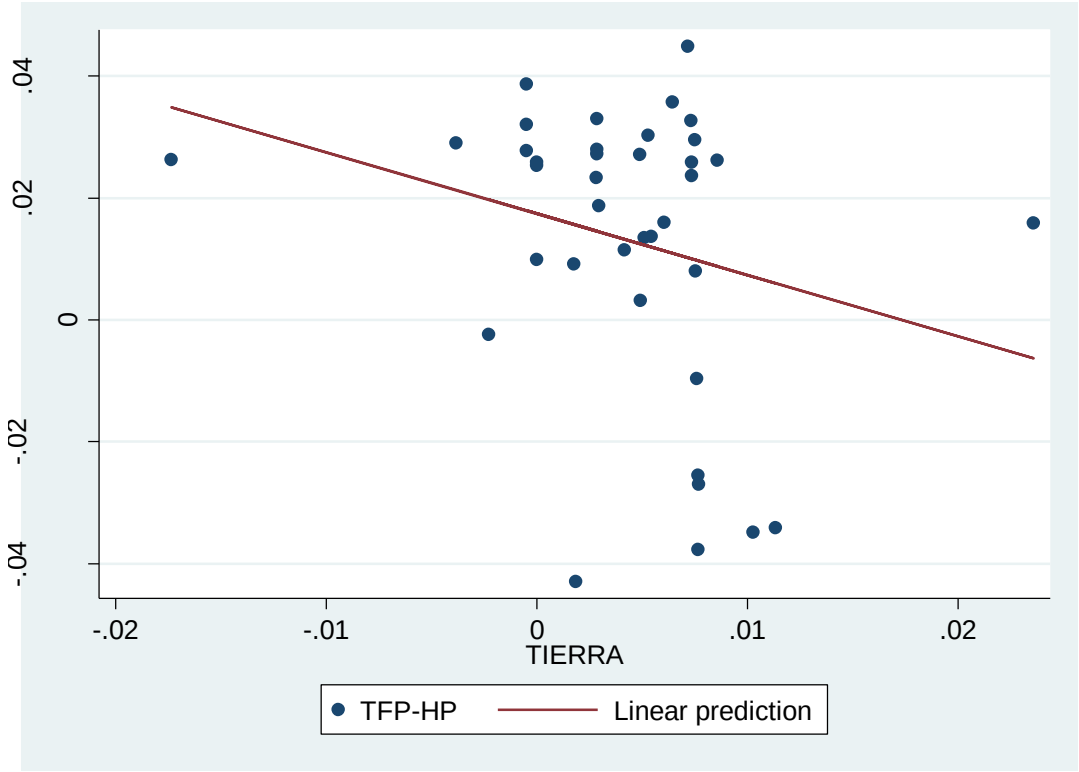
Las regresiones anteriores de todos los insumos de producción, nos muestra que en todos los casos, el aumento en maquinaria disminuye la Productividad Total de los Factores en el sector agrícola en México. Esto puede estar dado por el tipo de relieve geográfico y por los altos costos que conlleva mantener dichas maquinas. Como segundo punto es importante dar cuenta que con la apertura comercial el consumo de fertilizantes se vuelve significativo en la producción.

Regresión simple entre la PTF y los distintos insumos de producción

Ahora se analizará la correlación entre el uso de cada insumo de producción y la Productividad Total de los Factores para diferentes periodos

Tierra

Gráfica 4.6. Regresión lineal simple. PTF; Tierra. 1975-2012.



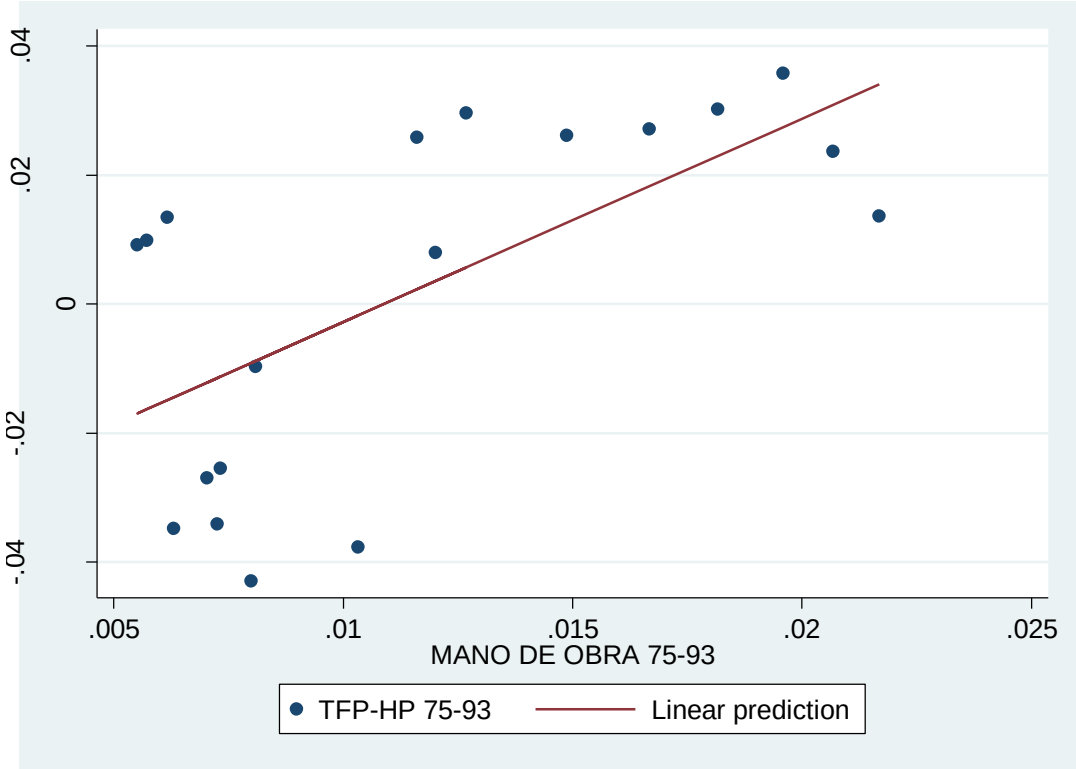
Al obtener las regresiones por periodo del insumo tierra, no se obtiene significancia en el modelo, ya que la tierra en el caso de incremento o decrecimiento de la Productividad Total de los Factores no tiene relevancia. La R^2 y la R^2 Ajustada marcan que aportan muy poco o casi nulo a los efectos de cambios, mientras que el p-value no es significativo, por lo que se tiene que descartar la tierra como forma de crecimiento anual de la PTF. Es obvio pensar que la tierra es una constante y no tiene mucha variación sobre las hectáreas anules utilizadas para la producción, así lo muestra la Gráfica 4.6.

Mano de obra

Tabla 4.4. 1975-1993: PTF; Mano de obra

```
      Source |       SS       df       MS              Number of obs =      19
-------------+------------------------------           F(  1,    17) =   11.54
       Model |  .005403718     1  .005403718           Prob > F      =  0.0034
    Residual |  .007959837    17  .000468226           R-squared     =  0.4044
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.3693
       Total |  .013363555    18   .00074242           Root MSE      =  .02164

------------------------------------------------------------------------------
   tfphp7593 |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
manodeo~7593 |   3.154102   .9284468     3.40   0.003     1.195251    5.112954
       _cons |  -.0343425   .0118276    -2.90   0.010    -.0592966   -.0093884
------------------------------------------------------------------------------
```

Gráfica 4.7. Regresión lineal simple. PTF; Mano de obra. 1975-1993.



La variable de mano de obra representa el 40% de los cambios en la PTF de los años 1975 a 1993. Esto es una relación positiva, ya que su p-value es muy significativo y nos dice que por aumento en la tasas de mano de obra, la Productividad Total de los factores aumenta en 3.15 putntos.

En este caso, la mano de obra solo es significativa en el periodo de 1975 a 1993, ya que en el periodo posterior y en la suma de los dos no es significativo. Esto nos puede dar una idea de que con la apertura comercial se instalaron maquinarias y se dejo de ocupar a la mano de obra, sustituyéndola por tecnología. La realidad es que la relación lineal nos dice que aumentando la mano de obra la productividad mejora.

Ganado

El ganado en ninguno de los 3 periodos tiene alguna relación o significancia. Esto dice que los cambios anuales de la Productividad Total de los Factores no están relacionados con un aumento o disminución del ganado.

Maquinaria

Tabla 4.5. 1975-2012: PTF; Maquinaria.

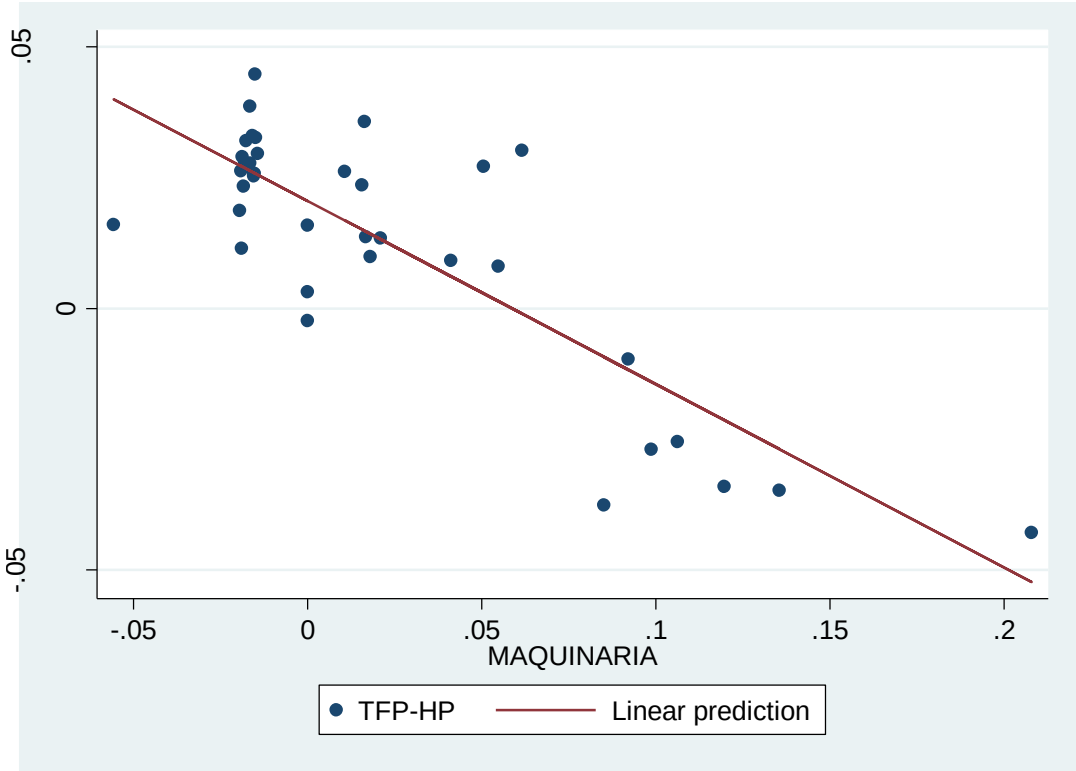
```
      Source |       SS       df       MS              Number of obs =      38
-------------+------------------------------           F(  1,    36) =   85.03
       Model |  .014270798     1  .014270798           Prob > F      =  0.0000
    Residual |  .006042184    36  .000167838           R-squared     =  0.7025
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.6943
       Total |  .020312982    37     .000549           Root MSE      =  .01296

------------------------------------------------------------------------------
       tfphp |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
  maquinaria |   -.350476   .0380084    -9.22   0.000    -.4275606   -.2733913
       _cons |   .0205531   .0022526     9.12   0.000     .0159846    .0251216
------------------------------------------------------------------------------
```

En los 38 años de estudio, la maquinaria registra una R^2 y la R^2 Ajustada muy alto con 0.7 y 0.69, esto marca que la variable influye casi con el 70% de los cambios de la PTF. El p-value nos indica que tiene una relación significativa y el coeficiente nos dice que en las casi últimas cuatro décadas un aumento de la maquinaria hace que la PTF se reduzca en -0.35.

Al igual que la regresión pasada, la maquinaria para los años 1975 a 1993 ha sido totalmente significativa, haciendo que un aumento en la maquinaria reduzca la

PTF en -0.41. Es importante resaltar que en el mismo periodo, al aumentar mano de obra aumenta la Productividad Total de los Factores.

Gráfica 4.8. Regresión lineal simple. PTF; Maquinaria. 1975-2012.



Como se planteaba inicialmente por quienes promovían el TLCAN, los precios de la tecnología y de los insumos se reducirían con la apertura comercial y esto permitiría aumentar la productividad del sector agrícola. sin embargo, en el caso de la maquinaria(y en consecuencia la tecnología) esto no se ha observado. En este sentido, el TLCAN no ha logrado incrementar la PTF ni hacer a México más competitivo en cuanto a producción agropecuaria.

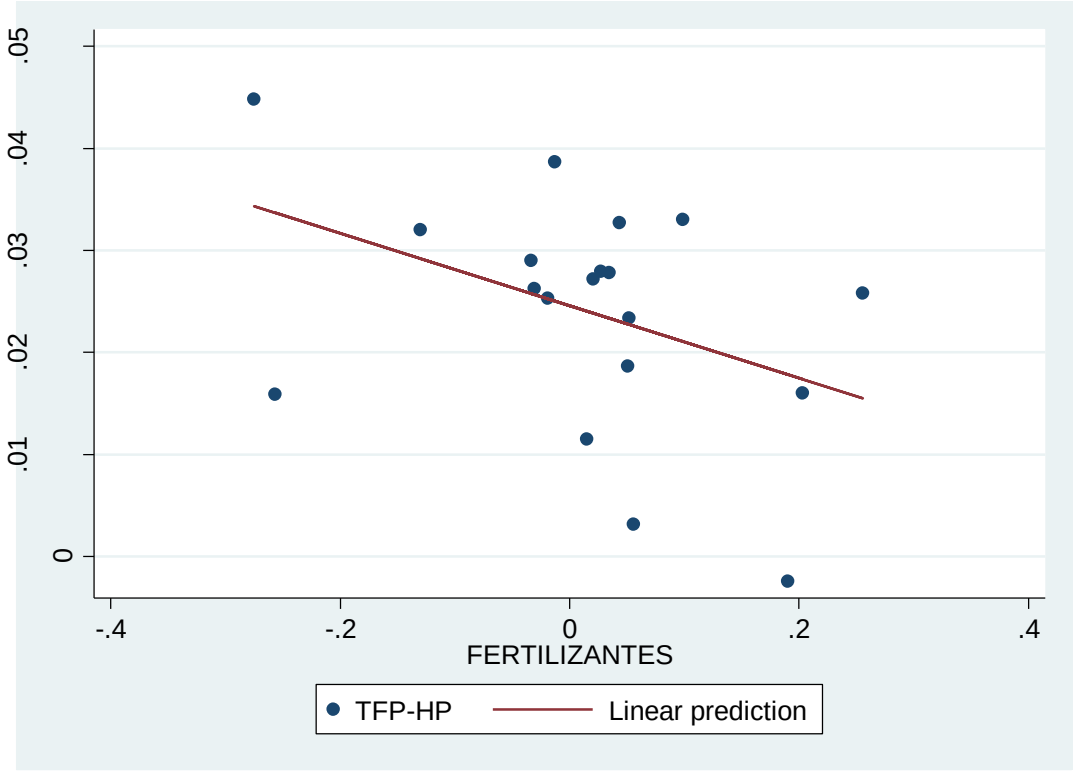
Fertilizantes

1975-2012: PTF; Fertilizantes

El uso de fertilizantes parece no estar correlacionado con la Productividad Total de los Factores para los periodos de 1975 – 2012 y para el periodo 1975 a 1993. Esto podría explicarse porque la industria agro-química probablemente no tenia

inserción todavía en los campos mexicanos, y los agricultores locales generalmente utilizaban insumos orgánicos para la producción.

Gráfica 4.9. Regresión lineal simple. PTF; Fertilizantes. 1994-2012.



Es factible suponer que los agro-químicos empiezan a tener fuerza por la influencia obtenida a través de la apertura comercial. Lo que es importante destacar es que la idea que se tiene sobre estos insumos es que aumentan la producción. Lo que es claro es que los componentes químicos o el uso de estos insumos hacen que la productividad decaiga porque crea muchos daños al medio ambiente y los ecosistemas. La regresión muestra que por cada aumento de 1 unidad (100%) en el uso de fertilizantes, la productividad cae en 3.5%.

Después de sacar la relación de todas las variables a la Productividad Total de los Factores, hemos visto que la tierra y el ganado realmente no tienen relación directa con las tasas de crecimiento de la PTF. Los otros tres insumos, son los que contribuyen en mayor medida a aumentar la productividad. De hecho estos son los

insumos que pueden ser puntos focales para la economía verde; que busca el crecimiento del sector de manera sostenible, esto es cuidando el medio ambiente, mientras se aumenta el empleo, creando una reducción de las practicas dañinas ecológicamente y reducción de la pobreza.

El uso de maquinaria afecta al medio ambiente por el uso de energía y combustibles fósiles, al mismo que puede llegar a dañar el suelo. Los pesticidas anteriormente mencionados sus efectos, los químicos degradan, erosionan el suelo y contaminan el agua, aparte de ser emisores de gases de efecto invernadero y de no demostrar un impacto positivo en la producción. Al existir una relación inversa entre el uso de maquinaria y mano de obra en México, la reducción en el uso de maquinaria puede promover empleo y aumentar la productividad agrícola.

En la siguiente sección, se tocan las políticas, prácticas e inversiones de economía verde que podrían ayudar al campo mexicano a salir adelante para poder impulsar el sector agrícola en México.

5. Políticas, prácticas e inversiones de crecimiento verde

Este capítulo se centra en las inversiones, prácticas y políticas para la ecologización del sector agrícola en México, con énfasis en los beneficios de esta transición. El crecimiento sostenible de la agricultura en México requiere la inversión, la investigación y el desarrollo de capacidades. Las gestiones que son clave para lo anterior son la gestión sanitaria, transformación del uso de agro-químicos, gestión de la fertilidad del suelo, el uso más eficiente y sostenible del agua, diversificación de cultivos y ganado, adecuado nivel de mecanización, la mejora de instalaciones de almacenamiento, especialmente para las pequeñas granjas, la creación de cadenas de suministro y el comercio. En esta sección se describen prácticas de agricultura sostenible, con el uso de ejemplos y prácticas por parte del sector orgánico, el cual es relativamente rico en datos.

Muchos estudios han documentado la rentabilidad y la productividad de las granjas sostenibles, tanto en los países desarrollados y en desarrollo. Un estudio de la FAO (Nemes, 2009) analizó 50 granjas, sobre todo en los EE.UU., informó: "La inmensa mayoría de los casos muestran que las granjas orgánicas son más rentables económicamente que las convencionales".

La Tabla 5.1 muestra evidencia de cómo es posible combinar los insumos para aumentar la Productividad Total de los Factores. Las reducciones de maquinaria y fertilizantes llegan a producir aumentos en manos de obra, lo que se debería traducirse en la mejora de la productividad de acuerdo con los resultados obtenidos.

La agricultura verde tiene el potencial de ser un creador neto de puestos de trabajo que ofrece un mayor rendimiento de los insumos de mano de obra que la agricultura convencional. Además, se prevé que las instalaciones para garantizar la seguridad alimentaria y una mayor calidad de procesamiento de alimentos en las zonas rurales pueden crear nuevos puestos de trabajo y de mejor calidad en la cadena de producción de alimentos.

Tabla 5.1. Prácticas verdes.

Insumo	Práctica	Beneficios	País
Mano de obra Fertilizantes	Push-Pull	Costo-Beneficio 2.5 a 1. ROI de la mano de obra fue de $3.7 contra $1 dólar/día. Ingresos entre $424 - $880 dólares/hectárea contra $81.9 - $132 dólares/hectárea con practicas convencionales	África (Khan, 2006)
Fertilizantes Mano de obra	Capacitación en poda, ajuste de sombra y métodos de cosecha fitosanitarias	Usaron 39% Menos pesticidas. Aumento de costo de mano de obra 14%. Los costos totales disminuyeron 11%.	Camerún (Dieu, 2006)
Fertilizantes Maquinaria	Crecimiento e integración de N2O en suelos, cultivos de abonos verdes, labranza cero, siembra de nuevas semillas de los residuos de los cultivos, uso de biomasa y fertilizantes orgánicos.	Aumentos de productividad desde 30% a 140%	Colombia, Inglaterra, Marruecos, México y los Estados Unidos (Baker, 2007)

Fertilizantes **Maquinaria** **Mano de obra** **Agua** **Suelos**	286 iniciativas de mejores prácticas verdes	Aumento de productividad de casi 80%. Eficiencia de agua. 71% menos uso de agroquímicos.	57 países (Dobbs & Smolik, 1996)
Maquinaria **Fertilizantes** **Mano de obra**	Métodos agrícolas Sostenibles	Rendimiento de cultivos aumentaron en 2.4 tons/hectárea. Aumento en 50% de ingresos en 3 años de transición verde.	Kenia y Thika, África. (Hines & Pretty, 2008)

La evidencia en la Tabla 5.1 muestra el potencial que la agricultura verde tiene, como puede ser reconstruir el capital natural mediante la restauración y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, reducir la erosión del suelo y la contaminación de agro-químicos inorgánicos, aumentar la eficiencia del uso del agua, reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero agrícola, ser creador de empleos mejor remunerados, también como la reducción de la maquinaria para la producción. La agricultura se puede transformar de ser un emisor importante de gases de efecto invernadero a un sector que es neutral, y posiblemente, ser un sumidero de gases de efecto invernadero.

Se necesita investigación para mejorar el rendimiento de los procesos biológicos de fijación de nitrógeno, la plantación y el desarrollo de los cultivos de cereales perennes que pueden permitir reducciones significativas en los insumos de la energía, agua y fertilizantes necesarios para cultivar granos básicos. También se necesita la innovación de maquinas de bajo consumo fósil y energético, que cultivando incorpore residuos vegetales en el suelo para aumentar la fertilidad; así

como la labranza cero y labranza mínima para la uniformidad de siembra optima, ocasionando la mínima perturbación a la capa superior de los suelos. (Ver Anexo 4 para las prácticas con mas detalle)

5.2. Políticas verdes en materia nacional e internacional

La agricultura necesita reformas e innovaciones de política nacional e internacional. Estas reformas deben centrarse especialmente en las subvenciones perjudícales para el medio ambiente que reducen artificialmente los costos de algunos insumos agrícolas y conducen a su uso ineficiente y excesivo. Además, se tiene que promover medidas de políticas internacionales y nacionales para que los agricultores tengan beneficios por el uso de insumos agrícolas respetuosos del medio ambiente, prácticas agrícolas y creaciones de externalidades positivas, tales como la mejora de los servicios ecosistémicos. A su vez, son necesarios cambios en las políticas comerciales que aumenten el acceso de los productos verdes, y reformas hacia una agencia que regule los precios y los subsidios. Esto facilita una mayor participación de los pequeños agricultores, las cooperativas y las empresas procesadoras de alimentos locales en las cadenas de valor de producción de alimentos. En general, los subsidios gubernamentales para los agricultores deberán disociarse cada vez más de la producción de cultivos y, alternativamente, reorientarse para alentar los esfuerzos y las inversiones de los agricultores en la adopción de prácticas agrícolas verdes.

Tabla 5.2. Políticas verdes.

Política	**Focalización**
Subsidios	-Subsidios a la exportación.
Política fiscal	-Exención fiscal a productos verdes, control biológico y manejo de plagas. -Gravar venta de agro-químicos. -Gravar contaminación agrícola. -Pago por Servicios ambientales (reforestación, captura de GEI, etc.)

Agua	-Crear estrategias sobre uso sostenible. -Multas al desaprovechamiento o desperdicio.
Información simétrica y eliminación de poder de mercado	-Regular monopolios agrícolas. -Acceso a la información de mercado de todos los participantes.
Normas de seguridad alimentaria	-Certificaciones.
Tenencia de tierras	-Solucionar problemas ejidales. -Seguros a tierras.
Residuos	-Almacenamiento post-cosecha.
Investigación e Inversión	-Maquinaria con bioenergía. -Infraestructura. -Sistemas de riego por goteo. -Bombas de pedal.
Apoyo a mujeres, indígenas y minorías	-Garantizar derechos legales, colectivos e individuales de tierra e insumos productivos.
Creación de una agencia autónoma	-Reguladora de precios y cadenas de suministros. -Apoyos ecológicos. -Capacitación e información hacia la agricultura verde.
Impulsar el desarrollo	-Escuelas de campo. -Granjas de demostración.
Campañas para concientizar	-Orientar el consumo. -Precios accesibles. -Etiquetas de productos (agro-químicos, transgénicos, etc.)

Conclusión

La Productividad Total de los Factores a través de los años no ha mostrado un crecimiento antes y después de la entrada en vigor del Tratado del Libre Comercio con América del Norte, por lo que no hay argumentos para seguir la misma tendencia. La productividad agrícola ha sido decreciente, esto explicado primordialmente por los altos costos en los insumos agrícolas y la mala focalización de ellos.

La mano de obra, durante el periodo que comprende el estudio, tiene un impacto creciente en la productividad total y que ha sido contrarrestada por la inversión en maquinaria y el uso de agroquímicos con la espera de una mayor producción. Estos insumos tienen un efecto negativo sobre la productividad y el medio ambiente, ya que los combustibles usados en la maquinaria y los químicos de los fertilizantes, herbicidas, pesticidas, etc.; tienen repercusiones ambientales que son posibles corregir. Por ello, resulta costoso para la agricultura mexicana, el mantener y hacer funcionar maquinaria, así como perjudicial el manejo de químicos y combustibles en el corto plazo.

Las políticas de crecimiento verde en México pueden ayudar a impulsar la agricultura, y contrarrestar los efectos perjudiciales al medio ambiente. Las prácticas sostenibles propuestas para el campo, muestran evidencia de que es posible disminuir los costos de los insumos, aumentando el empleo en el campo y con esto la productividad agrícola.

La hipótesis del trabajo no se cumple ya que en México la Productividad Total de los Factores del sector agrícola ha tenido tendencia negativa, entonces el Tratado de Libre Comercio con América del Norte trajo insumos no productivos para el campo mexicano.

Así que el enfoque que se tiene en el campo mexicano debe cambiar hacia una agricultura que piensa en el medio ambiente y en su crecimiento sostenible.

Anexos

Anexo 1. Glosario.

- Fertilizantes químicos: Productos de origen industrial que son aplicados directamente al suelo o las plantas mediante aspersión foliar, con el fin de proporcionar nutrientes a los cultivos para aumentar su productividad y favorecer su desarrollo. Ejemplo: urea, sulfato de amonio, triple 17, otros derivados del amoníaco, del fósforo y del potasio, entre otros.
- Herbicidas o Insecticidas químicos**:** Productos o sustancias químicas (acaricidas, fungicidas, nematicidas, etc.), que se aplican para combatir, controlar o evitar el desarrollo de malezas, insectos, hongos, arañas u otro tipo de plagas que atacan a los cultivos. En este concepto quedan incluidos todos los productos químicos comprados o los de elaboración propia que se aplican directamente a las plantas, al suelo o mediante el agua de riego.
- Semilla criolla: semillas adaptadas a nuestro entorno por un proceso de selección natural o manual de parte de los productores.
- Tractor: es una máquina agrícola, con ruedas o cadenas diseñadas para moverse con facilidad en el terreno y potencia de tracción que permite realizar grandes tareas agrícolas, aun en terrenos encharcados. Hay dos tipos de tractores: el de oruga, de gran estabilidad y fuerza, y el de ruedas, capaz de desplazarse hasta por carreteras; posee mayor velocidad que el de oruga.
- Abonos naturales**:** Materia orgánica de origen animal o vegetal que se incorpora al suelo, con el fin de aumentar la fertilidad de la tierra, favorecer el desarrollo de las plantas y mejorar la estructura y textura del suelo. Ejemplo: estiércol, composta, abonos verdes, gallinaza, entre otros. (40.4)
- Semilla mejorada: Semillas que resultan de un proceso de mejoramiento y selección de variedades vegetales, con el fin de aumentar la capacidad productiva y la resistencia a enfermedades, plagas, sequías o que tienen alguna otra característica deseable. Se incluyen las semillas híbridas y

todas aquellas semillas tratadas, seleccionadas y envasadas por casas comerciales.

- Sembradoras o cosechadoras: Existencia de máquinas diseñadas para cosechar, desgranar y separar las semillas de la paja e impurezas en una sola operación, independientemente de sus condiciones de funcionamiento y del lugar donde se encuentren.
- Animales de tiro o yunta: Animales que se utilizan para jalar o tirar carretas, implementos agrícolas o para carga, como pueden ser: bueyes, mulas, caballos o burros.
- Labranza de conservación: comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales mediante un manejo integrado del suelo, agua, agentes biológicos e insumos externos.
- Rotación de cultivos: Cambio sistemático de un cultivo a otro, que se lleva a cabo cada ciclo agrícola, con el fin de que el suelo recupere los nutrientes.
- Quemas controladas: Control de malezas, cuando aún no están totalmente secas, mediante fuego producido por equipos especializados y bajo supervisión constante.
- Podas: Se puede definir como la supresión de cualquier parte de la planta (hojas, ramas, raíces, yemas, flores, etc) realizado según el criterio del cultivador con el fin de obtener un resultado determinado en lo referente a seguridad, salud, estética o productividad de la planta.
- Control biológico de plagas: Técnicas para reducir o eliminar especies animales y vegetales no deseables mediante el empleo de organismos patógenos o insectos que atacan malezas y plagas que afectan a los cultivos o plantaciones. Ejemplos de insectos benéficos: avispas, moscas, palomillas, mantis religiosa, etc.
- Recepción de asistencia técnica: Orientación sobre la utilización de técnicas o procedimientos que para mejorar la producción pecuaria reciben los productores por parte de personal especializado de dependencias oficiales (SAGARPA, FIRA, INIFAP, Financiera Rural, etc.) o del sector privado.

- Biofertilizantes: Productos a base de microorganismos benéficos (Bacterias y Hongos), que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan a su proceso natural de nutrición, además de ser regeneradores de suelo.

Anexo 2. Tasas de crecimiento de la PTF y los insumos.

AÑO	TFP-HP	TIERRA	MANO DE OBRA	GANADO	MAQUINARIA	FERTILIZANTES
1975	0.01363873	0.00544577	0.02168488	0.03700492	0.01681519	0.157399423
1976	0.02361757	0.00737387	0.02067898	0.03405379	0.01559947	0.026627759
1977	0.03576714	0.00645847	0.01959125	0.01428445	0.01638473	-0.019311486
1978	0.0302277	0.00529216	0.01816424	0.00808257	0.06171352	-0.005027883
1979	0.02712144	0.00488856	0.01667791	0.00886349	0.05067276	0.039456428
1980	0.0261529	0.00858014	0.01487779	0.02959294	0.0107217	0.058224835
1981	-0.04294444	0.00186646	0.00798838	0.02617719	0.20789534	0.259393124
1982	0.01346068	0.00510658	0.00616936	0.01939955	0.02101986	0.079715023
1983	0.00911275	0.00176764	0.00550759	0.01310807	0.04123234	-0.123467048
1984	0.00986759	1.2811E-05	0.00572568	0.00886304	0.01808923	0.11312729
1985	-0.03488528	0.01026658	0.00630995	0.01646196	0.13547675	0.061979964
1986	-0.03414389	0.01135546	0.00725042	0.01552334	0.11976269	-0.020942534
1987	-0.02554796	0.00766999	0.00731978	-0.01567106	0.1063068	0.066783952
1988	-0.02699941	0.00768102	0.00702522	-0.00978038	0.09885486	-0.053336569
1989	-0.03771463	0.00765028	0.0103267	0.03607352	0.08522476	-0.01712482
1990	-0.00971504	0.0075922	0.00809047	-0.02290451	0.09219609	0.035832978
1991	0.0079993	0.00753499	0.01201428	-0.00455051	0.0547532	-0.097087099
1992	0.02957595	0.00751101	0.01268122	-0.01161156	-0.01434603	-0.019252162
1993	0.02583472	0.00736858	0.01160866	0.01160435	-0.01534255	-0.009644517
1994	0.0327092	0.00731468	-0.00492584	-0.00262143	-0.01478474	0.043754988
1995	0.04483365	0.00716175	-0.00760811	0.00665891	-0.01500337	-0.275485997
1996	0.02580685	9.8181E-06	0.00392656	-0.01115943	-0.0152319	0.255456936
1997	0.02529332	9.818E-06	0.01612108	0.02121176	-0.01546751	-0.018941578
1998	0.03300587	0.00285918	-0.00079424	-0.00978504	-0.01571051	0.098710667
1999	0.03864832	-0.00049305	-0.00992422	-0.00786278	-0.01647987	-0.012982982
2000	0.02777111	-0.00049329	-0.00747947	0.01247369	-0.01658371	0.034626885
2001	0.02717823	0.00285257	-0.01091638	0.01248579	-0.01739631	0.02043342
2002	0.03200944	-0.00049844	-0.00632543	0.01261713	-0.0177043	-0.12997366
2003	0.02791791	0.00284588	-0.01277217	0.00243463	-0.01802341	0.027614207
2004	0.02333422	0.0028378	0.00545995	0.00291257	-0.01835422	0.051693395

2005	0.02901387	-0.00383259	-0.00987339	0.00140317	-0.01870125	-0.03348425
2006	0.02623338	-0.01735894	0.00572179	0.0088549	-0.01905374	-0.030588324
2007	0.01865995	0.0029597	-0.02686423	0.00684336	-0.01942385	0.050822175
2008	0.01590291	0.02358638	-0.01129678	0.00893471	0	-0.256551784
2009	-0.00242773	-0.00226895	-0.01180065	0.01145526	0	0.190259401
2010	0.00313133	0.00493973	-0.012321	0.00780568	0	0.055859194
2011	0.01599616	0.00606513	0.00994407	0.00881118	-0.055604	0.202917145
2012	0.01146867	0.00416681	0.00512213	0.00877254	-0.0188776	0.015342112

Anexo 3. Proporción del costo de los insumos

	FACTOR SHARES						
		1961-70	1971-80	1981-90	1991-00	2001-10	Average
México	Ag Labor	0.256	0.239	0.119	0.115	0.115	0.169
	Ag Land	0.489	0.344	0.179	0.225	0.225	0.292
	Livestock	0.118	0.221	0.371	0.353	0.353	0.283
	Machinery Capital	0.089	0.162	0.315	0.263	0.263	0.218
	Materials , crops (fertlizer, pesticide, seed)	0.048	0.035	0.017	0.045	0.045	0.038
	Feed						
	Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Anexo 4. Prácticas de economía verde.

Se estima que por cada aumento de 10% en los rendimientos agrícolas, se ha producido un 7% de reducción de la pobreza en África, y más del 5% en Asia. La evidencia muestra que la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles ha incrementado los rendimientos, especialmente en las pequeñas explotaciones, entre el 54% y el 179% (UNEP, 2011). (Irz et al 2001)

En términos de beneficios sociales, el instituto del Banco Asiático de desarrollo concluyo que la inversión necesaria para mover una casa fuera de la pobreza, en algunas partes de Asia, a través de los agricultores que participan en la agricultura orgánica, podría ser tan poco como 32 a 38 dólares por habitante (UNEP, 2011).

La aplicación de push-pull en el este de África ha aumentado de manera significativa el rendimiento del cultivo de maíz y la combinación con N cultivos ha enriquecido el suelo y también ha proporcionado a los agricultores en materia de comida para el ganado. Con esto, se puede utilizar el estiércol como abono orgánico que devuelve nutrientes a los campos. Un análisis económico en el este de África con 21,300 agricultores revelo una relación beneficio-costo de 2.5 a 1 (Khan et al 2008). Los retornos de inversión para la mano de obra fue de US$ 3.7 por persona/día con push-pull en contra a US$ 1 por persona/día con las practicas anteriores de monocultivo de maíz. Los rangos de ingresos brutos entre US$424 y 880 por hectárea en push-pull y US$ 81.9 a $132 por hectárea en el maíz de monocultivo.

Otro ejemplo del buen manejo de plantas se ve en Camerún. En este caso los productores de cacao se capacitaron en poda, ajuste de sombra y métodos de cosecha fitosanitarias que mantuvieron efectivamente rendimientos comparables a las practicas convencionales que utilizan múltiples aplicaciones de fungicidas. Los agricultores que practicaron estas técnicas utilizaron 39% menos fungicidas. Aunque los costos de mano de obra aumentaron un 14%, los costos totales de producción disminuyeron 11% con respecto a las practicas convencionales. Mediante la introducción de la agricultura verde, los métodos que se basaban en los insumos de mano de obra con más conocimientos, una proporción mucho mayor de los costos totales de producción de cacao se pago a los trabajadores dentro de la comunidad local. Los beneficios adicionales incluyen los costos de salud reducidos y menos contaminación ambiental.

La pobreza puede resultar en consecuencias económicas relacionadas con el medio ambiente si la producción agrícola se basa en el uso insostenible de la tierra (FIDA 2003), que a su vez se traduce en el agotamiento de los nutrientes del suelo y el cultivo de tierras no aptas, tierras y praderas marginales que puede conducir a la erosión del suelo, degradación de los ecosistemas y la reducción de los hábitats naturales para la biodiversidad.

Los agricultores que utilizan insumos químicos/sintéticos significativamente adquieren mas deuda, especialmente en los países en desarrollo (Eyhorn et al 2005) Por ejemplo, en la India, los productores de algodón han adquirido prestamos a tasas de interés anuales entre el 10% y 15% (sociedades cooperativas) y a más del 30% (prestamistas privados). Por el contrario, quienes se dedican a la agricultura orgánica eran mucho menos propensos a tomar prestamos, debido a menores costos de producción y un mayor uso de insumos orgánicos agrícolas (Eyhorn et al. 2005).

El cultivo intercalado es una estrategia particularmente útil con alto beneficio y bajo costo a proporciones 2.5 a 1.

Bibliografía

Avila, A., & Evenson, R. (2010). *Total factor productivity growth in agriculture: The role of technology capital.* Amsterdam: Handbook of Agricultural Economics.

Baker, C. S. (2007). *No-tillage seeding in Conservation agriculture.* Oxfordshire, UK: FAO & CAB international.

Bank, I.-A. D. (2001). *Competitividad: el motor del crecimiento.* Nueva York: IDB Bookstore.

Braun, J. v., & Díaz-Bonilla, E. (2008). *LOS POBRES Y LA GLOBALIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS Y LA AGRICULTURA.* 7ASHINGTON DC: CGIAR.

Céspedes, J. N. (17 de Marzo de 2014). Dirigente Nacional de la coordinadora Nacional del Plan de Ayala. Yucatán, Quintana Roo, México: InfoRural.

Cogley, T., & Nason, J. (1993). *Effects of the Hodrick-Prescott filter on trend and difference stationary time series:.* San Francisco: Federal Reserve Bank.

Colín, M. (23 de febrero de 2014). Se desploma el PIB agropecuario. *El financiero* .

CONAZA. (1994). *Plan de acción para combatir la desertificación en México.* Saltillo: CONAZA.

Dieu, D. W. (2006). *Impacto Socio-Económico de la cosecha de cacao y Gestión Integrada de Plagas.* International Association of Agricultural Economists.

Dobbs, T., & Smolik, J. (1996). Productivity a d profitability of conventional and alternative farming systems. *Journal of Sustainable Agriculture 9* , 63-79.

Edward, S. (2007). *Institute for Sustainable Development.* Recuperado el 7 de Marzo de 2014, de FAO: ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/02-Edwards.pdf

FAO. (2013). *Aquastat.* Recuperado el 6 de Febrero de 2014, de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm

FAO. (2000). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación.* FAO.

FAO. (12 de Mayo de 2011). *FAO*. Recuperado el 8 de Marzo de 2014, de Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030.: http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.htm

FAO. (2012). FAOSTAT. *Estadísticas Fao* . FAO.

FAO. (2002). *World Agriculture Towards 2015/2030.* Rome: Fao.

FIDA, FAO, & PMA. (2002). *LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA Y EL HAMBRE: LA FUNCIÓN FUNDAMENTAL DE LA FINANCIACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN, LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL.* Monterrey: Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo .

García, R. (2009). *La migración mexicana y el Tsunami financiero de Estados Unidos.* México: UNAM.

Hines, R., & Pretty, J. (2008). *Agricultura organica y seguridad alimentaria.* Nueva York: UNEP-UNCTAD.

INEGI. (11 de Enero de 2013). *Aspectos Normativos y Metodológicos*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de Instituto Nacional de Estadistica y Geografía: www.inegi.org.mx

INEGI. (2011). *Cuentame de México.* Recuperado el Febrero de 2014, de Agircultura: http://cuentame.inegi.org.mx/hipertexto/tipos_agua.htm

Jácome, A. G., & del Almo Rodriguez, S. (1999). *Agricultura y Sociedad en México: diversidad, enfoques, estudios de caso.* México: Progreso.

Jakob, S. I., & Dávila Moreno, M. E. (2012). *Las cooperativas agrícolas ecológicas como motor de desarrollo sustentable. Un estudio neo-institucionalista de las cooperativas coreanas .* Independiente.

Khan, Z. R. (2006). El desempeño económico de los" push-pull ". *Crop protection* , 1084-1097.

Mejía, M. (18 de Febrero de 2014). *Grandes contrastes en el campo mexicano.* Recuperado el 8 de Marzo de 2014, de Vertigo Político: http://www.vertigopolitico.com/articulo/29524/Grandes-contrastes-en-el-campo-mexicano

Morales, J. S. (2003). *Problemas económicos de México.* México: McGraw-Hill.

Nemes, N. (2009). *Análisis Comparativo de Sistemas de Producción Orgánica y no orgánicos*. Recuperado el 24 de Abril de 2014, de ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/ak355e/ak355e00.pdf.

ONU. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo.* ONU.

Palerm, Á. (1968). *Productividad agrícola: un estudio sobre México.* México: Ediciones Productividad.

Pearce, D., Markandya, A., & Barbier, E. (1989). Blueprint for a Green Economy. London, London, Inglaterra: Earthscan Publications.

PNUMA. (1972). *Declaración de Estocolmo sobre el medio ambiente.* Estocolmo: PNUMA.

Rao, D. (1993). *Intercountry comparisons of agricultural output and productivity.* Roma: FAO.

Ravn, M., & Uhlig, H. (2002). *On adjusting the Hodrick-Prescott Filter for the frequency of observations. Review of Economics and Statistics .*

SAGARPA. (2007). *Programa Sectorial de desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012.* México: SAGARPA.

SAGARPA. (2008). *Sistema de información agropecuaria de consulta 1980-2008 .* México.

Tapia, F. H. (2005). *Los paradigmas actuales del desarrollo rural en México.* Recuperado el 9 de Marzo de 2014, de Observatorio de la economía latinoamericana: www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2004/fht-rural.html

Taylor, J. E. (4 de Enero de 2012). *Farm Foundation.* Recuperado el 4 de Marzo de 2014, de http://www.farmfoundation.org/naamic/cancun/taylor.pdf

UNEP. (2011). *Towards a Green economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.* UNEP.

USDA. (2012). *United States Department of Agriculture: Productivity, Documentation and Method*. Recuperado el 2 de Abril de 2014, de United States Department of Agriculture: http://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/documentation-and-methods.aspx#.U3BAuoF5Pbx

Wise, T. A., & Nadal, A. (20 de Noviembre de 2010). *Los costos ambientales de la liberalizacion agrícola: El comercio entre México y Estados Unidos en el marco del NAFTA.* Recuperado el Febrero de 2014, de Globalización y medio Ambiente: Los costos desde las Américas: http://ase.tufts.edu/gdae/pubs/rp/wg/NadalyWise.pdf