



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

*Análisis de la productividad del sector maíz en la República Mexicana
En el período 1994-2006*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

Rolando Aquiahuatl Torres

Asesor: Mtro. Javier Galán Figueroa

Octubre 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

Gracias a Dios.

Gracias a mis padres por todo su cariño y apoyo para la realización de una de las metas más importantes de mi vida:

Calixto Aquiahuatl Hernández

Guadalupe Torres Martínez

A mis hermanos por todos sus consejos.

Malinalxóchitl Aquiahuatl Torres

José Juan Aquiahuatl Torres

Alejandro Aquiahuatl Torres

Gracias al Profesor *Javier Galán Figueroa* por su asesoría, cátedra y tiempo para la realización de este proyecto de investigación.

A mis sinodales por sus observaciones y comentarios los profesores:

Antonio Basilio Rodríguez González

José Gustavo Meneses Guzmán

Rafael Ceja García

Gilberto González Pérez

Índice

Introducción	1
Capítulo I	
Fundamentos Microeconómicos del sector maíz	7
1.1 Los factores de la producción	7
1.2 La inversión y el acervo del capital	11
1.3 Capital humano y cambio tecnológico	12
1.4 Los beneficios	14
1.5 La productividad y su importancia en el crecimiento	17
1.6 Transformación estructural y crecimiento agrícola	19
1.7 Características de una función de producción agrícola	21
1.8 El modelo de crecimiento de Solow con tecnología	22
1.9 La tierra y los recursos naturales en el modelo de Solow	29
Capítulo II	
Descripción de los procesos de producción del maíz en México	33
2.1 Situación actual del sector agrícola en México	33
2.2 La importancia del maíz en la economía mexicana	35
2.3 Procesos de producción del maíz en México	41
2.4 Modelo logístico aplicado a los rendimientos de maíz	59
2.5 Rendimientos del cultivo de maíz por zona económica	64
2.6 La producción de maíz por hombre ocupado	76
2.7 Consumo del maíz en la Republica Mexicana	78
2.8 Exportaciones e importaciones de maíz	81
2.9 Programas gubernamentales de apoyos al campo	85
2.10 Precios del maíz	88

Capítulo III

Análisis empírico de la producción de riego y de temporal del maíz	90
3.1 Metodología de regresión con datos de panel	90
3.2 Modelo con coeficientes constantes respecto al corte transversal y el tiempo	93
3.3 Modelo de efectos fijos	93
3.4 Modelo de efectos aleatorios	95
3.5 Variables utilizadas para la obtención de los modelos	97
3.6 Estimación de los modelos a través de Efectos Fijos y Aleatorios	98
3.6.1 Resultados y conclusiones de los modelos estimados	102
Conclusiones	107
Apéndice I Supuestos del modelo de los Efectos Fijos	111
Apéndice II Supuestos del modelo de Efectos Aleatorios	112
Anexos	113
Anexo 1.1 Salidas econométricas del modelo de efectos fijos y efectos aleatorios	113
Anexo 1.2 Pruebas de significancia de los modelos logísticos	118
Anexo 1.3 Cuadros de las variables utilizadas para el análisis estadístico y para la obtención de los modelos econométricos de datos de panel	119
Bibliografía	122

Introducción

Por varias décadas el campo mexicano ha sido un sector olvidado por los hacedores de política económica del país, bajo el argumento de que el libre acceso de bienes y servicios del exterior permite adquirir los productos agrícolas necesarios sin la necesidad de producirlos internamente. Lo anterior sólo ha generado una menor participación de la agricultura en la economía, baja productividad de la fuerza de trabajo empleada en el sector que se agrava, debido a que no se favorece la adopción de tecnología en el campo.

Tal situación se ha agravado a partir de la puesta en marcha del TLCAN donde el gasto público destinado al sector se redujo en un 53 por ciento en términos reales de 1994 a 2008, el crédito se contrajo cerca del 80 por ciento y el presupuesto de la SAGARPA muestra una disminución en términos reales a partir de 1995, es decir, durante los primeros años de la transición del mencionado tratado el sector contó con transferencias fiscales menores. (*Calderón, 2008*).

Por otra parte las empresas paraestatales que en años anteriores desempeñaban la función de compra y distribución de insumos y productos del campo desaparecieron; lo mismo que instituciones de financiamiento y aseguramiento agrícolas. Estas políticas generaron aumentos en los costos de producción provocando una caída de rentabilidad en el sector y por ende en la productividad, ya que se opta por adquirir del exterior un gran número de productos, en detrimento de los productores nacionales y consecuentemente de toda la estructura agrícola nacional.

Para el caso del sector de maíz la situación no cambia, las importaciones se duplicaron en el periodo 1994 al 2006, además en el año 2008 la importación de maíz blanco del que supuestamente el país es autosuficiente, aumento en 380 por ciento (*Romero, 2008*).

Por otro lado cabe mencionar que del total de la superficie cultivada de maíz el 88 por ciento es de temporal lo que motiva niveles de rendimientos menores, por el alto grado de siniestralidad del producto principalmente provocado por heladas y sequías (*Caballero, 1992*).

Los productores al no contar con programas estatales orientados al desarrollo de infraestructura tales como canales de comercialización, capacitación, tecnificación de los procesos de producción, y capital que los lleve a mejorar su productividad tienen que seguir utilizando métodos y herramientas obsoletas para la producción de su cosecha que además cabe mencionar en su gran mayoría es de temporal generando con ello mayor pérdida del cultivo por factores climáticos.

Las circunstancias anteriores pueden llevar a una dependencia aun mayor del exterior con la consecuente reducción de los beneficios del productor nacional. Al mismo tiempo los apoyos y subsidios gubernamentales a la producción de maíz y de otros productos agrícolas al ser escasos, reforzaran con ello el descenso de todo esfuerzo productivo en el sector, complicándose aun más la situación del sector.

El escenario descrito en gran medida motivo el desarrollo de la presente investigación, y de manera particular por el maíz blanco que es en mayor grado el que se produce en el país y por ello puede considerarse que refleja fielmente lo que sucede en el sector agrícola en términos productivos, además el maíz por si mismo ocupa más de la mitad de la superficie disponible para actividades agrícolas situación que lo convierte en el principal cultivo a nivel nacional en términos de volumen de producción.

Por lo anterior la presente investigación busca dar respuesta a la siguiente cuestión:

¿Cómo ha incidido la incorporación de México al TLCAN en la productividad del sector maíz en el cual la producción se obtiene en mayor grado en la modalidad de temporal la cual se caracteriza por la obtención de bajos rendimientos del cultivo, baja dotación de capital, crédito y de un nulo progreso tecnológico, aunado a una política agrícola ineficiente?

De esta pregunta se derivan las siguientes subpreguntas:

1. ¿Qué cantidad del volumen de la producción total de maíz es de temporal y cual es la que aporta la producción en la modalidad de riego a nivel estatal, así como el nivel de rendimientos?
2. ¿Cuál ha sido el comportamiento de los principales indicadores estadísticos del sector en términos de superficie cosechada, grado de siniestralidad y volumen de producción a partir de la incorporación de México al TLCAN de la producción de maíz?
3. ¿Cómo influye en la productividad de los productores del cultivo, en términos de rendimientos obtenidos la ausencia de capital y de tecnología?
4. ¿Cuáles son los subsidios que obtienen los productores de maíz con los programas diseñados por el gobierno federal y si son acordes a las necesidades actuales?
5. ¿Qué zonas económicas presentan los mejores rendimientos y que factores determinan las diferencias en la productividad, en el periodo de análisis de la investigación?
6. ¿Cuál es el nivel de rendimientos obtenidos por hectárea cosechada en la producción de maíz de riego y temporal que permita definir si van acorde a su equilibrio?

Para dar respuesta a lo anterior se planteo el siguiente objetivo general, a partir del cual se derivaron los objetivos particulares:

El objetivo general de la presente investigación consiste en analizar el comportamiento de la productividad del sector maíz en la Republica Mexicana considerando el cultivo de riego y el de temporal a partir de la incorporación de México en el TLCAN y así identificar los factores que inciden en la producción de este producto.

Los objetivos particulares son los siguientes:

1. Evaluar los niveles de producto del cultivo de maíz en la modalidad de temporal y de riego mediante tasas medias de crecimiento anual, identificando los principales estados productores en el periodo de análisis de la investigación.
2. Observar como ha evolucionado la productividad del sector en términos de superficie sembrada, superficie siniestrada, volumen de producción y rendimientos obtenidos por hectárea, a nivel estatal, a partir de la incorporación de México al TLCAN.
3. Identificar los tipos de productores de maíz, sus métodos de producción del cultivo, los principales factores que inciden en la cosecha del producto y los subsectores que utilizan el maíz como insumo.
4. Observar el comportamiento de la inversión federal en el sector y señalar si los recursos de PROCAMPO se incrementaron en el periodo de análisis.
5. Señalar las zonas económicas que obtienen los mejores rendimientos en términos de toneladas obtenidas por superficie cosechada en la modalidad de riego y de temporal mencionando los factores que pueden incidir en su productividad.
6. Determinar a través de un modelo de datos de panel los factores que inciden en la producción de maíz de temporal y de riego, para determinar si los rendimientos obtenidos por hectárea cosechada van acorde a su equilibrio.

Para dar respuesta al problema de estudio se planteó la siguiente hipótesis de investigación:

La incorporación de México al TLCAN detonó el incremento de las importaciones de maíz lo que ha generado que los beneficios de los agricultores nacionales disminuya, esto a su vez ha incentivado que los productores sigan sembrando maíz de temporal, como reflejo de una ausencia en la inversión en el sector. Este escenario ha conllevado que los productores se vean limitados para sembrar bajo el sistema de riego, dada una política pública en la cual los programas agropecuarios son ineficientes.

En este sentido la manera en que se puede revertir tal situación implica una política agrícola de largo plazo que destine inversión en el sector que permitan incorporar el sistema de temporal al de riego, donde los organismos públicos desempeñen la función principal en el financiamiento de la investigación agrícola de manera tal que se fomente el progreso tecnológico, que permita generar las condiciones necesarias y suficientes para crear una economía en el sector de rendimientos constantes.

Para contestar la anterior hipótesis el presente trabajo se divide en dos partes: la teórica y la empírica, en la primera, se determinan los factores que son determinantes en la productividad del maíz, haciendo énfasis en la relación entre los insumos utilizados y el nivel de producción resultante. Por otro lado y correlacionado con lo anterior se definen las peculiaridades de una función de producción del sector de la agricultura así como los factores que determinan los mejores niveles de producto. Con la incorporación del modelo de Solow se pretende mostrar cómo interactúan el crecimiento del stock de capital, el crecimiento de la población activa y los avances de la tecnología en el crecimiento económico en donde este último factor es determinante para alcanzar una mayor productividad a través de su contribución directa al proceso productivo.

En la parte empírica se determina la importancia que tiene el maíz en la agricultura nacional y se evalúa su desempeño a nivel estatal y por zona económica a partir de la incorporación de México al TLCAN, lo cual implica un análisis estadístico descriptivo de los volúmenes de producción, superficie sembrada, superficie siniestrada, rendimientos obtenidos por hectárea en la modalidad de producción de temporal y riego. Además se elabora un modelo logístico con el fin de determinar el nivel de rendimientos de equilibrio del sector en el largo plazo.

A través de la estimación del modelo econométrico aplicando la metodología de los datos de panel se pretende sustentar y corroborar como el factor del progreso tecnológico, y el capital son determinantes en la producción de maíz, señalando además la ventaja que implica utilizar este método ya que presenta la dimensión del espacio y del tiempo.

El trabajo comprende tres capítulos el primero de ellos se definen los factores que determinan la productividad en el sector de maíz. Además se presenta el modelo de Solow donde incorpora el factor tecnológico como determinante para el crecimiento económico sostenido.

En el segundo capítulo se presenta la evidencia estadística que permite evaluar el desempeño en términos de productividad del cultivo de maíz en el periodo de estudio a nivel de rendimientos obtenidos, volumen de producción, superficie cosechada, importaciones, exportaciones, inversión; indicadores que son relevantes en el análisis de la productividad. Por otra parte, se analiza a nivel de zonas económicas los rendimientos obtenidos a fin de identificar las más importantes en dicho cultivo, tanto en la modalidad de temporal como de riego.

En el tercer capítulo se busca enriquecer el trabajo empírico a través de explicar las variables determinantes en la producción de maíz, mediante la estimación de un modelo econométrico de datos de panel; en dicho capítulo se explica la metodología, las variables consideradas para la generación de los modelos y finalmente se obtienen las estimaciones así como la presentación de los resultados y su interpretación.

Al final se presentan las conclusiones de la investigación donde se mencionan los resultados obtenidos, así como algunas sugerencias que podrían ser de utilidad para el mejoramiento de la productividad en la producción de maíz, y por ende, del campo mexicano.

Capítulo I

Fundamentos Microeconómicos del sector maíz

El propósito del presente capítulo es presentar los factores que determinan las decisiones del productor, según el cual elige el plan de producción que maximiza sus beneficios, así mismo se señalan las variables que inciden en la productividad y su importancia en el crecimiento.

Por otro lado se describen los factores que de manera particular influyen en la producción del sector de maíz, así como las peculiaridades de una función de producción agrícola. La incorporación del modelo de Solow desarrollado por Romer pretende resaltar la importancia que el progreso técnico tiene como factor clave del crecimiento de la productividad.

1.1 Los factores de la producción

Para obtener un nivel de producción dado es necesario contar con un determinado nivel de factores de producción donde suelen ser definidos en: tierra, trabajo y capital. En el caso de los agricultores combinan su trabajo con insumos como pueden ser semillas, tierra, fertilizantes y maquinaria para producir determinado nivel de cosecha.

Los bienes de capital son máquinas de cualquier tipo que se utilizan en el proceso de producción. En el caso del sector agrícola se tienen: tractores, sistemas de riego y maquinaria y equipo en general.

Para las empresas, existen algunas combinaciones de factores que están a su disposición para obtener una cantidad dada de producción esto repercute en que las empresas se limitan a adoptar planes de producción que sean factibles desde el punto de vista tecnológico, donde todo el conjunto de las combinaciones posibles de factores y de productos se denominan conjunto de producción. Todos los factores que utilizan las empresas tienen un costo lo cual justifica el limitarse a examinar la producción máxima posible correspondiente a una cantidad dada de factores y con esto elevar su productividad.

La función que está determinada por esta frontera de posibilidades para obtener un nivel de producto el cual representa el punto donde la empresa minimiza los costos para maximizar el beneficio se denomina función de producción y mide el volumen máximo de producción que se puede obtener con una cantidad dada de factores, esto queda representado por la función $y = f(x)$, en donde (y) representa el producto obtenido, mientras (x) representa el factor de la producción.

La función producción también puede utilizarse cuando hay varios factores, en el caso de que sean dos factores, la función producción $f(x_1, x_2)$ mide la cantidad máxima (y) que puede obtenerse con x_1 unidades del factor 1 y x_2 del factor 2, (*Varian, 1999*).

Cuando existen dos factores, existe un instrumento para representar las relaciones de producción que se llama Isocuanta y que es el conjunto de todas las combinaciones posibles de los factores 1 y 2 que son suficientes para obtener una cantidad dada de producción. Los valores que toman las Isocuantas son las cantidades del bien que se puede producir y por lo tanto vienen determinadas por la tecnología.

Una función de producción podría representar la producción de maíz de un agricultor durante determinado tiempo, como factor dependiente de la cantidad de maquinaria empleada, de trabajo utilizado, tierra cultivada, fertilizantes y semillas empleadas.

Una cuestión importante que se plantea de manera regular cuando se esta fabricando o produciendo x cantidad de producción, es la de conocer cuanto se obtendrá más de producto añadiendo una unidad más de insumo. La productividad marginal física de un insumo se conoce como la cantidad adicional de producto obtenida empleando una unidad adicional de ese insumo manteniendo los demás insumos constantes.

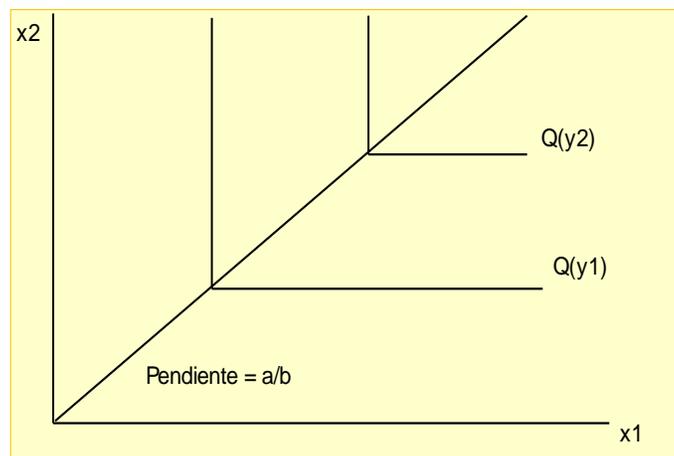
En determinado momento no pueden añadirse más jornaleros sin que la productividad marginal eventualmente disminuya, lo cual se conoce como productividad marginal decreciente.

Puesto que las funciones de producción representan métodos reales de producción, la forma y las propiedades de las mismas en una empresa son importantes ya que al utilizar esta información,

una organización puede decidir como gastar mejor los recursos y en que factores es necesario canalizar más inversión.

Supongamos que se está sembrando x cantidad de hectáreas de maíz, utilizando un tractor y un jornalero. El número total de hectáreas sembradas vendría dado por el número mínimo de jornaleros y de tractores que se tengan, por lo que se expresa la función de producción de la forma siguiente: $f(x_1, x_2) = \min \{x_1, x_2\}$. Las Isocuantas tienen la forma como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1
Proporciones Fijas

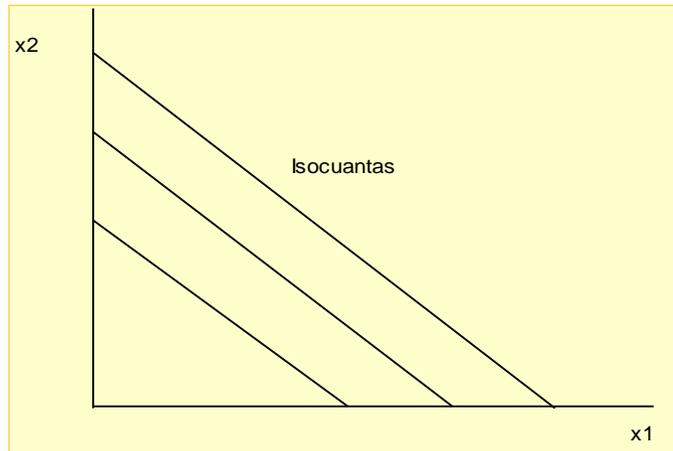


FUENTE: Elaboración propia con base en Varian, (1999).

Ahora suponiendo que se produce maíz y que los factores son solo la tierra y los jornaleros la cantidad de hectáreas que se vaya a sembrar depende solamente del número total de hectáreas de tierra y de jornaleros, por lo que se expresa la función de producción de la forma siguiente: $f(x_1 + x_2) = x_1 + x_2$. Las Isocuantas resultantes, tienen la forma que muestra la gráfica 2.

Gráfica 2

Sustitutos Perfectos

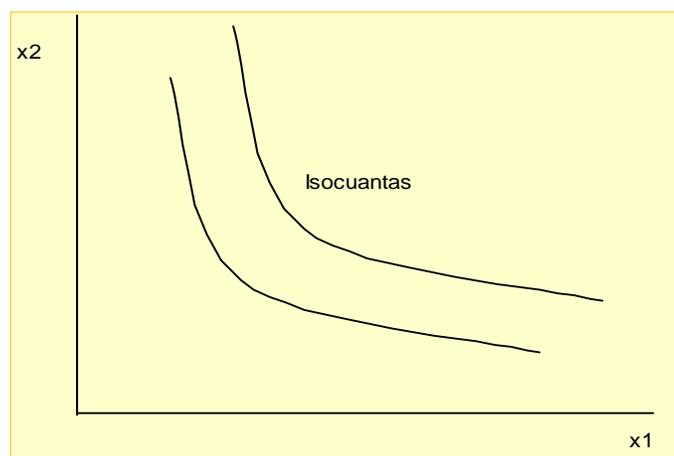


FUENTE: Elaboración propia con base en Varian, (1999).

Si la función de producción tiene la forma $f(x_1, x_2) = Ax^a_1 x^b_2$ decimos que es una función de producción Cobb Douglas. El parámetro A mide, aproximadamente, la escala de producción, es decir, el volumen de producción que se obtiene si se utiliza una unidad de cada factor. Los parámetros a y b miden la respuesta de la cantidad producida a las variaciones de los factores. Las Isocuantas resultantes tienen la forma como aparecen en la gráfica 3.

Gráfica 3

Tecnología Cobb Douglas



FUENTE: Elaboración propia con base en Varian, (1999).

1.2 La inversión y el acervo del capital

Las empresas así como los países requieren realizar gasto en inversión debido en primera instancia para aumentar su stock de capital y en segundo lugar para reponer el capital existente que ha sido desgastado. Dicha variable depende en gran medida de la tasa de interés que mide el costo de los fondos utilizados para financiar la inversión. De tal manera que si la tasa de interés es elevada traerá consigo una disminución de todo proyecto que requiera de recursos para su elaboración.

El gasto de inversión y el acervo de capital se interrelacionan, pero constituyen diferentes tipos de variables. Donde el acervo de capital es la cantidad total de planta y equipo con la que cuenta una empresa y constituye una variable de acervo (una variable de acervo mide una cantidad en un momento dado) mientras que una variable de flujo (gasto de inversión) evalúa un proceso durante cierto periodo, (*Barreiro y Labeaga, 1999*).

En relación a la planta y equipo de la empresa se encuentra involucrada otra variable la depreciación (variable de flujo) que es la parte que se consume de dicho capital en donde a cualquier tasa de depreciación entre mayor sea el flujo de gasto de inversión, más rápido crecerá el acervo de capital.

Para una tasa de depreciación dada y una tasa de crecimiento de la fuerza laboral específica, un mayor gasto en inversión provoca un crecimiento más rápido del capital por trabajador, y por ende un incremento en la productividad laboral.

La reducción de impuestos a las empresas o el ofrecimiento de incentivos específicos para la inversión puede acelerar la inversión y, en consecuencia, el crecimiento del capital físico e incrementar la tasa de crecimiento de los estándares de vida.

Las políticas gubernamentales también pueden contribuir a aumentar el ahorro familiar. Una forma de hacerlo consiste en disminuir los impuestos sobre los beneficios. El beneficio es la utilidad que se obtiene al vender un activo. Al reducir la tasa fiscal sobre los beneficios, las familias se ven en la posibilidad de conservar una mayor parte de los beneficios que obtienen. Si

otras familias reaccionan de manera similar, el ahorro total aumentaría y la oferta de fondos crediticios se incrementaría.

1.3 Capital humano y cambio tecnológico

En una economía dinámica, la tecnología cambia de manera continua. Las empresas descubren mejores métodos de producción por el simple hecho de lograr su permanencia en el mercado que obliga a obtener mejores niveles de productividad.

Una función de producción es reflejo en cierta medida de los conocimientos técnicos de las empresas acerca de cómo utilizar los insumos para obtener productos. Cuando las empresas mejoran sus técnicas de producción, la función de producción cambia. Este tipo de avances técnicos se presenta cuando las maquinas utilizadas en la producción se vuelven obsoletas y se remplazan por otras que son más eficientes que incorporan los últimos avances de la técnica.

En el acervo de capital se debe incluir también el capital humano que son todas las habilidades y conocimientos que poseen los trabajadores y es tan importante para el crecimiento económico al igual que el capital físico. Desde el punto de vista de la producción, aumentar el capital humano da un resultado similar a incrementar el capital físico ya que genera que se eleve la productividad.

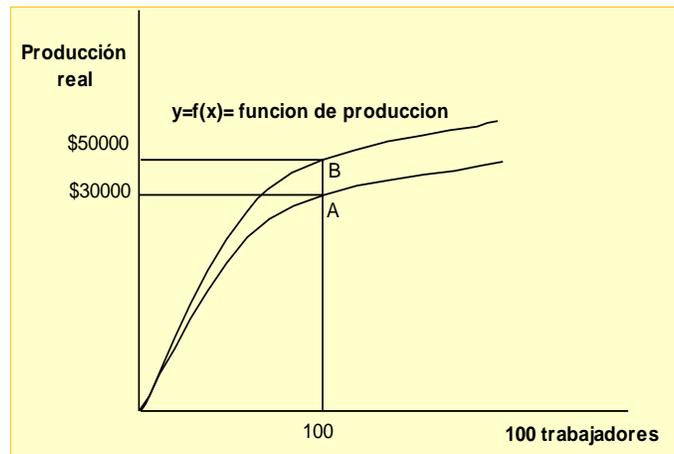
El acervo de capital humano se incrementa siempre que se invierte en la adquisición de nuevas habilidades durante cierto periodo, mediante educación y capacitación, y excede la depreciación de las habilidades existentes en el mismo periodo. Por lo tanto, una mayor inversión en capital humano incrementará su acervo, y en consecuencia de la productividad. Para el caso de un productor del campo podrá hacer uso de su tierra de manera más eficiente si tiene a la mano asesoría técnica que le pueda auxiliar en su proceso productivo y para la adquisición de semillas mejoradas.

Sin duda la inversión en capital humano juega un papel muy importante en el crecimiento económico de todos los países y en el caso del sector agrícola es un factor determinante para el incremento de la productividad.

Otra fuente importante de crecimiento es el cambio tecnológico es decir, el descubrimiento de nuevas estrategias de producción, la nueva tecnología beneficia a las empresas de manera que permite que aumente la producción por trabajador. La gráfica 4 muestra como un incremento de la nueva tecnología desplaza la función producción hacia arriba e incrementa la producción.

Gráfica 4

Incremento de tecnología



FUENTE: Elaboración propia con base en Hall y Lieberman, (2005).

Se observa como inicialmente la empresa opera en el punto A sobre la función producción en donde 100 trabajadores generan el equivalente en producción a \$30,000, un incremento en el desarrollo tecnológico desplaza la función producción hacia arriba hasta el punto B en donde ahora 100 trabajadores generan \$50,000 de producción, (Hall y Lieberman, 2005).

En los últimos 60 años, por ejemplo, la invención de fertilizantes sintéticos, maíz híbrido y pesticidas químicos, ha permitido que la producción mundial de alimentos aumente más rápido que la población.

En muchos casos, la nueva tecnología exige la adquisición de capital físico y humano para poder ser aprovechada. Entre más rápida es la tasa de cambio tecnológico, mayor es la tasa de crecimiento de la productividad y más acelerado el mejoramiento de los estándares de vida. El progreso técnico representa un ahorro real de insumos y por lo tanto una deducción de los costos de producción (Nicholson, 2001).

1.4 Los beneficios

Un productor tiene el objetivo de lograr los mayores beneficios económicos, por definición buscan que la diferencia entre los ingresos totales y los costos económicos totales sean lo mayor posible de manera que se genere un incremento de su rentabilidad.

Los beneficios se definen como los ingresos menos los costos, en la expresión del costo se debe asegurar incluir todos los factores de la producción que utiliza la empresa, valorados a precios de mercado.

Si las empresas son maximizadoras de los beneficios, tomarán las decisiones de una manera marginal, es decir que beneficios tendrá el incremento de producir una unidad más o el beneficio adicional de contratar otro trabajador. Mientras este beneficio marginal sea positivo se producirá la unidad adicional

Para maximizar los beneficios, una empresa debe alcanzar el nivel de producción para el cual el ingreso marginal por vender una unidad más de producto sea exactamente igual al costo marginal de producir esa unidad de producto. Un productor puede determinar sus beneficios máximos comenzando en un nivel de producción igual a cero e incrementar la producción en una unidad cada vez. Mientras el ingreso marginal exceda al costo marginal, la empresa debe seguir incrementando la producción. Tan pronto como sean iguales los costos e ingresos marginales, los incrementos adicionales de la producción reducirán los beneficios, pues el costo de producir más excedería el ingreso que genera.

Lo mismo ocurre con un agricultor de maíz que posea tierra y que la utilice para su producción: cuando se calculan los costos económicos, esa tierra debe valorarse a su valor de mercado. El agricultor tiene la oportunidad de arrendarla a otra persona, pero decide renunciar a ese alquiler a cambio de alquilársela a si mismo. Los alquileres perdidos forman parte del costo de oportunidad de su producción. El factor producción cuya cantidad es fija se llama factor fijo y el que puede utilizarse en cantidades diferentes se llama factor variable.

El corto plazo es el periodo de tiempo en el que algunos factores fijos solo pueden emplearse en cantidades fijas. En cambio a largo plazo, la empresa puede alterar todos los factores de producción, es decir todos serian variables.

Dado que a largo plazo todos los factores son variables, una empresa tiene la posibilidad de decidir no utilizar ningún factor y no producir nada. Por lo tanto, el beneficio mínimo que puede obtener a largo plazo es un beneficio nulo. Los factores fijos son aquellos que debe pagar la empresa aun cuando decida no producir nada.

Para ejemplificar lo anterior se tiene el caso del gobierno de Estados Unidos que gasta entre 40,000 y 60,000 millones de dólares al año en programas de ayuda destinados a los agricultores una gran parte de este dinero, se utiliza para subvencionar la producción de algunos artículos como la leche, el trigo, el maíz, la soya y el algodón, (Varian, 1999). Algunas veces los agricultores sostienen que la supresión de las subvenciones que se conceden a la leche, por ejemplo, no reduciría su oferta total, ya que los lecheros aumentarían su ganado y su oferta de leche para mantener constante su nivel de vida, sin embargo eso es imposible si los agricultores tratan de maximizar los beneficios.

Como se ha visto antes, la lógica de la maximización de los beneficios exige que una reducción del precio de un producto provoque una reducción de su oferta: si Δp es negativo, el de la producción Δy también debe serlo.

Si un productor está maximizando sus beneficios y decide ofrecer el nivel de producción y , debe estar minimizando el costo de producirlo, ya que de lo contrario, existiría una forma más barata de obtener y unidades de producción, lo que significaría que la empresa no estaría maximizando los beneficios.

La maximización del beneficio a corto plazo es cuando el productor mantiene fijo alguno de los dos factores de la producción que se puede representar como: $\max pf(x_1, x_2) - w_1x_1 - w_2x_2$, en donde p representa el precio de los productos y w_1 y w_2 los precios de los factores. En este caso el problema de maximización de beneficio se representa como $\max_{x_1, x_2} pf(x_1, x_2) - w_1x_1 - w_2x_2$.

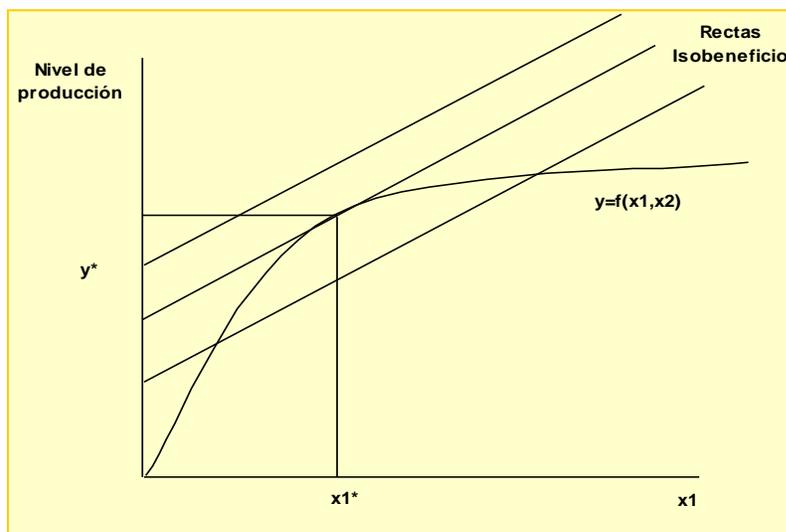
La condición de elección óptima del factor 1 si x_1^* es la elección del factor 1 que maximiza el beneficio, el precio del producto multiplicado por el producto marginal del factor 1 debe ser igual al precio del factor 1 que se representa como $pPM_1(x_1^*, \bar{x}_2) = w_1$, es decir el valor del producto marginal del factor 1 debe ser igual a su precio. Es decir si el agricultor decide incrementar la utilización del factor 1 Δx_1 , se obtiene $\Delta y = PM_1 \Delta x_1$, más de producción, que tiene un valor de $pPM_1 \Delta x_1$. Que tiene un costo de $w_1 \Delta x_1$. Si el valor del producto es superior a su costo se obtendrán beneficios, dado el incremento del factor 1.

Ahora si los beneficios de la empresa son los mayores posibles, el valor del producto marginal, $pPM_1(x_1^*, x_2)$, debe ser igual al precio del factor, w_1 , en donde los beneficios son $\pi = py - w_1x_1 - w_2x_2$, despejando y en la ecuación se obtiene:

$$y = \frac{\pi}{p} + \frac{w_2}{p}x_2 + \frac{w_1}{p}x_1$$

Esta ecuación describe las rectas isobeneficio, se trata de combinaciones de los factores y del producto que generan todas ellas un nivel constante de beneficio.

Grafica 5
Maximización del beneficio



FUENTE: Elaboración propia con base en Varian, (2003).

El productor elige la combinación de factores y de productos que se encuentra en la recta isobeneficio más alta, en este caso la maximización del beneficio es (x_1^*, y^*) , véase la gráfica 5.

A largo plazo lleva a plantear el problema del beneficio de la siguiente manera: $\max_{x_1, x_2} pf(x_1, x_2) - w_1x_1 - w_2x_2$.

La condición de elección óptima es aquella en donde el valor del producto marginal de los dos factores debe ser igual a su precio, es decir si el productor elige óptimamente los factores 1 y 2 el valor del producto marginal de cada uno debe ser igual a su precio.

$$pPM_1(x_1^*, x_2) = w_1$$

$$pPM_2(x_1^*, x_2) = w_2$$

Si el valor del producto marginal del factor 1 es superior a su precio, utilizando una cantidad algo mayor se obtiene PM_1 más de producción, que se vende a $pPm1$. Si el valor de esta producción es superior al costo del factor utilizado para producirla compensa aumentar la cantidad que se utiliza de dicho factor.

1.5 La productividad y su importancia en el crecimiento

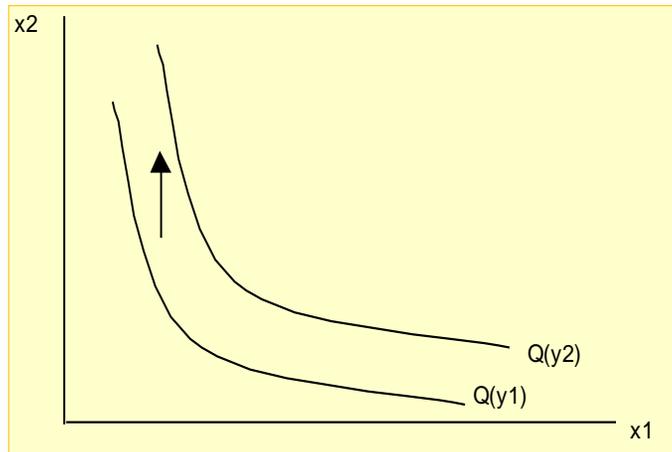
El crecimiento de la productividad ha sido responsable de la mayor parte del crecimiento del PIB real en la mayoría de las economías en las últimas décadas, (Hall y Lieberman, 2005). De lo anterior no es sorpresa que cuando los economistas analizan el mejoramiento de los estándares de vida suelen tomar en cuenta, el crecimiento de la productividad como una variable fundamental para su análisis.

Uno de los elementos clave para el crecimiento de la productividad es el acervo del capital del país o la cantidad de capital disponible en la economía por cada trabajador. La economía puede producir más automóviles, servicios médicos, mayor educación, y otros más cuando el trabajador promedio de cada una de las industrias correspondientes cuenta con una dotación mayor de factores de la producción (costos fijos y costos variables). La gráfica 6 muestra como la curva se

desplaza a medida que se incrementan los factores x_1 y x_2 generándose una mayor nivel de producción.

Gráfica 6

Incremento de los factores de producción



FUENTE: elaboración propia con en Varian, (1999).

Sin embargo, en cualquier economía a medida que el acervo de capital aumenta, también lo hace la fuerza laboral, si bien cualquier aumento de capital desplazará la función de producción, la productividad se incrementará tan sólo si el capital por trabajador aumenta, es decir, únicamente si el acervo de capital total de la nación crece más rápido que la fuerza laboral.

La adopción de tecnología y las medidas que permitan elevar la productividad de la agricultura es fundamental, ya que las diferencias tecnológicas entre países son relevantes en los diferentes niveles de productividad.

La importancia de la adopción tecnológica para fomentar la competitividad así como el progreso en la difusión del conocimiento son base para el crecimiento de la productividad un ejemplo es Estados Unidos que en la última década ha adoptado tecnología con los consecuentes incrementos de su productividad que lo sitúa como el principal productor de maíz en el mundo con más del 40 por ciento de la producción mundial (Caballero y López, 1992).

1.6 Transformación estructural y crecimiento agrícola

La estructura económica puede definirse como un conjunto estable de relaciones entre los sectores de la producción, y el cambio estructural como la modificación de la composición del producto de una economía en el largo plazo. En este sentido el cambio estructural puede concebirse como una transición de formas de organización económica rural y agrícola más modernas (*Bejarano, 1994*).

Entre las variaciones sistemáticas, comunes a la mayoría de los países cabe destacar el cambio de la participación del producto primario en la producción total lo que supone cambios en el comportamiento de las productividades del sector agrícola con otros sectores.

En términos generales el proceso de transformación estructural de largo plazo es característico de la transición de una economía agraria con bajos niveles de productividad a una economía industrial con elevados niveles de ingreso que conlleva cambios en la composición del producto total. El cambio estructural es el resultado de la interacción de múltiples factores, pero principalmente de tasas diferentes de crecimiento en la productividad y de la intensidad del uso de factores entre los distintos sectores de la economía. En estados Unidos la agricultura de maíz esta constituida por unidades de producción extensas, con muy baja intensidad de mano de obra, en donde la población ocupada en el sector agropecuario es menor en número a la población ocupada en el sector agrícola de México (*Bejarano, 1994*).

La velocidad de la transformación puede asociarse a factores como la especialización que se da en los países más desarrollados; mientras que en los países emergentes, dependen por lo general en mayor medida del comercio.

El crecimiento económico es el resultado del incremento de los recursos productivos y de mejorar la eficiencia en su utilización. Existen un gran número de modelos para evaluar las fuentes de crecimiento como es el caso del modelo de Solow. Estos modelos discriminan entre el crecimiento producido por el aumento de la cantidad de insumos de mano de obra y capital y los producidos por los aumentos de la productividad, es decir por la eficacia con la que son

utilizados. La metodología de las fuentes de crecimiento señala básicamente que la tasa de crecimiento del producto será igual a la participación ponderada de las tasas de crecimiento de los insumos. Una función tradicional de producción de la agricultura incluye los factores: tierra, trabajo y capital como fuentes de crecimiento del producto, sin embargo debiera incluirse también factores tales como fertilizantes, irrigación, nuevas semillas, calidad de la tierra, cambios tecnológicos lo que de manera general se asimila a cambios en la productividad de los factores.

Sin la presencia de importantes cambios tecnológicos en el ámbito de la agricultura, los recursos transferidos a este sector están sujetos a rendimientos decrecientes y a una baja respuesta en términos de productos físicos.

El crecimiento agrícola resulta de una variada combinación de diferentes componentes a lo largo de las líneas de insumos y factores tradicionales, ello incluye: cambios en la cantidad del área plantada, los efectos de rendimientos, localización de las unidades de producción, cambios en los patrones del cultivo, sin embargo el factor fundamental sigue siendo el comportamiento de la productividad.

Dado el papel crucial que desempeña el incremento de la productividad del trabajo en el rendimiento de la productividad agrícola es necesario mencionar los factores que pueden determinarla. Dos factores son determinantes en la productividad del trabajo agrícola: los rendimientos por hectárea y la superficie cultivada por unidad de trabajo aplicada. De aquí mismo se desprenden tres vías posibles para incrementar la productividad: aumentar los rendimientos, acrecentar la superficie labrada por unidad de trabajo o incrementar ambos factores de forma simultánea. Mientras la primera significa hacer un uso más intensivo de la tierra con el propósito de incrementar el producto por unidad de superficie, la segunda se realiza a través de un empleo más intensivo del trabajo de tal manera que aumente la extensión de tierra cultivada por cada trabajador (*Hayami, 1991*).

La primera estrategia se logra a través de instrumentos tales como la irrigación, el mejoramiento genético, la difusión de semillas mejoradas, la aplicación de dosis más efectivas de fertilización,

el mejoramiento de las practicas agrícolas, y la conservación de los suelos; la segunda requiere de la mecanización de las labores agrícolas (*Hayami, 1991*).

Según la dotación relativa de trabajo y tierra de que disponen diversos países, las estrategias seguidas, para incrementar la productividad del trabajo en la agricultura de maíz han puesto el acento en una u en otra vía. El crecimiento de la productividad agrícola es, sobre todo un proceso de adaptación del sector agrícola a las nuevas oportunidades ofrecidas por los avances del conocimiento y por el progreso tecnológico.

1.7 Características de una función de producción agrícola

En términos estrictos de la producción en la agricultura cabe hacer mención de que esta tiene algunas características que la diferencia de otros sectores de la economía como son: la estacionalidad, la dispersión geográfica, el riesgo e incertidumbre y las fuentes de cambio técnico que hacen singulares, en efecto, las funciones de producción agrícola.

Ninguna región del país tiene un clima absolutamente constante a lo largo del año, por lo cual las variaciones climáticas hacen que la producción agrícola siga pautas estacionarias diferentes.

El sector de la agricultura es el único de los sectores que utiliza la tierra como su insumo esencial para su función de producción. La dispersión geográfica que resulta de su naturaleza tiene una consecuencia económica importante de ahí que el transporte y en general las externalidades se vuelven más importantes para este sector.

Los agricultores discuten sobre dos temas importantes que afectan su productividad: el tiempo y los precios. La incertidumbre que se asocia a estas dos variables conduce esencialmente a los productores del campo a elegir en algunos casos cuando sus recursos se los permiten cultivos resistentes a condiciones extremas de tiempo, o variedades de cultivo que toleran mejor esas variaciones.

Frente a las variaciones del tiempo esas reacciones pueden transmitirse a los mercados de mano de obra rural y provocar gran escasez si la siembra tiene que hacerse muy pronto o cuando cambia el clima y la cosecha tiene que recogerse y almacenarse, las fluctuaciones en la producción agregada se amplifican a nivel de la comercialización lo que genera a menudo intervenciones de precios o la necesidad de recurrir a la importación de alimentos. La incertidumbre en cuanto a los precios también contribuye a la dificultad del agricultor en cuanto trata de decidir que cultivos trabajar y cuanto ha de invertirse para el desarrollo de esos cultivos.

Anteriormente se ha venido puntualizando que el cambio técnico es la fuente de mayor productividad a largo plazo, ya que la inversión continuada de tecnología tradicional se enfrenta muy rápidamente a bajos rendimientos.

1.8 El modelo de crecimiento de Solow con tecnología

La incorporación del modelo de Solow dentro del marco teórico, estriba en su aportación para la comprensión del crecimiento económico, y de las diferencias en los niveles de renta, que determinan en gran medida la productividad. Cabe mencionar que el modelo que se utiliza incorpora el factor de la tecnología como factor determinante para alcanzar una productividad mayor a través de su contribución directa al proceso productivo y que es con toda seguridad determinante para explicar el crecimiento económico. Lo más importante que aporta el modelo dentro de la investigación es que en el estado estacionario la tasa de crecimiento de la producción por trabajador depende de la tasa de crecimiento del progreso tecnológico.

El modelo de Solow constituye el punto de partida de la gran mayoría de análisis que versan sobre el crecimiento. Dicho modelo permite observar de qué modo afectan el ahorro, el crecimiento de la población y el progreso tecnológico al nivel de producción de una economía y a su crecimiento con el paso del tiempo.

El modelo de Solow gira en torno a cuatro variables: la producción (Y), el capital (K), el trabajo (L) y la tecnología (A). La economía dispone en cualquier periodo de ciertas dotaciones de

capital, trabajo y tecnología que se combinan en el proceso de producción, (Romer, 2002). Esto se representa a través de una función producción como la siguiente:

$$Y_{(t)} = F(K_{(t)}, A_{(t)}L_{(t)}) \quad (1.1)$$

La producción esta determinada por el capital K , el trabajo L o la tecnología A . Donde el subíndice t , indica el tiempo, además se puede observar que A y L aparecen en forma de producto lo que se denomina eficiencia del trabajo. Esta relación pretende reflejar los conocimientos con los que cuenta una economía, ya que es de suponerse que a medida que mejora la tecnología, traerá consigo un aumento en la productividad de los trabajadores.

Para continuar con la descripción del modelo es necesario definir una función producción que representa la combinación de tres variables capital, trabajo y tecnología y que satisfaga las siguientes propiedades

1. La función producción presenta rendimientos constantes a escala. Es decir que si se duplica la cantidad de trabajo y de capital la cantidad de producto igualmente se duplica.
2. La productividad marginal de las variables que se utilizan para producir es positiva pero decreciente.
3. Las condiciones Inada (1964). explican que el producto marginal del capital es 0 cuando k es alto, cuando k es demasiado bajo, el producto marginal es muy alto (ver ecuación 1.2).

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0, \quad \lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty \quad (1.2)$$

Las funciones de producción que tienen rendimientos constantes de escala permiten analizar todas las magnitudes relevantes de una economía en relación con el tamaño de la población activa.

Es necesario mencionar que el modelo de Solow utiliza una función producción Cobb Douglas. Su nombre viene del profesor Douglas quien a partir de una observación empírica, infirió sus propiedades, (Sala-i-Martín, 2000). Otro actor importante en la formalización de la función de

producción fue el matemático Charles Cobb, el cual especificó la forma matemática que tienen esas propiedades. Douglas descubrió un hecho importante: la división de la renta nacional entre trabajadores y capitalistas permanecía más o menos constante en el tiempo. En consecuencia, la especificación original fue la siguiente:

$$Y = AL^\alpha K^{1-\alpha} \quad (1.3)$$

Donde:

K ; Capital total

L ; Fuerza laboral o trabajo total

A ; Nivel de tecnología

Y ; Producto

α ; $0 < \alpha < 1$, Fracción del producto producida por el capital.

Es importante resaltar del modelo que la función producción presenta rendimientos constantes a escala en el capital y el trabajo. Lo anterior significa que si se duplica la cantidad de capital y de trabajo el nivel de producción también se duplica es decir que si se multiplica a ambos factores en la función producción (*ecuación 1.1*) por una constante c el nivel de producción se multiplica por ese mismo factor véase la *ecuación 1.4*:

$$F(cK, cAL) = cF(K, AL) \text{ para todo } c \geq 0 \quad (1.4)$$

Para corroborar lo anterior, al dividir la (*ecuación 1.4*) entre el trabajo efectivo, la función de producción queda de la siguiente forma:

$$F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \left(\frac{1}{AL}\right)F(K, AL) \quad (1.5)$$

$\frac{K}{AL}$; capital por unidad de trabajo efectivo

$F \frac{(K, AL)}{AL}$, es $\frac{Y}{AL}$ producto por unidad de trabajo efectivo, si se define:

$k; \frac{K}{L}$ y además $y; \frac{Y}{AL}$ esto lleva a la siguiente ecuación:

$$y = f(k) \quad (1.6)$$

La (ecuación 1.6) indica que el volumen de producción por unidad de trabajo efectivo depende exclusivamente de la cantidad de capital por unidad de trabajo efectivo. El modelo supone que la forma intensiva de la función producción, $f(k)$, satisface que: $f(0) = 0$, $f'(k) > 0$ y $f''(k) < 0$ ¹

La productividad marginal del capital queda representada como: $\frac{\partial F(K, AL)}{\partial K}$ que es simplemente: $f'(k)$.

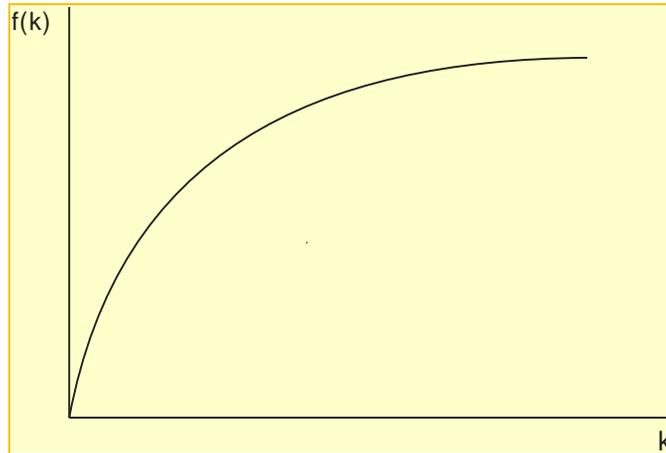
Por lo tanto, en el supuesto de que $f'(k)$ sea positivo y $f''(k)$ sea negativo implica que la productividad marginal del capital es positiva, y decreciente, es decir, disminuye a medida que la cantidad de capital por unidad de trabajo efectivo aumenta.

Las condiciones Inada, indican que la productividad marginal del capital es elevada cuando el stock de capital es lo suficientemente pequeño y que se vuelve muy pequeña a medida que el stock de capital aumenta y permiten garantizar que la evolución de la economía no sea divergente. La gráfica 7 muestra una función de producción que satisface esta condición: $f'(k) > 0$ y $f''(k) < 0$.

¹ Denotan respectivamente $f'(*) > 0$ y $f''(*)$ la primera y segunda derivadas de $f(*)$.

Gráfica 7

Una función de producción



Fuente: Elaboración propia con base en (Mankiw, 2000).

A medida que aumenta el capital, la función producción se aplanan es decir la pendiente disminuye. La función producción muestra una productividad marginal del capital decreciente, es decir, que cada incremento del capital en una unidad produce un aumento menor en la producción que el derivado de una unidad de capital anterior. Retomando la función de producción Cobb Douglas (ver ecuación 1.3) y para comprobar que presenta rendimientos constantes a escala se le multiplica por una constante c que representa cualquier número positivo y además se divide entre el trabajo efectivo, se obtiene:

$$F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha = k^\alpha \quad (1.7)$$

La ecuación 1.7 implica que: $f'(k) = \alpha k^{\alpha-1}$

Esta expresión es positiva ya que tiende a infinito a medida que k tiende a cero y tiende a cero a medida que k tiende a infinito. Por último: $f''(k) = -(1-\alpha) \alpha k^{\alpha-2}$ es negativo. Lo anterior cumple con las condiciones Inada.

Las cantidades iniciales de capital, trabajo y tecnología se suponen dadas en el modelo, donde el trabajo y la tecnología crecen a tasas constantes. El supuesto sobre el progreso tecnológico consiste en establecer que la tecnología A , crece a una tasa constante, g que representa el

progreso tecnológico, que aumenta la eficiencia del trabajo, mientras que el trabajo L crece a la tasa n .

En el modelo de Solow la producción se destina al consumo o a la inversión. La parte que se destina a la inversión, s , es constante lo cual indica que la inversión de una unidad de producción genera una nueva unidad de capital. Por otra parte, el capital se deprecia a una tasa δ , resultando la siguiente ecuación del modelo:

$$\dot{K}(t) = sY(t) - \delta K(t) \quad (1.8)$$

La evolución del trabajo y el progreso técnico en el modelo es exógena, dado lo anterior se debe analizar el comportamiento del capital. Si se toma:

$k; \frac{K}{L}, n; \frac{\Delta L}{L}$ y $g; \frac{\Delta A}{A}$; reemplazando en la ecuación de acumulación de capital ecuación (1.8) se obtiene:

$$\dot{k} = sf(k(t)) - (n + g + \delta)k(t) \quad (1.9)$$

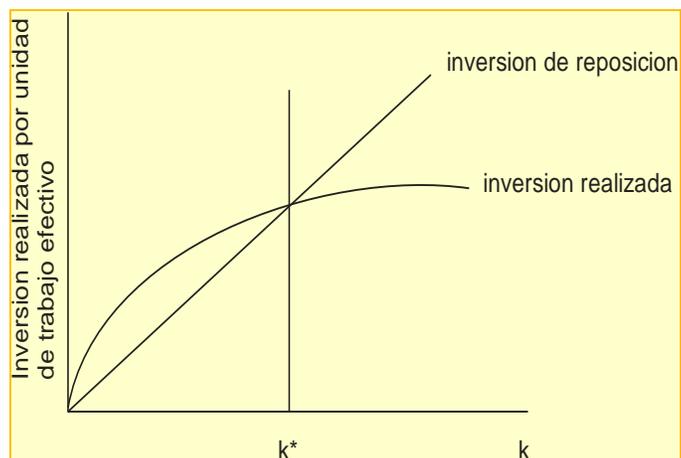
La expresión 1.9 representa la ecuación más significativa del modelo de Solow, indica que la tasa de cambio del stock de capital por unidad de trabajo efectivo es la diferencia entre dos términos. El primero de ellos: $sf(k)$; es la inversión por unidad de trabajo efectivo, el segundo término, $(n + g + \delta)k$; representa la inversión de reposición.

Por dos razones el modelo plantea mantener un nivel dado de inversión y de esta manera impedir que k no disminuya y estos son: el primero se debe a la reposición del capital que se deprecia (δk), principalmente por su uso, el segundo se refiere a que la cantidad de trabajo crece de manera que la inversión necesaria para mantener el stock de capital (K) constante no es suficiente para mantener el stock del capital por unidad de trabajo efectivo (k).

En la gráfica 8 se muestran los dos componentes de la tasa de crecimiento del stock de capital por unidad de trabajo efectivo:

Gráfica 8

Inversión realizada e inversión de reposición



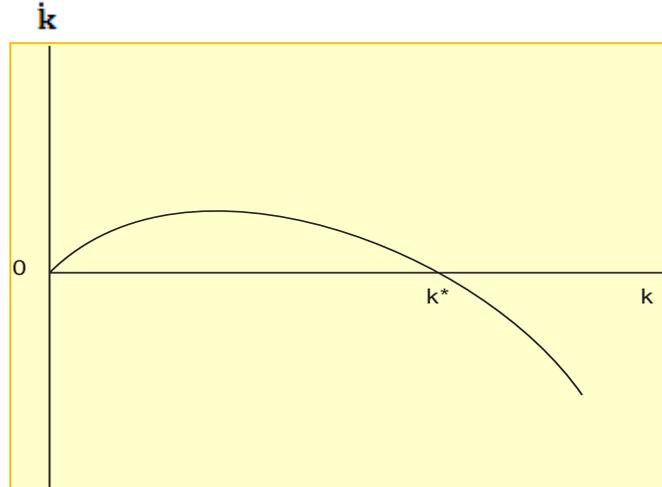
Fuente: Elaboración propia con base en (Romer, 2006).

La inversión realizada y la inversión de reposición son iguales en el punto en que $k = 0$. Las condiciones Inada implican que en $k = 0$, $f'(k)$ es elevada y por lo tanto la inversión realizada tiene una mayor pendiente que la inversión de reposición.

A partir de un punto determinado, la pendiente de la curva de inversión realizada se halla por debajo de la pendiente de la curva que representa la inversión de reposición. Como la curva $sf(k)$ es más plana que la curva $(n + g + \delta)k$, ambas terminan por cruzarse. Por último, en el punto representado por k^* , la inversión efectiva e inversión de reposición son iguales, llamado equilibrio de estado estacionario. Este punto indica que el stock de capital no varía debido a que la inversión y la depreciación están equilibradas y que se representa como, $\Delta K = 0$. Por lo que el stock de capital y la producción son constantes con el paso del tiempo. En este sentido, el estado estacionario representa el equilibrio de la economía (Mankiw, 2006).

Si inicialmente k es menor que k^* , la inversión realizada es superior a la de reposición, de modo que la tasa de crecimiento de k es positiva. Si k es mayor que k^* , la tasa de crecimiento de k es negativa. Finalmente si k y k^* son iguales, la tasa de crecimiento de k es constante. En la gráfica 9 se representa \dot{k} en función de k .

Gráfica 9
El diagrama de fases de k en el modelo de Solow



Fuente: Elaboración propia con base en Romer, 2002

Dado que k converge hacia k^* , es lógico preguntarse que sucede con las variables del modelo cuando estas se igualan. Como ya se ha definido, el trabajo y la tecnología crecen a una tasa n y g , la tasa de crecimiento de K es $n + g$. La hipótesis de rendimientos constantes implica que la producción, Y , aumenta a esa misma tasa. Por último, el capital por trabajador, K / L y la producción por trabajador, Y / L crecen a una tasa g .

Dentro del modelo se supone que independientemente de cual sea su punto de partida, la economía converge hacia una senda de crecimiento sostenido, es decir, una situación en la que cada una de las variables del modelo crece a una tasa constante.

1.9 La tierra y los recursos naturales en el modelo de Solow

Para ampliar el análisis respecto a los factores que inciden en la producción se incluyen ahora dos factores: los recursos naturales y la tierra, que pueden ser determinantes en el crecimiento económico o de un sector en particular como es el de la agricultura. La última parte de esta fase de la investigación, se enfoca a explicar como afectan estas restricciones a la producción.

Para continuar el análisis que se ha venido realizando previamente se retoma la (ecuación 1.1), que es una función Cobb Douglas, solo que esta vez se incluye el factor tierra y el factor de los recursos naturales, la función queda representada de la siguiente forma:

$$Y(t) = K(t)^\alpha R(t)^\beta T(t)^\gamma [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (1.10)$$

Donde: $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\gamma > 0$

En esta ecuación R denota los recursos naturales y T representa la superficie de la tierra, las otras variables son las mismas que se han venido describiendo, así como su comportamiento y que son: capital, trabajo y la tecnología o eficiencia del trabajo. Partiendo de que la superficie de la tierra es fija la cantidad que se utiliza en la producción no puede variar en el largo plazo, por lo tanto se representa de la manera siguiente:

$$\dot{T}(t) = 0 \quad (1.11)$$

En el caso de los recursos naturales al ser explotados continuamente, implica que sus cantidades deben disminuir en algún momento:

$$\dot{R}(t) = -bR(t), \quad b > 0 \quad (1.12)$$

Como se ha señalado, las tasa de crecimiento de A , L , R y T es constante, en el estado estacionario, debido a ello lo único que se requiere para llegar al mismo con la incorporación de estas dos variables es que el capital K y la producción Y crezcan a una tasa constante. La ecuación del movimiento del capital que esta representada por: $\dot{K}(t) = sY(t) - \delta K(t)$, implica que la tasa de crecimiento del capital es igual a la tasa de ahorro destinada al capital menos la depreciación, que se representa como:

$$\frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = s \frac{Y(t)}{K(t)} - \delta \quad (1.13)$$

Debido a lo anterior para que la tasa de crecimiento del capital sea constante la relación Y/K también debe serlo, es decir que sus tasas de crecimiento tanto del capital como de la producción deben ser iguales, para determinar en que punto se da lo anterior se retoma la (ecuación 1.10), aplicando logaritmos y derivando respecto al tiempo se obtiene:

$$g_y(t) = \alpha g_k(t) + \beta b + (1 - \alpha - \beta - \gamma)(n + g) \quad (1.14)$$

Donde g_x representa la tasa de crecimiento de la variable X , las tasas de crecimiento de R , T , A y L son $-b$, 0 , g y n por lo cual la (ecuación 1.14) muestra las variables que influyen en la tasa de crecimiento de la producción.

Debido a la necesidad de que g_y y g_x sean iguales en el estado estacionario, $g_y = g_x$ en la (ecuación 1.14), y al despejar g_y se obtiene:

$$g_y^{bsp} = \frac{(1 - \alpha - \beta - \gamma)(n + g) - \beta b}{1 - \alpha} \quad (1.15)$$

En donde g_y^{bsp} es la tasa de crecimiento de la producción en el nivel de estado estacionario contemplado el factor tierra y los recursos naturales, ello implica que la tasa de crecimiento de la producción por trabajador en el estado estacionario se representa como:

$$g_{Y/L}^{bgp} = g_Y^{bgp} - g_L^{bgp} \quad (1.16)$$

De esta ecuación se puede concluir que en el estado estacionario el crecimiento de la renta por trabajador puede ser positiva o negativa, y considerando que la tierra y los recursos naturales son limitados en algunos países, pueden generar que la producción per capita termine disminuyendo, lo cual implica que al tener limitantes en estos factores se reitere nuevamente la importancia que tiene fomentar el progreso tecnológico en el sector de la agricultura, y de esta forma superar las

restricciones impuestas a la producción, por la escasez de estos dos factores que pueden convertirse en una limitante para el crecimiento de la productividad. Cabe mencionar que en México la superficie promedio por productor de maíz es de 2.5 hectáreas mientras que en Estados Unidos es de 49 hectáreas de tierra (*Bejarano, 1994*).

Capítulo II

Descripción de los procesos de producción del maíz en México

El capítulo describe en primer término la situación actual que guarda el sector de la agricultura para posteriormente señalar la importancia que tiene el maíz a nivel nacional. Se evalúa el desempeño del sector del maíz en el periodo de estudio, mostrando los principales estados productores, la superficie sembrada, el grado de siniestralidad así como también las zonas económicas más productivas en términos de rendimientos obtenidos de producto.

Por otro lado se estima el nivel de rendimientos de equilibrio en el largo plazo del maíz de acuerdo a una función logística y finalmente se describe el comportamiento de las exportaciones e importaciones, la inversión en el sector así como el nivel de precios en el periodo de estudio.

2.1 Situación actual del sector agrícola en México

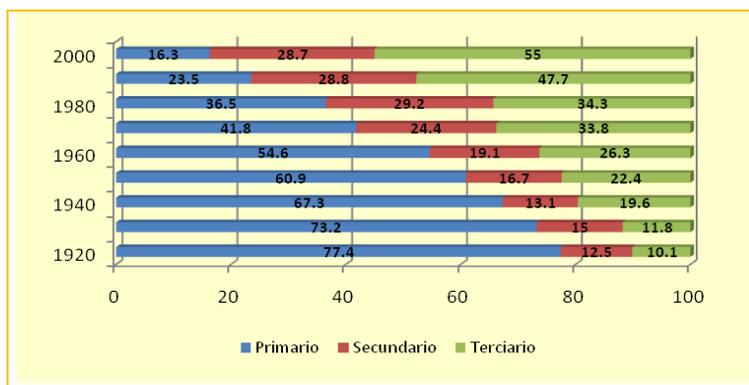
El sector agrícola de México en el siglo pasado fue uno de los sectores económicos más importantes, recordando que en los años cuarenta la economía mexicana se sustentó en este sector para generar divisas (vía exportación de materias primas) y así propiciar el desarrollo industrial de varias regiones de la República Mexicana. Esto nos indica que cuando el sector agrícola es competitivo y productivo se tendrá un sano desarrollo de toda economía (ya sea desarrollada o emergente).

Es de hacer notar que su importancia se refleja en las grandes economías (Estados Unidos o la Unión Europea), donde se desvían grandes recursos para subsidiar a los productores y así operar bajo condiciones más favorables, en Estados Unidos los subsidios se han incrementado y equivalen al 32 por ciento en promedio de los ingresos del productor de maíz (*Bejarano, 1994*). Otro caso es el japonés donde se protege a su sector mediante prácticas comerciales. De esta manera estos países mantienen a este sector como prioritario ya que garantiza su soberanía alimentaria.

Actualmente el sector agrícola mexicano es uno de los sectores que menos se ha visto beneficiado por las políticas implantadas a partir de la aplicación del modelo secundario exportador, cuya principal característica es la orientación hacia la exportación de bienes manufactureros, este proceso comienza a vislumbrarse cuando entra en vigor el TLCAN el cual trajo consigo la apertura de las fronteras mexicanas a los principales cultivos, incluyendo al maíz, lo que ha generado la sustitución de la producción y consumo de productos agropecuarios nacionales por los importados.

Si a lo anterior se suma que los productores de comunidades rurales no cuentan con los créditos necesarios que les permita elevar la producción de sus cosechas y el existente se otorga con altas tasas de interés, se tiene entonces el encarecimiento de todo proyecto orientado a elevar la producción y productividad, de ahí que el sector agrario se encuentre desarticulado y con un gran número de productores marginados de cualquier política que incentive el desarrollo del sector agrario. Esto se observa en la gráfica 1, donde se muestra que el desempeño del sector primario se ha contraído en mayor proporción que el desarrollo del sector terciario.

Gráfica 1
México participación porcentual por sector económico en el PIB 1920-2000



FUENTE: Elaboración propia con información del Censo de población INEGI.

Otro factor que ha repercutido en el rezago del sector agrario se encuentra en los subsidios, donde estos representan para los países desarrollados (Estados Unidos) un elemento clave para mantener competitivo al sector además de apoyar áreas estratégicas tales como investigación y desarrollo de nuevas técnicas de producción, aspectos que no suceden en México.

Lo mencionado anteriormente va correlacionado con la cuestión del dualismo estructural, donde se tiene un sector orientado a las actividades comerciales modernas, tecnificadas y vinculadas con las agroindustrias del sector externo y por otro lado están los productores que se encuentran marginados de incentivos y tecnologías modernas para abatir costos, dificultando el incremento de su productividad, como es el caso de los productores del maíz de temporal. En estos últimos se encuentran los productores cuya producción es de autoconsumo, *(Caballero y López, 1992)*.

A pesar de que en México se produce gran cantidad de maíz blanco, se sigue dependiendo de las importaciones de maíz amarillo procedentes de Estados Unidos, lo cual podría ser una señal de una baja productividad del sector.

El maíz cosechado cubre por si solo la mitad del total de la superficie cultivada con grano e involucra a más de 2.5 millones de productores, donde la gran parte de ellos produce en la modalidad de monocultivo que en su gran mayoría son campesinos de escasos recursos, *(Del Valle y Sánchez, 1996)*.

Por otra parte, en el marco del TLCAN se genera la mayor velocidad de crecimiento de las importaciones que la de las exportaciones que ha llevado a un creciente déficit comercial en el sector. En este sentido, se ha institucionalizado y subordinado el sector agrario a la economía mundial en particular a la de Estados Unidos, *(Del Valle y Sánchez, 1996)*.

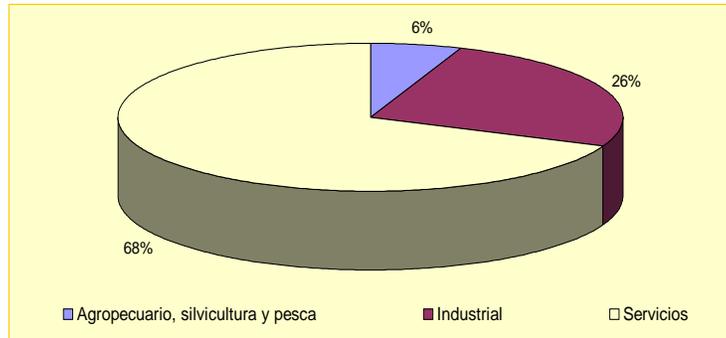
2.2 La importancia del maíz en la economía mexicana

En el debate actual sobre la problemática agrícola del país y la posibilidad de incorporar a los productores agrícolas de manera homogénea a los estándares internacionales, el incremento de la producción de maíz en México tiene un papel primordial ya que representa uno de los cultivos más importantes en la agricultura mexicana, de tal suerte que la situación productiva en que se pueda encontrar el cultivo del maíz puede ser un parámetro del estado que guarda la agricultura nacional.

Será conveniente para la investigación estudiar la aportación que tiene el sector agrícola en términos de valor en el PIB nacional, para después observar el peso que tiene sobre la producción

el cultivo de maíz. La gráfica 2 y 3 muestran la contribución en términos porcentuales del valor que tiene el sector agropecuario en la economía nacional.

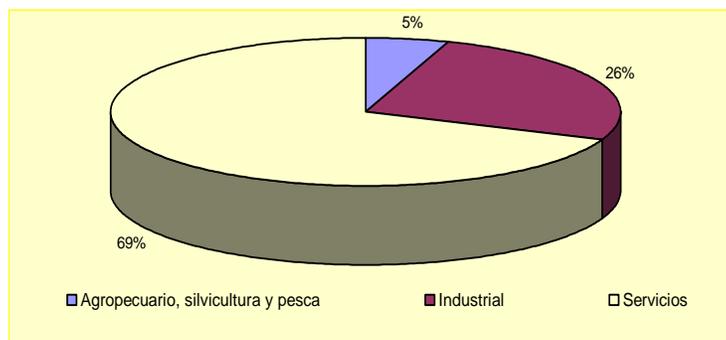
Gráfica 2
Estructura porcentual del PIB por sector (1994)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

Como se puede observar, el sector agropecuario aportó 6 por ciento en términos de valor a la producción nacional para el año 1994, mientras que el sector servicios aportó el 68 por ciento del valor en tanto que la industria contribuyó con el restante 26 por ciento, esto muestra que la economía al iniciar el TLCAN presentaba un desequilibrio sectorial.

Gráfica 3
Estructura porcentual del PIB por sector (2006)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

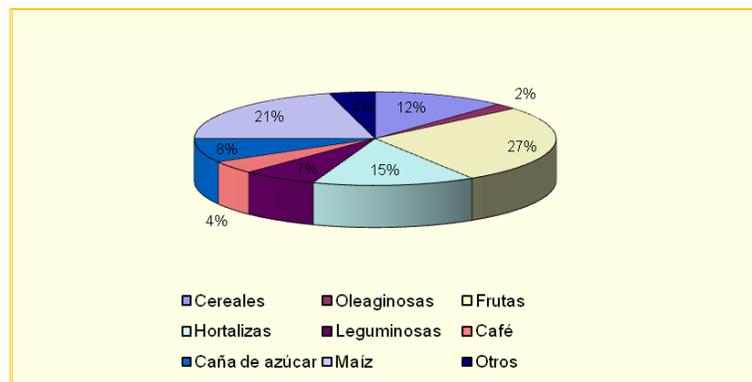
En la gráfica 3 se presenta que para el año 2006 el sector agropecuario aportó 5 por ciento en términos de valor a la producción nacional, es decir en 12 años disminuyó su aportación. Esto nos

habla de que el sector agropecuario tiene poco peso dentro del valor de la producción nacional, además muestra que las tasas de crecimiento de la productividad entre sectores es muy diferente.

Para el tema que ocupa la investigación, será trascendental determinar el aporte que tiene el maíz en el valor de la producción agrícola, misma que es el principal componente del conjunto de las actividades agropecuarias. Las gráficas 4 y 5 muestran la producción agrícola en términos porcentuales.

Gráfica 4

México: Estructura de la producción agrícola (1994) cifras en porcentajes con respecto al PIB agrícola

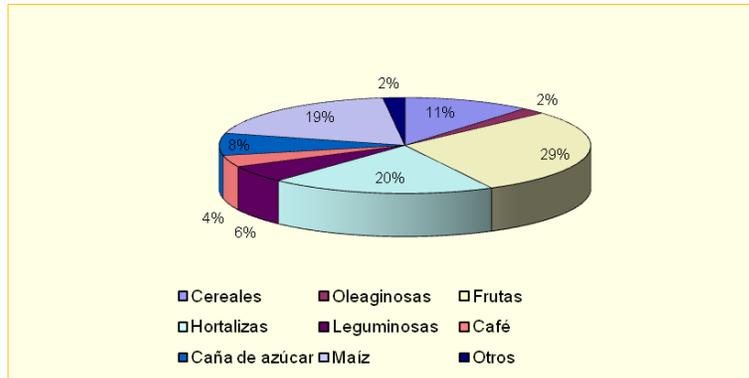


Fuente: Elaboración propia con base en datos de SAGARPA.

En el caso del maíz se observa que su contribución es de un 21 por ciento para el año 1994, sólo por debajo de la producción de frutas que participo con un 27 por ciento, después viene la producción de hortalizas que aportaron un 15 por ciento con respecto al PIB agrícola.

Gráfica 5

México: estructura de la producción agrícola (2006) cifras en porcentajes con respecto al PIB agrícola



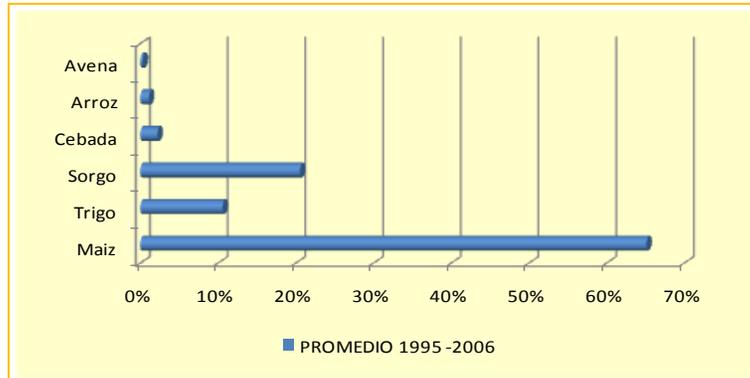
Fuente: Elaboración propia con base en datos de SAGARPA.

En la gráfica 5 se muestra que en el año 2006 el cultivo de maíz aportó un 19 por ciento del valor de la producción, 2 puntos porcentuales por debajo del porcentaje registrado a partir de la entrada en vigor del TLCAN. Por otra parte, para este año el rubro de hortalizas pasó a aportar un 20 por ciento y el de frutas un 28 por ciento, es decir incrementaron su aportación a nivel de producto lo que explica el incremento de la superficie sembrada de estos cultivos en los últimos años.

Con respecto a los demás cereales que se producen en México como son el trigo, sorgo, arroz entre otros; el maíz en términos de volumen de producción es el cultivo más importante esto se puede corroborar en la gráfica 6.

Gráfica 6

Volumen de la producción nacional de los principales cereales Promedio 1995 - 2006

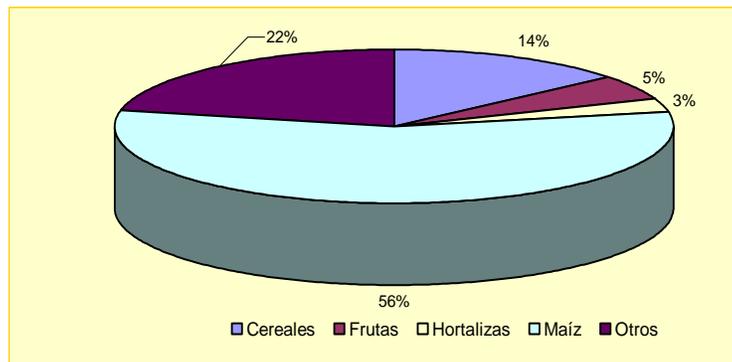


Fuente: Elaboración propia con base en datos de SAGARPA.

El maíz representa el cereal que más producción tiene a nivel nacional solo seguido por el sorgo y el trigo. Al ser uno de los cultivos cuyo aporte al valor de la producción agrícola es de los más importantes es de suponerse que también sea uno de los granos que se cultiva prácticamente en todos los estados del país. Lo anterior se puede vislumbrar en la superficie cultivada dentro del territorio nacional en las gráficas 7 y 8 donde muestran la participación que tiene el cultivo del maíz en este rubro.

Gráfica 7

México: estructura porcentual de la superficie cultivada, (1994)

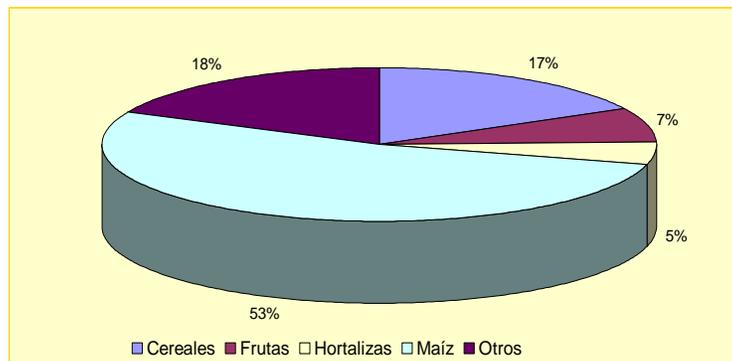


Fuente: Elaboración propia con base en datos de SAGARPA.

Para el año 1994, el 56 por ciento de la superficie cultivada nacional era de maíz, seguido en un 22 por ciento de otros cultivos y con un 14 por ciento por los cereales, mientras que lo que menos se cultivó fueron hortalizas con un 3 por ciento y frutas con un 5 por ciento

Gráfica 8

México: estructura porcentual de la superficie cultivada, (2006)



Fuente: Elaboración propio con base en datos de SAGARPA.

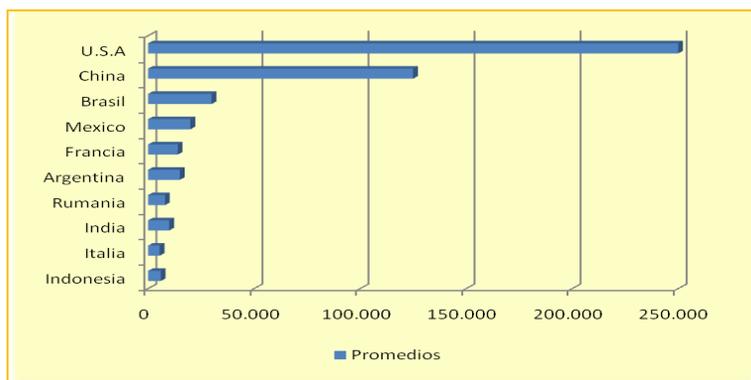
En la gráfica 8 se observa que para el año 2006, el 53 por ciento de la superficie cultivada correspondía a maíz (es decir que de cada hectárea cultivada en el territorio nacional poco más de la mitad era de este grano), con un 18 por ciento otros cultivos y con un 17 por ciento los cereales. También se muestra un incremento de la superficie cultivada de frutas con un 7 por ciento y de hortalizas con un 5 por ciento que se justifica, como se observó anteriormente, por el incremento de su contribución al valor de la producción agrícola, lo cual es indicativo de que cierto número de productores diversificaron su producción en el periodo de estudio. La información anterior pone en perspectiva el debate sobre la importancia que tiene el cultivo de maíz en la República Mexicana y de lo pertinente que es mantener una política agrícola que genere mayores niveles de productividad por su importancia alimentaria, social y económica.

2.3 Procesos de producción del maíz en México

En la agricultura del maíz en México coexisten una gran diversidad de sistemas de producción y de tipos de productores, desde los sistemas productivos más arcaicos con muy bajos niveles de productividad que pueden producir solo para el autoconsumo hasta los productores que cuentan con la tecnología adecuada que les permite tener altos rendimientos para producir grandes cantidades de maíz. Sin embargo, a pesar de esta heterogeneidad de productores, México es uno de los principales productores a nivel mundial, esto se puede corroborar en la gráfica 9, que muestra la participación mundial de los principales países productores del maíz.

Gráfica 9

**Maíz: Producción mundial, principales países productores
(Promedio 1996-2006, miles de toneladas)**



Fuente: Elaboración propia con datos de FAO.

Estados Unidos de América, contribuyó con el 40 por ciento de la producción mundial, seguido por China con el 19 por ciento, Brasil con 6 por ciento y México con un 3 por ciento.

El cuadro 1 muestra el número de productores y de hectáreas orientadas al cultivo de maíz para el periodo 1994 y 2006.

Cuadro 1

México productores de maíz por número de hectáreas

Número de hectáreas	Número de productores	
	1994	2006
> 0 <= 1	530,392	524,811
> 1 <= 2	549,201	522,086
> 2 <= 5	577,594	543,836
> 5 <= 10	207,139	201,416
> 10 <= 18	45,363	45,094
> 18 <= 50	23,882	25,841
> 50 <= 100	3,788	4,359
> 100	1,155	1,507
TOTALES	1,940,508	1,870,956

Fuente: Elaboración propia con datos de ACERCA.

Se observa que en el año 1994 de un total de 1,940,508 productores el 27 por ciento contaban con menos de una hectárea para la producción del grano, mientras que sólo el 0.06 por ciento disponían de más de 100 hectáreas.

Para el año 2006 de 1,870,956 productores 28.05 por ciento tenían menos de una hectárea para la producción del grano, lo cual demuestra un incremento de este tipo de productores en 12 años; caso contrario ocurrió con los productores que poseen más de una hectárea, ya que para el mismo año, el 0.08 por ciento del total contaba con más de 100 hectáreas.

La producción de maíz en México se lleva a cabo en todo el territorio nacional, bajo las más diversas condiciones agroclimáticas, la cual consiste en: temporal y riego en dos ciclos productivos que son el de primavera-verano y otoño-invierno, (*Caballero y López, 1992*). La figura 1 muestra la tipología de los productores de maíz en México

Figura 1

Tipología de los Productores de Maíz



Fuente: Elaboración propia con base en Warman, 1982.

Los productores de bajos ingresos: Son aquellos que se localizan principalmente en zonas definidas como alta y muy alta marginalidad. Principalmente son productores de maíz de temporal que utilizan tecnologías tradicionales para la producción del grano y producen para el autoconsumo (*Warman, 1982*).

Los productores de bajos ingresos en transición: Se diferencian de los anteriores en la dotación de recursos, en sus sistemas de producción que los lleva a tener mayores rendimientos que van de 2 a 5 toneladas de maíz por hectárea. Producen para el mercado, aunque guardan importantes cantidades de maíz para el consumo familiar. Este tipo de productores no se dedican solamente al cultivo de maíz sino que en la mayoría de los estados, combinan su producción de maíz con otras actividades, especialmente la ganadería.

Resto de productores: Utilizan tecnología de punta y se ubican preferentemente en zonas de riego donde pueden llegar a alcanzar rendimientos superiores a las 10 ton/ha. Se sitúan en estados catalogados como grandes productores de maíz, tal es el caso de Sinaloa.

Como se pudo corroborar los agricultores que dependen de la producción de maíz presentan características completamente distintas de acuerdo con la ubicación geográfica, la forma de producir ya sea riego o temporal, la tecnología utilizada, el número de hectáreas disponibles, entre otros factores. La gran heterogeneidad en las características de los productores determina indudablemente la forma de producción así como su productividad, (*Rubio, 2002*).

Dentro del periodo de estudio de la presente investigación el año de mayor producción fue el 2006 con un máximo de 21,893 millones de toneladas y el año de menor producción fue el año 2000 con 17,556 millones de toneladas, con un promedio de producción de 19, 468 millones de toneladas en el periodo 1994 – 2006. La tasa media de crecimiento del periodo fue de 1.83 por ciento. Cabe mencionar que dentro de las diversas variedades que existen del cultivo, la de mayor producción es la de maíz blanco. El cuadro 2 muestra la participación por variedad en el total de la producción para el año 2006.

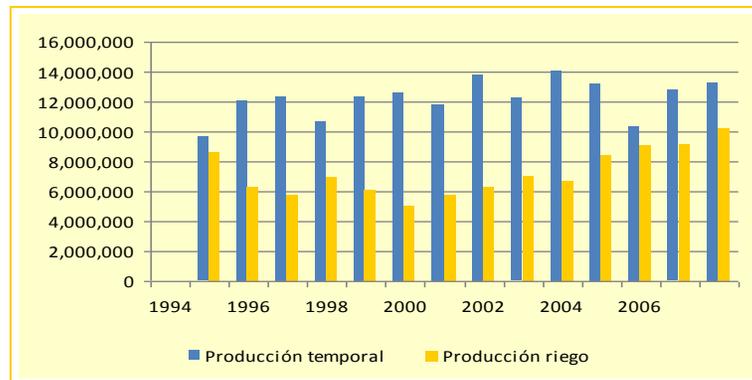
Cuadro 2
Maíz año agrícola 2006

Variedad	Producción	Valor	Participación en la producción %
Blanco	20,478.7	34,482,043.39	94.6
Amarillo	1,061.3	1,639,532.05	4,9
Genérico	97.	174,659.14	0,4
Otros	18.8	53,599.25	0,1
Total	21,655.8	36,349,833.83	100

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA.

Se observa que la participación que tuvo el cultivo de maíz blanco en el año 2006 fue de un 94.6 por ciento seguido por el cultivo del maíz amarillo con 4.9 por ciento. El maíz blanco se produce exclusivamente para el consumo humano; en tanto que el maíz amarillo se destina al procesamiento industrial y a la alimentación animal. La gráfica 10 muestra la producción de maíz en el periodo de análisis de esta investigación en la modalidad de temporal y de riego.

Gráfica 10
México: producción de temporal y de riego del maíz en el periodo 1994-2006



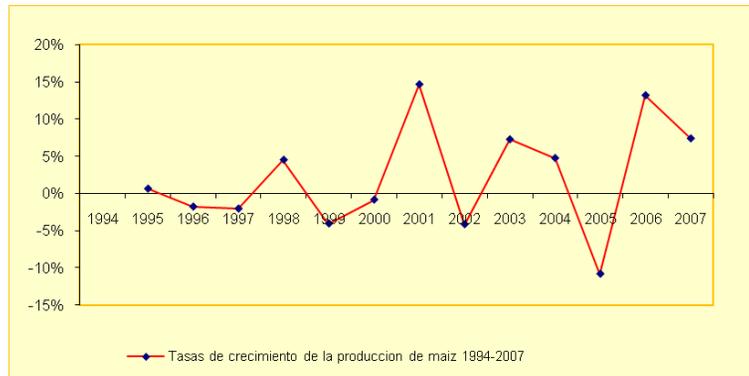
Fuente: Elaboración propio con datos del SIAP, SAGARPA.

Es importante observar como la producción de temporal es mayor que la de riego en donde la tasa de crecimiento media del periodo para el cultivo de maíz en la modalidad de temporal fue de un 2.31 por ciento mientras que la producción de maíz en la modalidad de riego fue de 1.26 por ciento, lo que indica que aun impera la producción con bajos rendimientos en el país.

La gráfica 11 muestra las tasas de crecimiento de la producción del maíz en el periodo en que se ubica la investigación.

Gráfica 11

México: tasas de crecimiento de la producción de maíz 1994- 2006



Fuente: Elaboración propia con base a información del SIAP, SAGARPA.

Se puede observar que la producción de maíz no es estable es decir hay periodos de crecimiento muy marcados, como por ejemplo el año de 2001 con un tasa de crecimiento de 14.6 por ciento, pero también otros de contracción como 2005 con un -10 por ciento, debido principalmente a fenómenos meteorológicos (huracanes Stan, Wilma y el fenómeno del “niño” que genera condiciones de sequía) que se presentaron ese año, pero principalmente a que en su mayoría se produce en la modalidad de temporal, lo cual genera mayor grado de siniestralidad y por ende, crecimiento de la producción inestable (*Caballero y López, 1992*).

En la investigación se ha venido recalcando la importancia del sector maíz como uno de los principales cultivos a nivel nacional, sin embargo son sólo algunos estados los que concentran el mayor volumen de la producción, los cuadros 3 y 4 muestran los principales estados productores y su tasa media anual de crecimiento en el periodo de estudio en la modalidad de temporal y de riego.

Cuadro 3

Principales entidades productoras en la modalidad de temporal

Entidades	TMAC	TMAC	TMAC
	1994-2000	2000-2006	1994-2006
Chiapas	8.35%	-2.36%	3.08%
Guerrero	6.58%	0.11%	3.55%
Jalisco	0.44%	5.04%	2.93%
México	2.63%	0.89%	1.89%
Michoacán	4.86%	0.55%	2.89%
Puebla	0.21%	1.92%	1.14%
Veracruz	4.53%	-1.89%	1.37%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

TMAC: tasa media anual de crecimiento.

En la modalidad de temporal, para el periodo 1994-2000 Chiapas tuvo la mayor tasa de crecimiento promedio anual en la producción con un 8.35 por ciento, mientras que el estado de Puebla observó la menor tasa con un 0.2 por ciento. Para el periodo 2000-2006 la entidad que tuvo la mayor tasa de crecimiento promedio anual fue Jalisco con un 5.04 por ciento, mientras que el menor crecimiento se dio en el estado de Chiapas con una tasa de -2.36. Para el periodo 1994-2006 la mayor tasa de crecimiento promedio anual de la producción de temporal fue para la entidad de Guerrero con un 3.55 por ciento seguido por Chiapas con una tasa de 3.08, mientras que el menor crecimiento se registró en el estado de Puebla con una tasa media anual de un 1.14 por ciento. Cabe mencionar que gran parte del maíz que se produce es blanco, siendo los principales productores Chiapas, Jalisco, Michoacán y Guerrero.

Cuadro 4

Principales entidades productoras en la modalidad de riego

Entidades	TMAC 1994-2000	TMAC 2000-2006	TMAC 1994-2006
Chihuahua	0.52%	3.59%	2.20%
Guanajuato	-4.50%	3.35%	-0.70%
México	-0.79%	-1.42%	-1.19%
Michoacán	-6.65%	10.18%	1.52%
Sinaloa	-2.66%	9.83%	3.67%
Sonora	-25.65%	15.46%	-7.89%
Tamaulipas	-34.87%	39.55%	-5.01%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

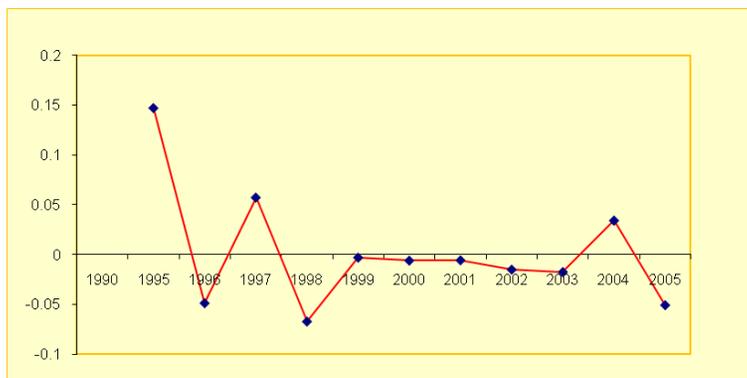
TMAC: tasa media anual de crecimiento.

La producción para el periodo 1994-2000 en la modalidad de riego la entidad con la mayor tasa media de crecimiento fue Chihuahua con 0.52 por ciento mientras que el menor crecimiento se presentó en el estado de Tamaulipas con una tasa de -34.87. Cabe mencionar que estos dos estados son los principales productores de maíz amarillo a nivel nacional. Para el periodo 2000-2006, Tamaulipas presentó la mayor tasa de crecimiento media con un 39.55 por ciento seguido por Michoacán con un 10.18 por ciento mientras que el menor crecimiento se presentó en el Estado de México con una tasa media de crecimiento de -1.42 por ciento. Para el periodo 1994-2006, el mayor crecimiento en la producción de riego fue para Sinaloa con un 3.67 por ciento, siendo el principal productor de maíz blanco, mientras que el menor crecimiento para este periodo lo presentó Sonora con un -7.89 por ciento.

La superficie sembrada es un indicador que se considera importante para el análisis de los factores que han determinado la producción de maíz en el periodo estudiado, así como para calcular la producción por hombre ocupado en el sector. La gráfica 12 muestra las tasas de crecimiento de la superficie sembrada del periodo de estudio.

Gráfica 12

Tasas de crecimiento anual de la superficie sembrada del maíz 1990-2005



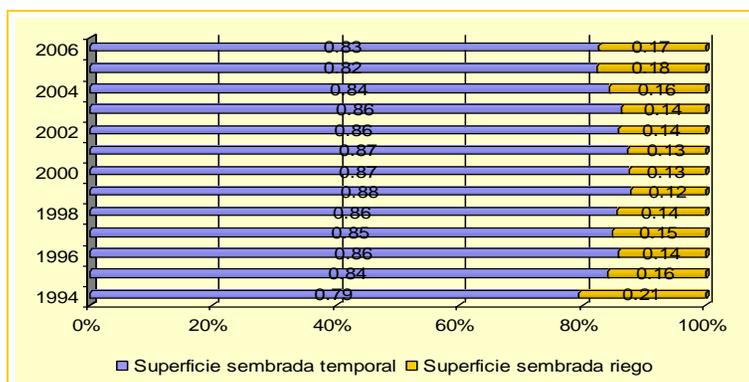
Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de México.

La superficie de maíz sembrada se ha mantenido casi sin cambio con una tendencia hacia la baja en donde el año con mayor contracción en este rubro fue 1998 mientras que el de mayor crecimiento fue el año 1997, en donde el mayor número de hectáreas se presentó en el ciclo primavera- verano con 88 por ciento de la superficie sembrada y el restante 12 por ciento fue para el ciclo otoño – invierno.

Probablemente una de las posibles causas que han generado esta tendencia decreciente de la superficie cultivada pueda ser la sustitución del cultivo del maíz por el de otros cultivos más rentables, lo que puede determinar la disminución de la superficie dedicada al maíz ya que como se observó anteriormente aquellos estados que elevan su producción en ciertos años en otros la disminuyen, además del incremento de la superficie sembrada de cultivos como hortalizas y de frutas. La gráfica 13 presenta la superficie sembrada en el cultivo del maíz en la modalidad de temporal y de riego.

Gráfica 13

**Superficie sembrada del cultivo del maíz en la modalidad de temporal y de riego
(estructura porcentual)**



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Lejos de incrementarse la superficie sembrada en la modalidad de riego esta fue disminuyendo a partir de la entrada del TLCAN teniendo un ligero repunte a partir del año 2003. Caso contrario presentó la superficie sembrada en la modalidad de temporal, esto muestra perfectamente que se sigue cultivando en mayor medida con bajos rendimientos a nivel nacional (que es una de las características de la producción de temporal). Cabe recalcar que el estado de Sinaloa es el principal productor de riego a nivel nacional, con una participación del 60 por ciento de la superficie sembrada en esta modalidad, mientras que Veracruz participa con el 40 por ciento de la superficie sembrada en la modalidad de temporal.

La superficie cosechada representa la superficie sembrada menos la superficie siniestrada, que es la que finalmente cuenta en el proceso de producción, constituye un indicador importante de productividad para la presente investigación (Caballero y López, 1992). Los cuadros 5 y 6 muestran la tasa media anual de crecimiento de la superficie cosechada de temporal y de riego del maíz en las principales entidades productoras.

Cuadro 5

Superficie cosechada de maíz en las principales entidades productoras en la modalidad de temporal

Entidades	TMAC 1994-2000	TMAC 2000-2006	TMAC 1994-2006
Chiapas	4.44%	-1.72%	1.41%
Guerrero	2.33%	-0.70%	0.87%
Jalisco	-2.38%	-0.37%	-1.49%
México	-1.07%	-0.26%	-0.72%
Michoacán	-0.93%	-3.10%	-2.18%
Oaxaca	1.10%	-2.01%	-0.50%
Puebla	-0.64%	0.58%	-0.04%
Veracruz	1.19%	-2.48%	-0.71%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

TMAC: tasa media anual de crecimiento.

Para el sexenio 1994-2000, Chiapas fue el estado que tuvo una mayor tasa de crecimiento media con un 4.44 por ciento mientras que el menor crecimiento fue para el estado de Jalisco con un -2.38 por ciento. Para el periodo 2000-2006 prácticamente todos los estados presentaron tasas negativas, excepto Puebla que presentó una tasa de crecimiento media de un 0.58 por ciento, mientras que el menor crecimiento se observó en Michoacán con un -3.10%, Chiapas fue la entidad con la mayor tasa de crecimiento media anual en el periodo analizado, con un 1.41 por ciento, mientras que el menor crecimiento se dio en Michoacán con un -2.18 por ciento.

El que el estado de Michoacán disminuyera la superficie cosechada puede no ser una sorpresa ya que es uno de los estados que se ha especializado en el cultivo de hortalizas, específicamente aguacate.

Cuadro 6

Superficie cosechada de maíz en las principales entidades productoras en la modalidad de riego

Entidades	TMAC 1994-2000	TMAC 2000-2006	TMAC 1994-2006
Chihuahua	-8.20%	-2.04%	-5.56%
Guanajuato	-6.18%	1.99%	-2.34%
México	-1.09%	-0.11%	-0.65%
Michoacán	-6.12%	2.56%	-2.02%
Sinaloa	-4.62%	7.40%	1.31%
Sonora	-26.94%	12.34%	-10.09%
Tamaulipas	-29.90%	28.20%	-5.59%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

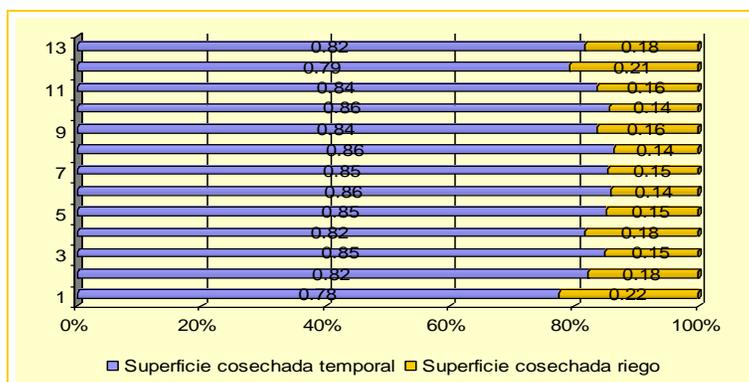
TMAC: tasa media anual de crecimiento.

En la modalidad de riego, las tasas de crecimiento media entre 1994 y 2000 en todas las entidades fueron negativas, lo que demuestra una ineficaz política económica agrícola del sector en este periodo. En el sexenio 2000-2006, Tamaulipas presentó la mayor tasa de crecimiento media con un 28.20 por ciento, seguido por Sonora con un 12.34 por ciento. La entidad con una mayor tasa de crecimiento media en el periodo de 1994-2006 fue Sinaloa con un 1.31 por ciento, mientras que el menor crecimiento se presentó en Sonora con un -10.09 por ciento.

La gráfica 14 muestra la participación porcentual por superficie cosechada del maíz. Se observa que en 1994, el 22.45 por ciento del total de la cosecha de maíz a nivel nacional era de riego, sin embargo para los siguientes años la situación cambió, ya que para el año 1999, solo el 13.9 por ciento de la superficie cosechada era de riego, lo que indica que lejos de incentivarse la producción de riego esta disminuyó.

Gráfica 14

Superficie cosechada del maíz en la modalidad de temporal y de riego en términos porcentuales



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

La diferencia entre la superficie sembrada y la cosechada expresa un crecimiento en el grado de siniestralidad que se ha convertido así en un factor determinante del nivel de producción de maíz y de la productividad. Un incremento de la superficie siniestrada obedece a la disminución de la participación del área de riego en el cultivo ya que la pérdida de sembradío ocurre en más de un 90 por ciento en cultivos de temporal. El cuadro 7 muestra este cálculo en la modalidad de riego.

Cuadro 7
Superficie siniestrada en la modalidad de riego en el periodo
1994 – 2006 (toneladas)

PERIODO	Volumen de la producción (TONELADAS)	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Superficie siniestrada
1994	8,575,389.00	1,897,048.00	1,842,858.00	54,190.00
1995	6,282,634.00	1,456,917.00	1,427,635.00	29,282.00
1996	5,711,182.30	1,229,322.00	1,208,974.00	20,348.00
1997	6,922,452.00	1,384,207.00	1,358,532.00	25,675.00
1998	6,104,276.85	1,225,156.50	1,174,107.70	51,048.80
1999	5,065,098.35	1,029,170.20	1,001,976.50	27,193.70
2000	5,736,423.80	1,060,262.93	1,044,018.05	16,244.88
2001	6,265,127.76	1,068,565.71	1,060,417.16	8,148.55
2002	7,056,413.74	1,174,047.50	1,160,409.52	13,637.98
2003	6,657,241.83	1,115,569.87	1,074,937.35	40,632.52
2004	8,433,695.20	1,326,576.07	1,259,739.10	66,836.97
2005	9,006,759.70	1,406,672.29	1,362,858.14	43,814.15
2006	9,131,993.86	1,351,852.50	1,339,806.45	12,046.05

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

El año de mayor siniestralidad en el cultivo de maíz en la modalidad de riego fue en el año 2004 con 66,836 hectáreas de cultivo, mientras que el año con menor incidencia fue 2001 con 8,148.55 hectáreas.

Para el caso del cultivo de maíz en la modalidad de temporal el cuadro 8 muestra que el año de mayor siniestralidad fue 1997 con 1,701,338 hectáreas de cultivo mientras que el año en que menos se presentó fue 2006 con 500,452 hectáreas. Lo anterior muestra que persiste una gran diferencia en el grado de siniestralidad entre cultivar maíz de temporal y de riego.

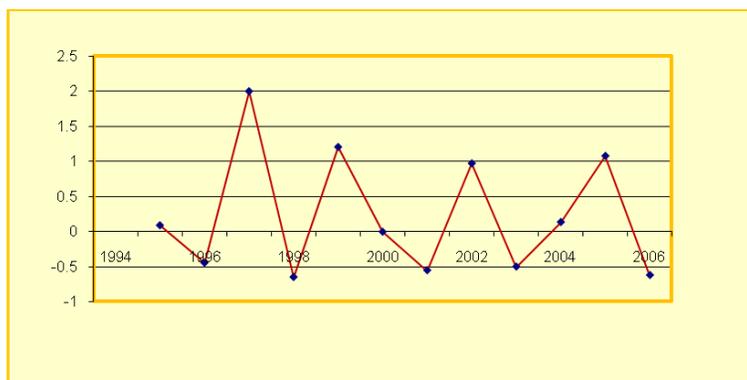
Cuadro 8
Superficie siniestrada en la modalidad de temporal en el periodo
1994 – 2006 (toneladas)

PERIODO	Volumen de la producción (TONELADAS)	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Superficie siniestrada
1994	9,660,437.00	7,299,430.00	6,351,110.00	948,320.00
1995	12,070,222.00	7,622,719.00	6,592,757.00	1,029,962.00
1996	12,314,770.15	7,409,723.00	6,842,267.00	567,456.00
1997	10,733,806.00	7,748,867.00	6,047,529.00	1,701,338.00
1998	12,350,433.53	7,295,482.90	6,702,711.45	592,771.45
1999	12,641,277.28	7,466,705.34	6,160,725.74	1,305,979.60
2000	11,820,481.44	7,384,531.52	6,087,162.69	1,297,368.83
2001	13,869,184.34	7,328,313.15	6,750,429.70	577,883.45
2002	12,241,341.05	7,096,891.76	5,958,508.52	1,138,383.24
2003	14,044,178.20	7,011,251.38	6,445,980.38	565,271.00
2004	13,252,138.14	7,077,064.28	6,436,682.73	640,381.55
2005	10,331,953.19	6,571,931.08	5,242,756.19	1,329,174.89
2006	12,761,215.39	6,455,487.66	5,955,035.59	500,452.07

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Las gráficas 15 y 16 presentan las tasas de crecimiento de la superficie siniestrada para el cultivo de temporal y de riego.

Gráfica 15
Tasas de crecimiento de la superficie siniestrada de maíz en la modalidad de temporal 1994
-2006

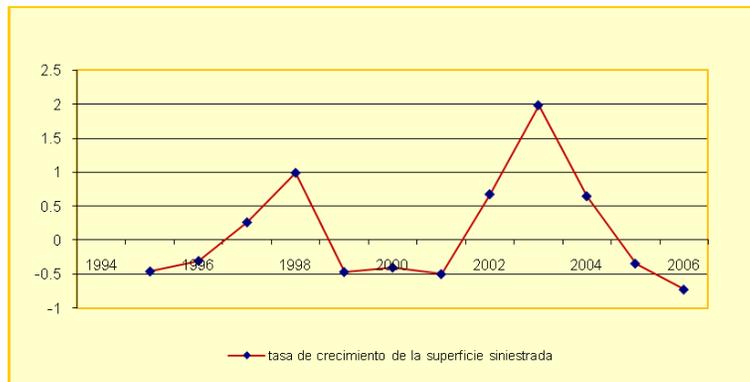


Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

El grado de siniestralidad en la superficie de temporal se presenta de manera muy constante ya que por ejemplo en el año de 1997 se incremento más que otros años, luego siguieron 1999, 2002 y 2005 con los mayores niveles de crecimiento esto debido principalmente al fenómeno del “niño” que generó condiciones de sequía en el centro y sur del país.

Gráfica 16

Tasa de crecimiento de la superficie siniestrada de maíz en la modalidad de riego 1994 - 2006



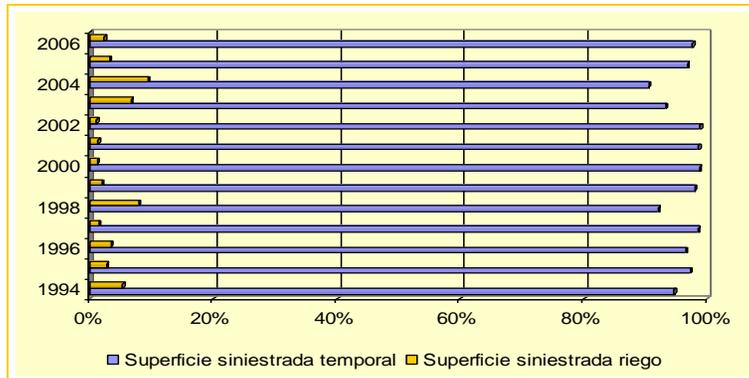
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

La gráfica 16 muestra que los años de mayor siniestralidad fueron 1998 y 2003, también se observa un menor grado de siniestralidad en el cultivo de riego en comparación al cultivo de temporal.

Desde luego que al presentarse mayor superficie sembrada de temporal ello genera que el grado de siniestro corresponda en gran medida al cultivo en esta modalidad lo que se puede corroborar en la gráfica 17.

Gráfica 17

Superficie siniestrada total del cultivo del maíz en la modalidad de temporal y de riego en términos porcentuales



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Los años de mayor siniestralidad en el cultivo del maíz en la modalidad de riego fueron en el año 1998 y 2004, mientras que en temporal fue 1997.

Quizás el indicador más importante con que se mide la productividad del cultivo del maíz es el rendimiento por hectárea (*Caballero y López, 1992*). En este factor se puede ver reflejado el incremento del progreso tecnológico en la producción de maíz, ya que un incremento de los rendimientos implica cambios en el progreso tecnológico como pueden ser la adopción de nueva tecnología, aplicación de semillas mejoradas, dosis más efectivas de fertilizantes y la mecanización de las labores agrícolas que genera mayor productividad de la fuerza de trabajo empleada. Los cuadros 9 y 10 muestran los rendimientos del maíz para el periodo de estudio.

Cuadro 9
Rendimientos del cultivo de maíz en la modalidad de riego
en la Republica Mexicana

PERIODO	Volumen de la producción (TONELADAS)	Ss – Sp	Rendimientos
1994	8,575,389.00	1,842,858.00	4.65
1995	6,282,634.00	1,427,635.00	4.40
1996	5,711,182.30	1,208,974.00	4.72
1997	6,922,452.00	1,358,532.00	5.10
1998	6,104,276.85	1,174,107.70	5.20
1999	5,065,098.35	1,001,976.50	5.06
2000	5,736,423.80	1,044,018.05	5.49
2001	6,265,127.76	1,060,417.16	5.91
2002	7,056,413.74	1,160,409.52	6.08
2003	6,657,241.83	1,074,937.35	6.19
2004	8,433,695.20	1,259,739.10	6.69
2005	9,006,759.70	1,362,858.14	6.61
2006	9,131,993.86	1,339,806.45	6.82

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

El cuadro 9 presenta los rendimientos en el cultivo de maíz en la modalidad de riego, en donde el año de mayores rendimientos fue el año 2006 con 6.82 toneladas por hectárea, mientras que el año de menores rendimientos a nivel nacional fue 1995 con 4.40 toneladas por hectárea. El promedio de rendimientos en este periodo fue de 5.60 toneladas por hectárea y su tasa media anual de crecimiento del periodo fue de un 3 por ciento lo que muestra un incremento de los rendimientos por hectárea y por ende de la productividad en el cultivo de riego.

El cuadro 10 muestra los rendimientos en el cultivo de maíz en la modalidad de temporal, en donde el año de mayores rendimientos fue 2003 con 2.18 toneladas por hectárea, mientras que el año de menores rendimientos fue 1994 con 1.52 toneladas por hectárea.

Cuadro 10
Rendimientos del cultivo de maíz en la modalidad de temporal
En la Republica Mexicana

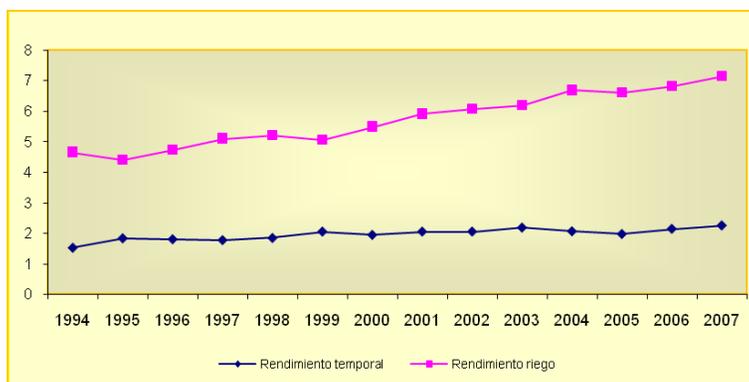
PERIODO	Volumen de la producción (TONELADAS)	Ss – Sp	Rendimientos
1994	9,660,437.00	6,351,110.00	1.52
1995	12,070,222.00	6,592,757.00	1.83
1996	12,314,770.15	6,842,267.00	1.80
1997	10,733,806.00	6,047,529.00	1.77
1998	12,350,433.53	6,702,711.45	1.84
1999	12,641,277.28	6,160,725.74	2.05
2000	11,820,481.44	6,087,162.69	1.94
2001	13,869,184.34	6,750,429.70	2.05
2002	12,241,341.05	5,958,508.52	2.05
2003	14,044,178.20	6,445,980.38	2.18
2004	13,252,138.14	6,436,682.73	2.06
2005	10,331,953.19	5,242,756.19	1.97
2006	12,761,215.39	5,955,035.59	2.14

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

El promedio de rendimientos en el periodo fue de 1.93 toneladas por hectárea lo que refleja que a nivel de rendimientos la productividad es casi tres veces mayor en el cultivo de riego que en temporal, mientras que la tasa media anual de crecimiento fue de 2.67 toneladas por hectárea muy cercana a la tasa a la que creció el cultivo de riego. La gráfica 18 presenta las tasas de crecimiento de los rendimientos del maíz en el periodo analizado para el cultivo de riego y de temporal.

Gráfica 18

**Tasas de crecimiento de los rendimientos del maíz en su modalidad de riego y de temporal
1994 - 2007**



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA.

Los rendimientos globales de maíz que se miden en toneladas por hectárea cultivada a nivel nacional se han ido incrementando en la modalidad de riego, mientras que en la modalidad de temporal se observa una tendencia a permanecer en cierto nivel sin tener un crecimiento sustancial. Esta tendencia que se presenta en el cultivo de riego se debe a que se han tecnificado los sistemas de producción, en el sentido de incrementar el uso de semillas mejoradas, fertilización más adecuada entre otros factores y evolución en los sistemas de riego.

2.4 Modelo logístico aplicado a los rendimientos del maíz

En esta sección del trabajo se presenta el modelo logístico (*Otero, 1993*) aplicado a los rendimientos del maíz de temporal y riego en México, en el que se analiza el nivel en que es posible producir con mayores beneficios, el cuadro 11 muestra la ecuación estimada de los rendimientos de temporal en función de un rezago.

Cuadro 11

Ecuación de los rendimientos de temporal con un rezago

Variable Dependiente: RENDITEMP				
Método: Mínimos Cuadrados Ordinarios				
Sample(adjusted): 1995 2007				
Included observations: 13 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.86241	0.351299	2.454916	0.032
RENDITEMP(-1)	0.584074	0.180495	3.235954	0.0079
R-squared	0.487691	Mean dependent var		1.994615
Adjusted R-squared	0.441117	S.D. dependent var		0.151966
S.E. of regression	0.113607	Akaike info criterion		-1.3715
Sum squared resid	0.141973	Schwarz criterion		-1.284585
Log likelihood	10.91475	F-statistic		10.4714
Durbin-Watson stat	1.936411	Prob(F-statistic)		0.007931

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA.

$$\text{RENDITEMP} = 0.86241 + 0.584074 \text{ RENDITEMP} (-1) \quad (2.1)$$

En la ecuación se observa que ambos coeficientes son estadísticamente significativos, además el modelo no presenta problemas de heterocedasticidad y de autocorrelación (*ver anexos*). Para analizar la evolución a largo plazo de los rendimientos del maíz, se supondría que los rendimientos crecerán de manera anual de manera aproximadamente proporcional a la diferencia entre el valor de los rendimientos, correspondiente a la saturación del mercado X^* (valor a largo plazo que se alcanza de manera asintótica), y el valor actual:

$$X_t - X_{t-1} = \delta(X^* - X_{t-1}) + u_t \quad (2.2)$$

$$X_t = \delta X^* + (1 - \delta)X_{t-1} + u_t \quad (2.3)$$

En donde δ es una constante de proporcionalidad que se estima a partir de X_t .

$$X_t = \delta X^* + (1 - \delta)X_{t-1} + u_t \quad (2.4)$$

Sustituyendo en la *ecuación 2.4*, los valores estimados de los coeficientes de la *ecuación 2.3*:

$$\delta X^* = 0.862410$$

$$1 - \delta = 0.584074$$

$$\delta = 1 - 0.584074$$

$$\delta = 0.4159$$

La condición de estabilidad del sistema esta condicionada por:

$$(1 - \delta) < 1, \text{ o bien } 0 < \delta < 1 \quad (2.5)$$

Partiendo de la ecuación: $\delta X^* = 0.862410$, se tiene que:

$$X^* = 0.862410 / 0.4159$$

$X^* = 2.07359$ toneladas por hectárea. A este nivel de los rendimientos se obtiene mejor rentabilidad. La estimación de rendimientos para el siguiente año fue de:

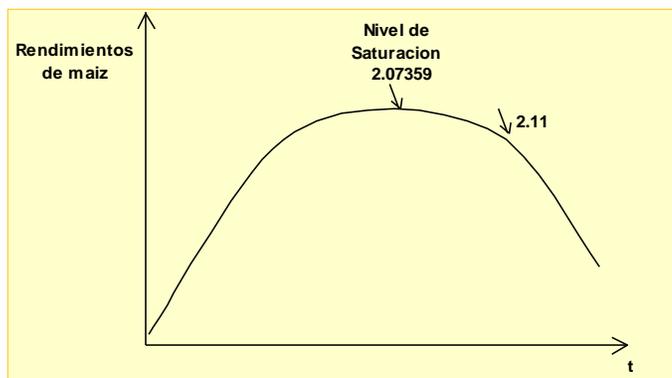
$$X_{2007} = 0.862410 + 0.584074 (2.14) = 2.11$$

En la gráfica 19 se muestran los resultados obtenidos respecto a la fase de producción en la que se encuentran los rendimientos del maíz en la modalidad de temporal.

Con la estructura actual del mercado del maíz, la producción de dicho cultivo en la modalidad de temporal se encuentra en una fase de rendimientos decrecientes del cultivo que explica la razón por la cual la superficie sembrada del maíz no se ha incrementado de manera sustancial en los últimos años debido a su nula rentabilidad.

Gráfica 19

Nivel estimado de los rendimientos del maíz de temporal



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

De igual forma, el procedimiento anterior se aplicó para el caso de los rendimientos del maíz en la modalidad de riego, en donde se estimó una ecuación con un rezago y en donde se tomó como variable dependiente los rendimientos del maíz en la modalidad de riego. Los resultados se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12

Ecuación de los rendimientos de riego con un rezago

Variable Dependiente: RENDRIE				
Método: Mínimos Cuadrados Ordinarios				
Sample(adjusted): 1995 2006				
Included observations: 12 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.204977	0.550707	0.372206	0.7175
RENDRIE(-1)	0.995617	0.099081	10.04847	0.0000
R-squared	0.909887	Mean dependent var		5.689167
Adjusted R-squared	0.900876	S.D. dependent var		0.809258
S.E. of regression	0.254787	Akaike info criterion		0.254235
Sum squared resid	0.649165	Schwarz criterion		0.335053
Log likelihood	0.474591	F-statistic		100.9717
Durbin-Watson stat	2.190321	Prob(F-statistic)		0.000002

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA.

$$\text{RENDRIE} = 0.204977 + 0.995617 \text{ RENDRIE} (-1) \quad (2.6)$$

$$X_t = \delta X^* + (1 - \delta)X_{t-1} + u_t \quad (2.7)$$

Sustituyendo en la *ecuación 2.7*, los valores estimados de los coeficientes de la *ecuación 2.6*:

$$\delta X^* = 0.204977$$

$$1 - \delta = 0.995617$$

$$\delta = 1 - 0.995617$$

$$\delta = 0.004383$$

Partiendo de la ecuación: $\delta X^* = 0.204977$, se tiene que:

$$X^* = 0.204977 / 0.004383$$

$$X^* = 46.766370$$

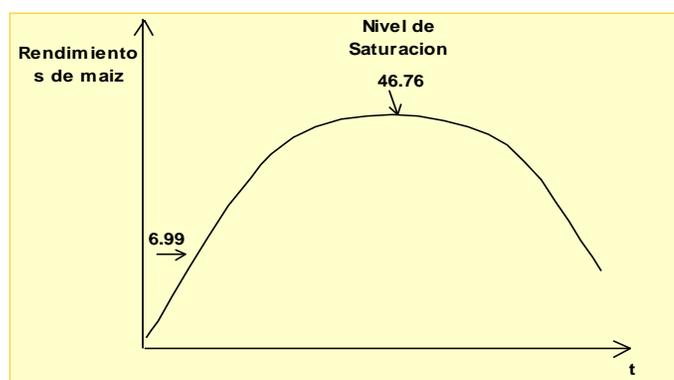
$X^* = 46.7663$ toneladas por hectárea. A este nivel de rendimientos, no se generan distorsiones en el mercado. La estimación para el año 2007 fue de:

$$X_{2007} = 0.204977 + 0.995617 (6.82) = 6.99$$

En la modalidad de riego este puede generar mayor rentabilidad por la fase de crecimiento de la producción en la que se encuentra ya que los rendimientos están por debajo del potencial que se puede obtener cuyo valor es de 46.76 toneladas por hectárea. Significa que con mayor inversión en tecnología e infraestructura, se podría llegar a un punto mayor de productividad y rentabilidad en esta modalidad de producción del cultivo. La gráfica 20 ilustra la evolución que presenta.

Gráfica 20

Nivel estimado de los rendimientos del maíz de riego



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

2.5 Rendimientos del cultivo de maíz por zona económica

Las regiones económicas pueden definirse como áreas geográficas caracterizadas por una estructura particular de sus actividades económicas, (*Basols, 1993*). Por lo anterior es indudable que existen regiones que se especializan en la industria, otras en la agricultura, por lo cual el cultivo del maíz debe de presentar distintos niveles de productividad a nivel regional debido a que existen regiones más favorables para la agricultura de temporal mientras que en las regiones de mayor adelanto socioeconómico la importancia del clima, como factor determinante se supera por la influencia de un mayor desarrollo en infraestructura.

Los cuadros 13 y 14 presentan en términos porcentuales los principales productores del maíz para el cultivo de temporal y de riego respectivamente para el año 1994 y 2006.

Cuadro 13

Volumen de producción de temporal en términos porcentuales Para el periodo 1994 y 2006

Ubicación	Producción (toneladas)	Participación por estado (1994)	Ubicación	Producción (toneladas)	Participación por estado (2006)
Jalisco	1,957,116.00	20.26%	Jalisco	2,847,542.87	22.31%
México	1,107,034.00	11.46%	Chiapas	1,556,567.14	12.20%
Chiapas	1,049,495.00	10.86%	México	1,412,239.03	11.07%
Veracruz	898,710.00	9.30%	Guerrero	1,107,324.46	8.68%
Puebla	722,334.00	7.48%	Veracruz	1,072,735.76	8.41%
Guerrero	703,355.00	7.28%	Michoacán	857,658.37	6.72%
Michoacán	592,211.00	6.13%	Puebla	837,243.35	6.56%
Oaxaca	514,405.00	5.32%	Oaxaca	531,995.32	4.17%
Nayarit	270,054.00	2.80%	Guanajuato	334,630.21	2.62%
Tlaxcala	239,976.00	2.48%	Campeche	313,373.70	2.46%

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA.

Para el año 1994 los principales productores a nivel nacional del maíz de temporal son Jalisco con un aporte de un 20.26 por ciento, el Estado de México con un 11.46 por ciento y Chiapas con un 10.86 por ciento de la producción nacional. Para el año 2006 estos estados continúan siendo los principales productores excepto Chiapas que incremento su aportación a un 12.20 por ciento y el Estado de México la disminuyo a un 11.07.

Cuadro 14
Volumen de producción de riego en términos porcentuales
Para el periodo 1994 y 2006

Ubicación	Producción (toneladas)	Participación por estado (1994)	Ubicación	Producción (toneladas)	Participación por estado (2006)
Sinaloa	2,733,034.00	31.87%	Sinaloa	4,364,096.12	47.79%
Guanajuato	803,743.00	9.37%	Guanajuato	733,436.77	8.03%
Sonora	540,461.00	6.30%	Tamaulipas	610,351.10	6.68%
México	454,712.00	5.30%	Chihuahua	561,825.95	6.15%
Michoacán	450,057.00	5.25%	Michoacán	547,892.75	6.00%
Chihuahua	423,251.00	4.94%	México	389,091.88	4.26%
Durango	268,650.00	3.13%	Hidalgo	370,930.04	4.06%
Hidalgo	223,132.00	2.60%	Durango	189,147.86	2.07%
Jalisco	168,220.00	1.96%	Sonora	185,775.35	2.03%
Puebla	158,812.00	1.85%	Jalisco	182,711.10	2.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA.

En la modalidad de riego, en el año 1994 el principal productor fue Sinaloa con un aporte a la producción de un 31.87 por ciento seguido por Guanajuato con un 9.37 por ciento y Sonora con un 6.30 por ciento. Para el año 2006 Sinaloa continuó siendo el principal productor dado que incrementó su aportación a un 47.79 por ciento, seguido por Guanajuato con un 8.03 por ciento y Tamaulipas con un 6.68 por ciento, mientras que Sonora disminuyó su aportación a un 2.03.

El cuadro 15 muestra las zonas económicas de la República Mexicana, (*Bassols, 1993*) así como el porcentaje que aportan en términos de producción dentro del PIB agropecuario.

Cuadro 15
México: participación porcentual del PIB Agropecuario
Por zona económica (2006)

Grandes Regiones	Agricultura, Silvicultura y Pesca
Noroeste	15.3%
Norte	10.9%
Noreste	6.1%
Centro- Norte	5.7%
Centro - Occidente	23.1%
Centro - Este	16.2%
Este	10.9%
Sur	8.9%
Península de Yucatán	2.9%

Fuente: Elaboración propia con base a Basols, (1993).

Una de las regiones económicas más importantes en el sector agropecuario es la Zona Centro - Occidente, mientras que la que menos aporta es la de Península de Yucatán.

A continuación se muestran los rendimientos del cultivo del maíz por zona económica que, para fines de esta investigación, permiten vislumbrar que zonas del país presentan mayor productividad en el cultivo del maíz.

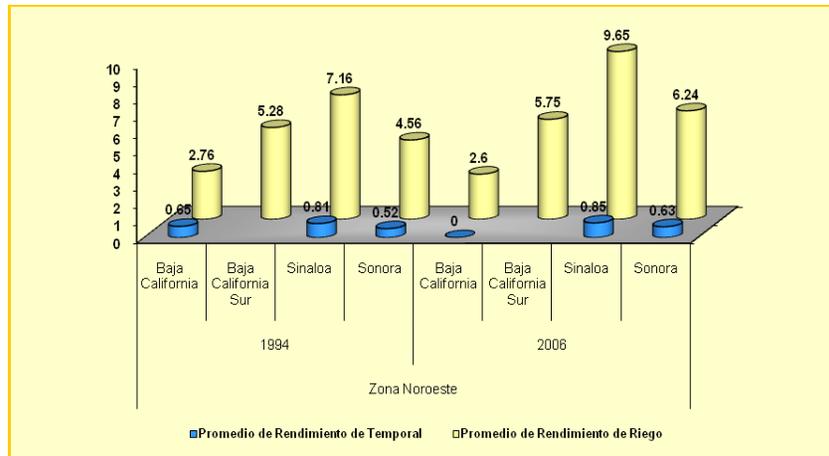
Noroeste: Constituida por los siguientes Estados

1. Baja California
2. Baja California Sur
3. Sonora
4. Sinaloa

La gráfica 21 muestra los rendimientos de la zona para el año 1994 y 2006 en donde se puede observar que el cultivo de riego es el que presenta los mayores rendimientos donde los estados con mejor desempeño en esta modalidad son Sinaloa que presenta rendimientos de 9.65 toneladas por hectárea para el 2006 y el estado de Sonora con 6.24 toneladas por hectárea. Cabe mencionar

que es la más beneficiada por el otorgamiento de crédito de avío con un 38 por ciento en promedio del total de este recurso en el periodo de análisis de la investigación.

Gráfica 21
Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal
en la Zona Noroeste (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

En la modalidad de temporal Sinaloa también es el estado que presenta los mayores rendimientos en el 2006 con 0.85 toneladas por hectárea y Sonora con 0.63 toneladas por hectárea, sin embargo los rendimientos para el cultivo del maíz en la modalidad de temporal presentan crecimientos marginales en dicho periodo con la excepción de Baja California que presentó un decremento.

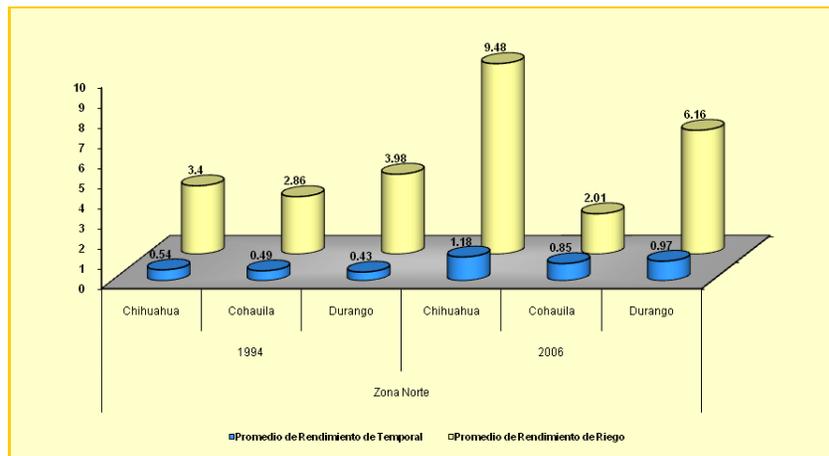
Esta zona dispone de numerosas corrientes desde los ríos Yaqui y Mayo, además del 11.8 por ciento del total de tierras de labor y 36.9 por ciento de las que disponen de riego en el país, lo cual la convierte en una de las más importantes en el cultivo de maíz en la modalidad de riego.

Norte: Constituida por los siguientes Estados:

1. Chihuahua
2. Coahuila
3. Durango

La gráfica 22 muestra que la zona presenta mayores rendimientos en la modalidad de riego, donde Chihuahua obtuvo rendimientos de 9.48 toneladas por hectárea en el 2006 y Durango 6.16 toneladas, mostrando ambos un crecimiento en sus rendimientos de un periodo al otro. En la modalidad de temporal los rendimientos son menores, sin embargo se observa un crecimiento para todos los estados siendo Chihuahua el de mayores rendimientos en esta modalidad con 1.18 toneladas por hectárea para el año 2006.

Gráfica 22
Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal
en la Zona Norte (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Esta zona concentra el 17.8 por ciento de las tierras de labor, sin embargo, la disponibilidad de sus recursos hidráulicos es marginal lo que genera que la agricultura de temporal sea limitada.

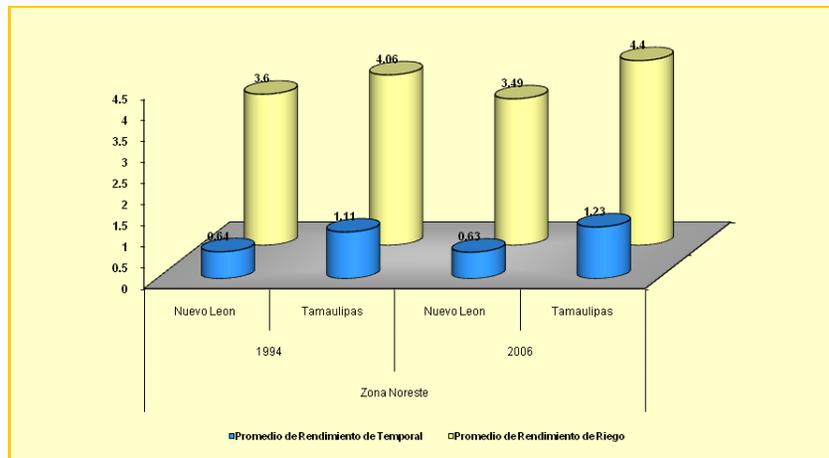
Noreste: Esta integrada por los siguientes Estados:

1. Nuevo León
2. Tamaulipas

La gráfica 23 muestra un crecimiento de los rendimientos en ambas modalidades de producción del maíz, presentándose mayores rendimientos en riego y temporal en el estado de Tamaulipas con 4.4 toneladas por hectárea en el 2006 para el cultivo de riego y de 1.23 toneladas por hectárea en la modalidad de temporal.

Gráfica 23

Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal en la Zona Noreste (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

La zona concentra el 6.3 por ciento de la superficie de labor, sin embargo como otras zonas, tienen poca disponibilidad de recursos hidráulicos que generan que los rendimientos del cultivo de temporal sean menores que el de otras regiones económicas.

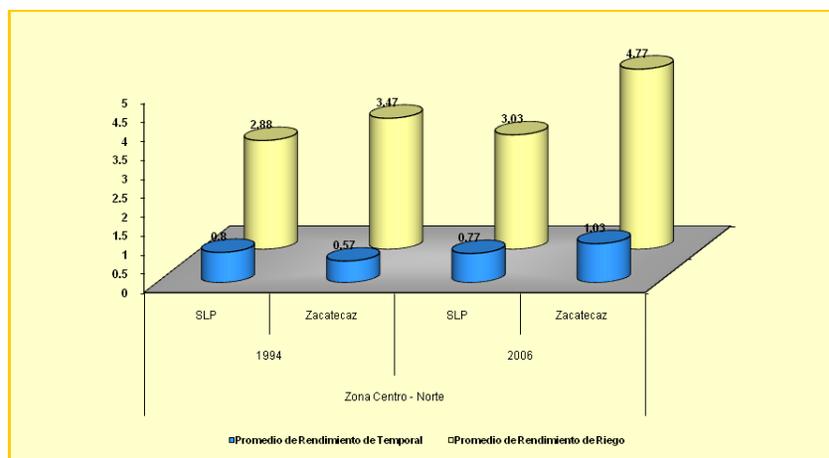
Centro – Norte: Constituida por los siguientes Estados:

1. Zacatecas
2. San Luís Potosí

Se observa un incremento de los rendimientos en la modalidad de riego, donde Zacatecas destaca con 4.77 toneladas por hectárea en el año 2006. En la modalidad de temporal, San Luís Potosí presentó un decremento de sus rendimientos al pasar de 0.8 toneladas por hectárea en 1994 a 0.77 en el 2006. Además es la tercera zona en la que se canaliza el crédito de avío con un 13 por ciento del total en el periodo de análisis.

Gráfica 24

Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal en la Zona Centro-Norte (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

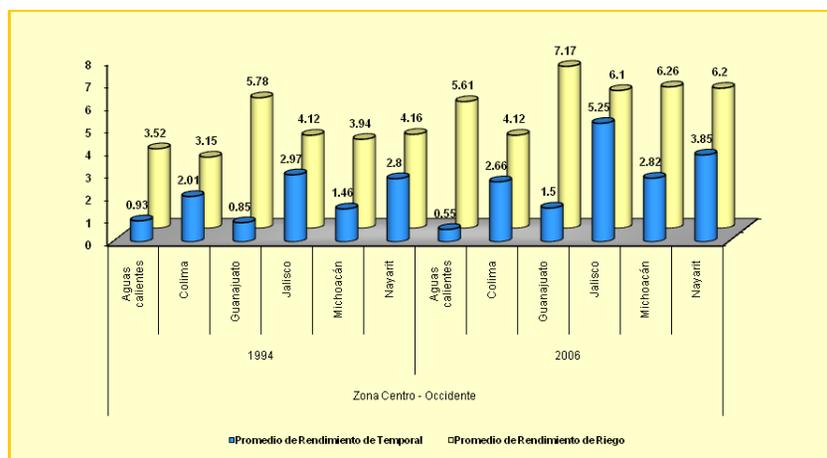
Centro – Occidente: Integrada por los siguientes Estados:

1. Nayarit
2. Jalisco
3. Aguascalientes
4. Guanajuato
5. Colima
6. Michoacán

En la gráfica 25 se observa que en la modalidad de temporal el único estado que presentó un decremento en sus rendimientos fue Aguascalientes al pasar de 0.93 toneladas por hectárea en 1994 a 0.55 en el 2006, mientras que el estado de Jalisco presentó los mayores rendimientos en esta modalidad al pasar de 2.97 toneladas por hectárea en 1994 a 5.2 en el 2006, igualando prácticamente sus rendimientos en la modalidad de riego para el mismo año que fueron de 6.1 toneladas por hectárea. En la modalidad de riego, se presentó un crecimiento en los rendimientos de todos los estados en donde destaca Guanajuato, que pasó de 5.78 toneladas por hectárea, a 7.17 en el 2006, sin embargo, destaca el crecimiento de Michoacán, que pasó de 3.94 toneladas por hectárea, a 6.26, duplicando su productividad, un caso similar fue el de Nayarit que pasó de 4.16 a 6.2 toneladas por hectárea.

Gráfica 25

Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal en la Zona Centro-Occidente (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

La zona concentra 10.6 por ciento del territorio nacional y 18 por ciento de las tierras de labor y es una de las zonas que presenta mejores rendimientos tanto en la modalidad de riego como en la de temporal, debido a que tiene grandes precipitaciones pluviales y recursos hidráulicos que favorecen el cultivo de temporal y por ende, los rendimientos.

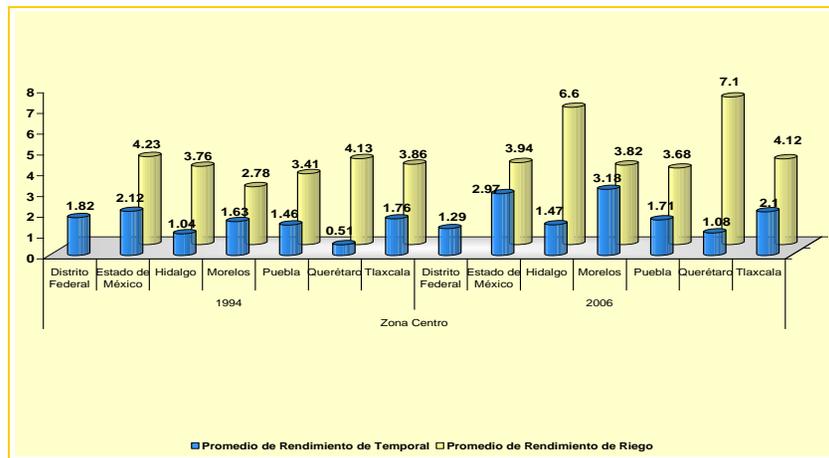
Centro: Constituida por los siguientes Estados:

1. Querétaro
2. Estado de México
3. Distrito Federal
4. Hidalgo
5. Morelos
6. Tlaxcala
7. Puebla

En la gráfica 26 se observa que en la zona Centro, en la modalidad de riego, el único estado que presento decrementos en sus rendimientos fue el Estado de México al pasar de 4.23 toneladas por hectárea a 3.94, mientras que estados como Hidalgo incrementó sus rendimientos que pasaron de 3.76 a 6.6 toneladas por hectárea, el estado de Querétaro pasó de 4.13 a 7.1 toneladas por

hectárea. En la producción de temporal solo el Distrito Federal presenta un decremento en sus rendimientos de 1.82 toneladas por hectárea a 1.29, mientras que Morelos presentó los mejores rendimientos con 3.18 toneladas por hectárea, para el año 2006, seguido por el Estado de México con 2.97.

Gráfica 26
Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal
en la Zona Centro (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Esta zona solo cuenta con el 1 por ciento del potencial hidráulico a nivel nacional.

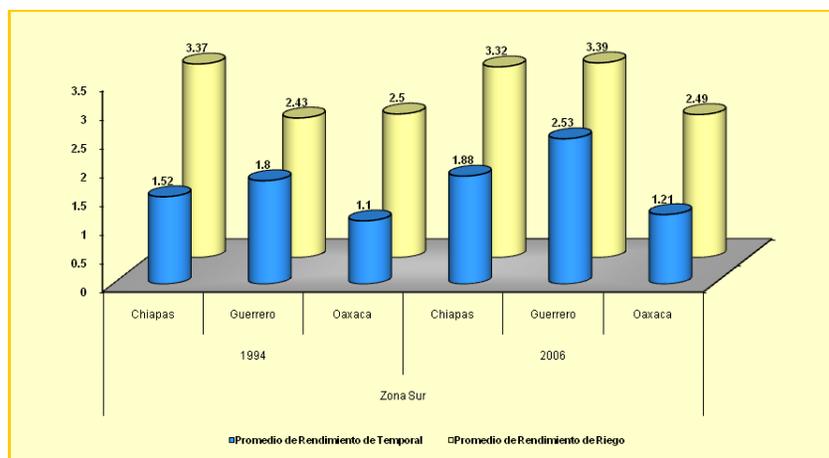
Sur: Integrada por los siguientes Estados:

1. Guerrero
2. Oaxaca
3. Chiapas

En la gráfica 27, se muestra que en la producción de riego, solo el estado de Guerrero presentó un incremento en sus rendimientos al pasar de 2.43 toneladas por hectárea a 3.39 toneladas, mientras que en la modalidad de temporal, todos los estados presentaron un incremento en sus rendimientos, el caso más visible es el de Guerrero que paso de 1.8 toneladas por hectárea a 2.53 en el 2006.

Gráfica 27

Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal en la Zona Sur (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Es una de las zonas en donde los rendimientos de riego presentaron un decremento, mientras que en la producción de temporal presentó el caso contrario. Cuenta con el 14 por ciento de las tierras de labor y con el 37.5 por ciento de los recursos hidráulicos, lo cual no es bien aprovechado para la producción del maíz en la modalidad de riego, pero si en la de temporal.

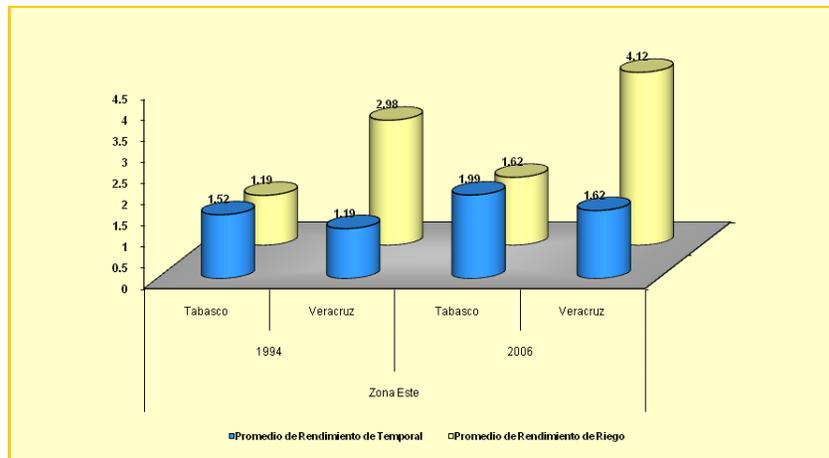
Este: Integrada por los siguientes Estados:

1. Veracruz
2. Tabasco

La gráfica 28 muestra un incremento en la productividad de temporal y de riego siendo el estado de Veracruz el que presenta los mayores rendimientos en la modalidad de riego, con 4.12 toneladas por hectárea para el año 2006. Tabasco que presentó los mayores rendimientos en la modalidad de temporal con 1.99 toneladas por hectárea para el año 2006.

Gráfica 28

Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal en la Zona Este (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Cuenta con el 40 por ciento de los recursos hidráulicos, que la coloca como la zona con la mayor disponibilidad de este recurso natural, así mismo es la segunda zona económica más apoyada a través del crédito avio con un 14 por ciento del total de este recurso, sin embargo sus rendimientos están por debajo con respecto al de otras regiones económicas.

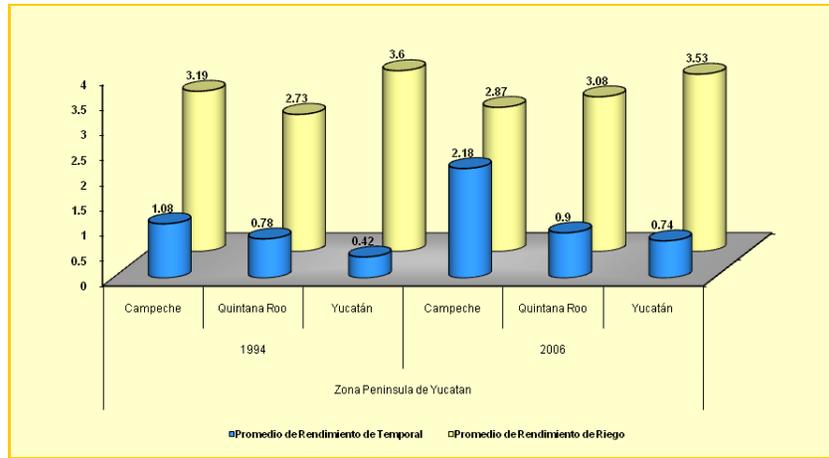
Península de Yucatán. Constituida por:

1. Campeche
2. Yucatán
3. Quintana Roo

La gráfica 29 muestra que el único estado que incremento sus rendimientos en la producción con riego fue Quintana Roo que pasó de 2.73 a 3.08 toneladas por hectárea en el 2006. En la producción de temporal, todos los estados presentaron incrementos en su productividad destacando Campeche, que pasó de 1.08 toneladas por hectárea en 1994 a 2.18 toneladas por hectárea en el 2006.

Gráfica 29

Rendimiento del cultivo del maíz en modalidad de riego y temporal en la Zona Península de Yucatán (1994 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Como se ha podido observar la productividad en la producción del maíz medida por los rendimientos obtenidos en la producción de temporal y de riego es muy diferente dependiendo de su ubicación regional ya que los estados del norte y del bajo presentan los mejores rendimientos en la producción de riego, mientras que los estados del sur obtienen los mejores rendimientos en temporal.

2.6 La producción de maíz por hombre ocupado

Para el análisis de la productividad es relevante obtener la producción por hombre ocupado en la producción del maíz, para ello es conveniente calcular los rendimientos del cultivo del maíz, y obtener la superficie cosechada, (Caballero y López 1992).

Para estimar la producción por hombre ocupado en la producción del cultivo del maíz se toman en cuenta las siguientes variables y ecuaciones:

$$q = r * t \quad (2.8)$$

$$r = \left(\frac{Q}{S}\right) \quad (2.9)$$

$$t = \left(\frac{S}{PO}\right) \quad (2.10)$$

$$q = \left(\frac{Q}{S}\right) * \left(\frac{S}{PO}\right) \quad (2.11)$$

Donde:

r; rendimiento por hectárea

t; superficie cosechada por hombre ocupada en la producción

Q; volumen de la producción

S; superficie cosechada.

PO; población ocupada en el cultivo del maíz

q; producto por hombre ocupado en el cultivo de maíz

Al realizar los cálculos respectivos se obtiene el producto de maíz por hombre ocupado en el cultivo del maíz a nivel nacional para el año 1994 y 2006, que se registra en el cuadro 16.

Cuadro 16

Producto por hombre ocupado a nivel nacional en el cultivo de maíz 1994 y 2006

Variables	Periodo	
	1994	2006
r = rendimiento por hectárea	2.26	2.95
t = superficie cosechada por hombre ocupada en la producción	4.15	3.97
Q = volumen de la producción	1,823,582.6	2,189,320.9
S = superficie cosechada	8,051,241	7,424,496
PO = población ocupada en el cultivo del maíz	1,940,508	1,870,956
q = producto por hombre ocupado en el cultivo de maíz	9.38	11.70

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA.

La producción obtenida por hombre ocupado en el cultivo de maíz a nivel nacional para el año 1994 fue de 9.38 toneladas por hectárea mientras que en el año 2006 fue de 11.70 a pesar de que

la superficie cosechada presento una tasa de crecimiento negativa de -7.7 por ciento así como el de la población ocupada con un decremento de -3.5 por ciento, por lo tanto con menor población ocupada y superficie cosechada se dio un incremento de un 24.73 en la productividad por hombre ocupado en el sector, sin embargo en Estados Unidos el nivel de producto por hombre ocupado es de 72.5 (*Caballero y López, 1992*).

2.7 Consumo del maíz en la República Mexicana.

El maíz puede considerarse como la base de la alimentación de la sociedad mexicana, ya que se consume en un gran número de variedades, el ejemplo más claro es la tortilla que se puede encontrar en la ingesta de prácticamente todas las familias.

En el periodo de 1994 a 2006, la población mexicana realizó un gasto corriente promedio anual en la compra de cereales equivalente a 19,142.4 millones de pesos, el 52% de este monto correspondió exclusivamente al gasto en productos derivados del maíz. Dentro de este, el 43% se destinó a la compra de tortilla de maíz y tan sólo el 9% a otros productos, (*SAGARPA*).

El maíz también es un insumo muy importante para la industria por sus múltiples usos como materia prima algunos de los subsectores que demandan el grano son los siguientes:

Pecuario: la demanda de maíz de este subsector es de las más importantes ya que representa cerca del 51 por ciento en promedio del periodo que abarca la presente investigación. Cabe mencionar que la mayor demanda es de maíz amarillo con cerca del 85 por ciento del total, que en su mayoría es de importación y el restante 15 por ciento es de maíz blanco.

El sector pecuario como se puede corroborar es un gran demandante de maíz, principalmente por la gran actividad que representa la avicultura y porcicultura en México, lo cual debería constituir una oportunidad para que los productores del grano orienten su capacidad productiva a obtener mejores rendimientos y productividad.

Industria de derivados químicos y alimentos: Esta industria también demanda grandes cantidades de maíz para la elaboración de almidón, fructuosa, colorantes, glucosa entre otros productos. En el periodo de la investigación, esta industria demandó en promedio 2.5 millones de toneladas anualmente de maíz amarillo; mientras que la industria de cereales demandó en el año 2006 cerca de 500 mil toneladas.

Industria de la masa y la tortilla: Esta industria tiene como insumo principal el maíz blanco en donde cerca del 50 por ciento de la producción se consume a través de la tradicional tortilla elaborada a través de masa de nixtamal, sin embargo existe otra variedad de productos generados a través de esta industria como son la venta de masa para hacer atoles, tamales y algunos otros más. En su conjunto la cadena maíz- tortilla representa cerca del 1 por ciento del Producto Interno Bruto del país e involucra a más de 2 millones de campesinos y agricultores. El cuadro 17 muestra la demanda de maíz para el periodo 2004 a 2006 por subsector.

Cuadro 17
México demanda de maíz grano

Usos del maíz en México	Demanda anual (millones de toneladas)		
	2004	2005	2006
Harina	3.5	3.2	3.7
Tortilla tradicional	3.3	3	3.4
Consumo humano en el sector rural	3.4	3.1	3.5
Consumo humano	10.2	9.3	10.6
Consumo animal	2.1	1.9	2.2
total maíz blanco	12.3	11.2	12.8
Almidón y sus derivados	2.6	2.4	2.7
Cereales y botanas	0.5	0.4	0.5
Sector pecuario	11.7	10.8	12.2
total maíz amarillo	14.8	13.6	15.4
Demanda total del maíz a nivel nacional	27.1	24.8	28.2

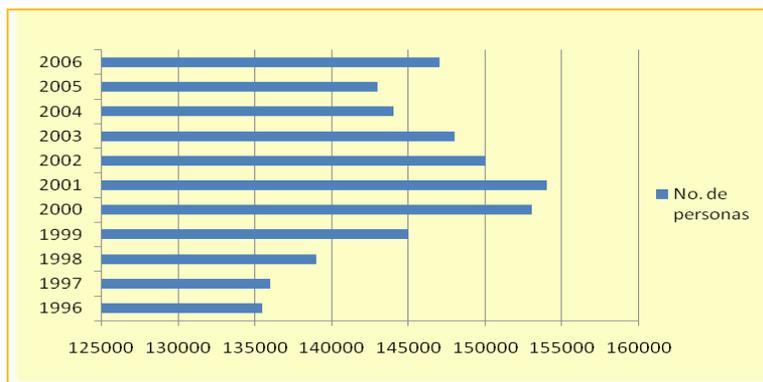
Fuente: SIAP, SAGARPA.

Para el año 2006, para la elaboración de tortillas se requirieron 10.6 millones de toneladas de maíz blanco de las cuales, 3.7 millones de toneladas se destinaron a la industria harinera, 3.4 millones de toneladas se demandaron por parte de la industria de la masa y la tortilla a través de

tortillerías, mientras tanto 3.5 millones de toneladas las consumió la población rural para producir generalmente tortillas. El consumo de maíz en las zonas de mayor marginalidad sigue presentándose como un elemento básico de la dieta de las personas de esas zonas. En dichos lugares, la falta de un ingreso que satisfaga las necesidades básicas es lo que en gran medida determina el acceso al consumo del maíz, por lo cual los productores que cuentan con menos de una hectárea para cultivar maíz venden una pequeña parte y el resto es para autoconsumo. La gráfica 30 muestra el personal ocupado en la industria de alimentos derivados del maíz.

Gráfica 30

Personal ocupado en productos alimenticios derivados del maíz



Fuente: Elaboración propia con datos del sistema de información comercial de México.

Del año 1996 al año 2001 se dio un incremento en la ocupación en esta industria, sin embargo, a partir del año 2002 la situación se invirtió debido principalmente a la contracción económica que se dio en Estados Unidos, que permeo a la economía nacional. El lapso en el que se observó un mayor número de empleos generados por esta industria fue de 2000 a 2002, registrándose en promedio 153 mil empleos en promedio anual.

El cuadro 18 muestra que la industria de alimentos para consumo humano generó en el periodo de análisis, 239,925 empleos, cifra en que la industria de alimentos (elaboración de tortillas, molienda de nixtamal, elaboración de harina, botanas y otros productos) participó con el 61 por ciento, que representó 146,242 empleos en promedio anual en el periodo.

Cuadro 18

Personal ocupado en la industria del maíz

Año	Elaboración de Tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Elaboración de Harina de Maíz	Elaboración de Almidones, Féculas y Levaduras de Maíz	Elaboración de Botanas y productos de Maíz	Total de Personal Ocupado en los derivados de Maíz	Personal Ocupado en la Industria de Alimentos	Participación de la industria del Maíz en la industria de Alimentos (%)
1996	116,008	4192	2996	14011	137207	226162	61
1997	116,495	3942	2809	14537	137783	228544	60
1998	118,233	3837	2824	14944	139838	233893	60
1999	124,256	3771	3036	15899	146962	238803	62
2000	130,261	3294	3095	17414	154064	238296	65
2001	130,670	3181	3168	17530	154548	238304	65
2002	128,083	3135	3215	17054	151488	239041	63
2003	126,188	2973	3251	16835	149247	244542	61
2004	122,065	2861	3277	16167	144371	246542	59
2005	121,928	2772	3221	16913	144833	250064	58
2006	125,408	2749	3284	16884	148324	254982	58

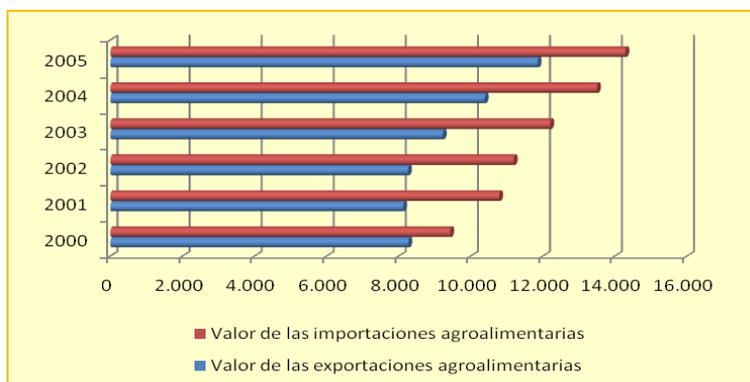
Fuente: Elaboración propia con datos del sistema de información comercial de México (SIC-M), SE

2.8 Exportaciones e importaciones del maíz

Desde hace varios años, el sector agrícola nacional ha dejado de ser un sector productivo, pues su aportación al Producto Interno Bruto es cada año menor y el TLCAN ha generado una mayor dependencia de las importaciones para satisfacer la demanda. La gráfica 31 muestra el valor de las exportaciones y de las importaciones del sector agroalimentario.

Gráfica 31

**Valor de las exportaciones y de las importaciones
Sector agroalimentario 2000 – 2005, (millones de dólares)**



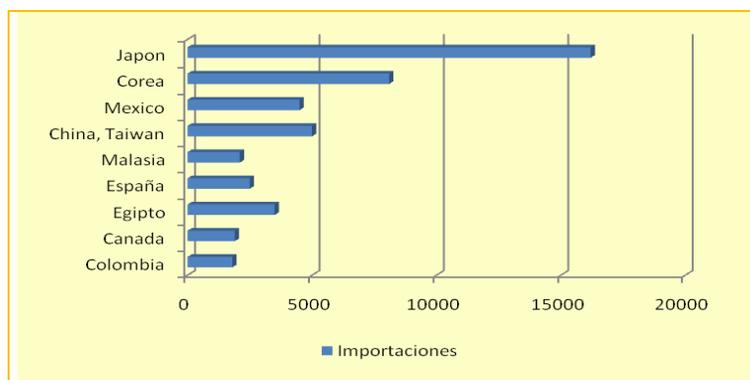
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, SAGARPA.

Se corrobora la gran dependencia de las importaciones en el sector agroalimentario ya que a pesar de que las exportaciones se han incrementado las importaciones lo han hecho en mayor medida.

En el cultivo del maíz la situación parece ser similar ya que a pesar de que México es un gran productor de maíz a nivel mundial, por sus mismos requerimientos del producto, su producción es insuficiente por lo cual depende en gran medida de sus importaciones, lo cual lo convierte en uno de los principales importadores del grano a nivel mundial. La gráfica 32 muestra los principales países importadores de este grano.

Gráfica 32

Principales países importadores de maíz grano (Promedio 1995 – 2006)

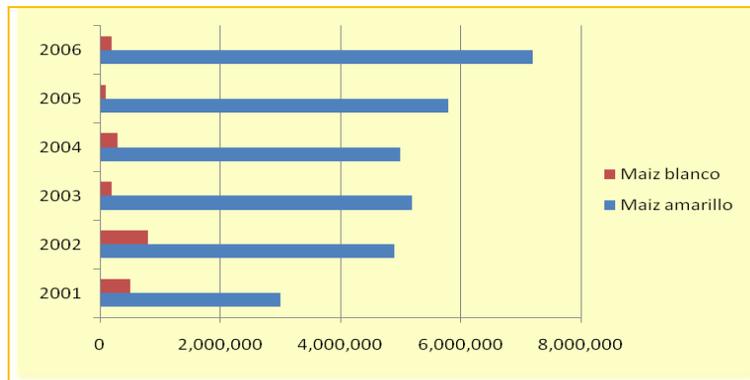


Fuente: Elaboración propia con datos del sistema de información comercial de México, SE.

Es importante recordar que en México se produce principalmente maíz blanco sin embargo en la producción de maíz amarillo el país es deficitario por lo cual se importan un gran número de toneladas para satisfacer la demanda interna, encabezada por el sector pecuario y la industria de derivados del maíz. El principal proveedor de las importaciones de maíz amarillo es Estados Unidos. La gráfica 33 muestra las importaciones por variedad del cultivo.

Gráfica 33

México importaciones de Maíz por variedad (toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos del FAO.

Las importaciones de maíz amarillo son superiores a las de maíz blanco, cuyo cultivo se localiza particularmente en tierras de riego (Sinaloa y Michoacán), en contraparte, en el sur del país, imperan lo productores minifundistas cuyo principal cultivo es de temporal. La gráfica 34 indica las exportaciones de maíz.

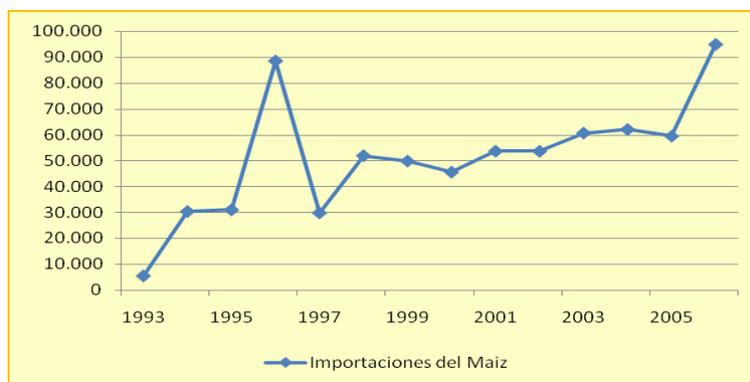
Gráfica 34
Exportaciones de maíz grano



Fuente: Elaboración propia con datos del sistema de información comercial de México, SE.

Se observa que las exportaciones de maíz son poco significativas, además presentan un comportamiento fluctuante. Cabe mencionar que el tipo de maíz que se exporta es maíz blanco que es el que principalmente se cultiva en el territorio nacional. El destino de estas exportaciones es Centroamérica. Por otro lado, las importaciones presentan un crecimiento considerable, lo cual se muestra en la grafica 35.

Gráfica 35
México evolución de las importaciones del maíz para el periodo 1993 – 2006 (miles de dólares)



Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO.

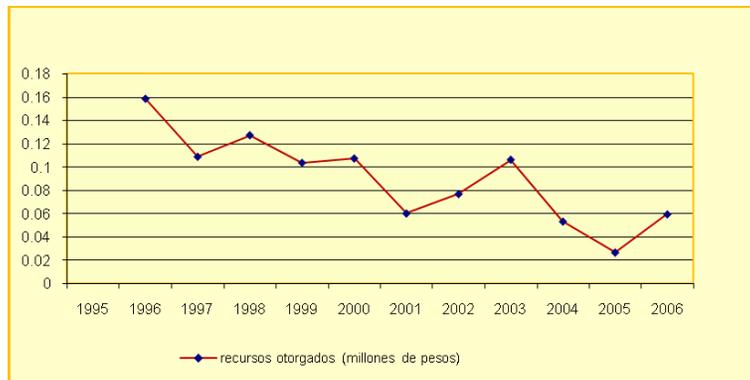
La tendencia a depender de las importaciones se ha venido incrementando con una caída en el año de 1996, sin embargo nuevamente a partir de 1997 la tendencia es ascendente, esto se puede explicar debido a una política agrícola de promoción de las importaciones.

2.9 Programas gubernamentales de apoyos al campo

Un indicador importante que no se puede dejar de lado es el apoyo por parte del Estado al sector de la agricultura. Estados Unidos es de los países que más apoyo brinda a sus productores agrícolas incluyendo a los productores de maíz grano a través de todo tipo de subsidios, en México, por el contrario, no se puede hablar de una situación similar ya que como lo muestra la gráfica 36 los recursos otorgados al campo observan una tendencia descendente.

Gráfica 36

Tasas de crecimiento de lo recursos otorgados al campo en el periodo 1995 – 2006 (millones de pesos)



Fuente: Elaboración propia con datos Sexto informe de gobierno, 2006 México, DF, 2006.

En el periodo de estudio los apoyos al campo han ido disminuyendo presentándose una tendencia negativa. Se observa un crecimiento solo del 2001 al 2003. Es de suponerse que esta tendencia descendente aplique para el caso del cultivo del maíz a nivel nacional. El cuadro 19 presenta los apoyos otorgados por tipo de superficie cultivada y por el ciclo de la siembra dentro del cultivo de maíz a nivel nacional.

Cuadro 19

Apoyos otorgados al campo por tipo de cultivo y de ciclo (Millones de pesos)

Periodo	Superficie apoyada miles de hectáreas (maíz)		Apoyos otorgados para la siembra, pesos por hectárea (maíz)	
	temporal	riego	otoño invierno	primavera verano
1995	10651.2	2670.1	400	440
1996	11106.8	3198.7	440	484
1997	10933.8	2951.1	484	556
1998	10895.0	2974.1	556	626
1999	10820.2	2707.4	626	708
2000	10751.0	2820	708	778
2001	10460.8	2959.4	778	829
2002	10684.2	3013.5	829	873
2003	10836.0	2939.6	873	1935
2004	10428.2	2654.4	905	2055
2005	9187.4	2808.5	963	2123
2006	10351.4	2587.8	963	2123

Fuente: Elaboración propia con datos Sexto informe de gobierno, 2006 México, DF, 2006.

Como se puede observar la superficie de temporal en el periodo analizado es la que recibe mayor apoyo, y no sorprende que sea así ya que en su mayoría la superficie cultivada en México es de temporal. El año 1996 fue cuando más apoyo se brindó en la superficie sembrada de temporal, y en la superficie de riego. Por otra parte, el ciclo primavera - verano recibió más apoyo que el ciclo otoño – invierno.

A pesar del atraso que se observa en la agricultura mexicana, es importante mencionar algunos de los programas que brindan apoyo a los productores de maíz:

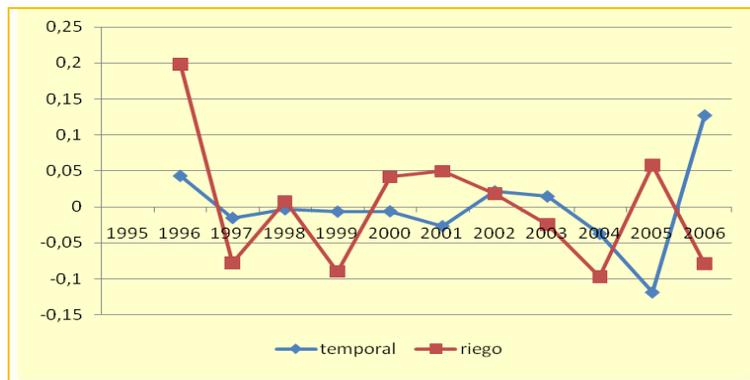
ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria): Es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), creado a través de un decreto presidencial el año 1991, con el propósito de contar con un instrumento para el impulso a la comercialización de la producción agropecuaria. Dos son sus funciones básicas: la primera cubre el ámbito del fortalecimiento de la comercialización agropecuaria, la cual se realiza a través de apoyos fiscales a la comercialización

de granos y oleaginosas, que se otorgan sobre una base selectiva y localizada regionalmente. La segunda función consiste en operar y administrar el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), en donde transfiere directamente la ayuda gubernamental como ingreso de los productores.

Un aspecto importante de los apoyos otorgados por PROCAMPO es el esquema de cesión de derechos, los productores han podido utilizar los beneficios del programa para adquirir semillas, fertilizantes, agroquímicos, materias primas en general, o disponer de un crédito u otros servicios. En la gráfica 37 se muestran las tasas de crecimiento de la superficie apoyada por tipo de cultivo de maíz.

Gráfica 37

México, tasas de crecimiento de hectáreas apoyadas por el programa de apoyos directos al campo (maíz)



Fuente: Elaboración propia con datos Sexto informe de gobierno, 2006. México, DF, 2006.

En el periodo de estudio los apoyos tanto en la modalidad de temporal y de riego presentan decrementos en varios años lo cual corrobora que el sector del maíz no es la excepción en la declinación del gasto por parte del estado en el sector agrícola lo cual genera que la usura cubra los huecos en este rubro y también, las remesas de los emigrantes, que han sido todo un apoyo a los productores de este cultivo. Lo anterior muestra el gran debilitamiento de la política agrícola que ha generado menores apoyos al sector.

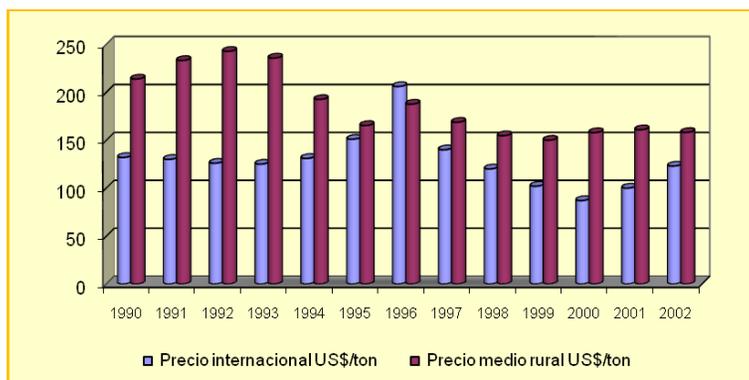
2.10 Precios del maíz

Teóricamente, el precio del maíz se rige por las condiciones del mercado de valores de Chicago. La gráfica 38 presenta la evolución de los precios internos del maíz y los precios internacionales en donde se observa que estos últimos están por debajo de los precios internos, sin embargo, los precios nacionales tienen cierta tendencia a disminuir.

Para el periodo de estudio los precios nacionales fueron en promedio 35 por ciento más altos, aunque hay que recordar que lo que generalmente se produce en México es maíz blanco que es más caro, y el precio internacional se refiere al maíz amarillo lo cual vuelve poco competitivo su precio.

Gráfica 38

México, precios medios rurales e internacionales de maíz (dólares)



Fuente: Elaboración propia con datos Sexto informe de gobierno, 2006 Anexo. México, DF, 2006.

El principal productor de maíz a nivel internacional como se ha recalado es Estados Unidos, el cual lleva a cabo una política agrícola sustentada en altos subsidios cuya producción es orientada al mercado mundial donde además de ello se otorgan créditos llamados blandos para los importadores de este grano en donde la C.C.C (Comodity Credit Corporation) sirve como aval de los créditos que son otorgados por bancos a los importadores. Es decir, los Estados Unidos producen caro y venden barato, beneficiando principalmente a las transnacionales que utilizan las materias primas de origen agrícola como el maíz grano y de esta manera, disminuyen sus costos, esto genera que los precios externos sean más bajos que los del resto de las naciones productoras del grano incluyendo a México.

Desde luego que los precios que podría decirse que impone Estados Unidos afectan invariablemente la productividad de los productores nacionales del maíz ya que su oferta no corresponde a sus costos productivos por los grandes subsidios que reciben. Mientras tanto, los productores de maíz nacional ven mermada su rentabilidad, ya que para poder competir tienen que abaratar su producción.

Capítulo III

Análisis empírico de la producción de riego y de temporal del maíz

El presente capítulo pretende aportar a través de la metodología de datos de panel los factores que tienen mayor influencia en la producción del maíz, lo cual se lleva a cabo a través de la estimación de los modelos de efectos fijos y el de efectos aleatorios, en donde la variable dependiente es la producción, que está en función del valor de la producción, del factor tierra, de los rendimientos y de la inversión hidroagropecuaria.

3.1 Metodología de regresión con datos de panel

Para el desarrollo del presente capítulo se decidió utilizar la metodología de los datos de panel, el propósito de utilizar dicho método estriba en que se pueden captar las variaciones entre unidades de observación, y también la variación temporal.

En los datos de series de tiempo se observan los valores de una o más variables de un determinado periodo mientras que en los datos transversales, los valores de una o más variables se recopilan para varias unidades o entidades muestrales para el mismo punto en el tiempo.

En los datos de panel la misma unidad transversal se estudia a lo largo del tiempo, es decir se presenta de acuerdo a la dimensión del espacio y del tiempo; además de que se pretende capturar la heterogeneidad inobservable² de los estados de la República Mexicana ya que con la aplicación de las series de tiempo, o a través de una análisis transversal, no se puede detectar dicha heterogeneidad.

Puesto que los datos relacionan individuos, empresas, estados, países etc. a lo largo del tiempo, no existe límite alguno para la heterogeneidad en estas unidades. Las técnicas de investigación de datos en panel pueden tener en cuenta de manera explícita tal heterogeneidad, al permitir la existencia de variables específicas individuales.

² La Heterogeneidad Inobservable son todos los factores inobservables constantes en el tiempo que influyen en la variable dependiente como pueden ser: características geográficas, ubicación de las ciudades entre otros factores.

Al combinar las series de tiempo con las observaciones transversales, los datos en panel proporcionan una mayor cantidad de datos informativos, más variabilidad, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y una mayor eficiencia.

Los datos en panel pueden detectar y medir mejor los efectos que sencillamente no puede ni siquiera observarse en datos puramente transversales o de series de tiempo. Además permiten estudiar modelos de comportamiento más complejos tales como las economías de escala y el cambio tecnológico que pueden manipularse mejor con los datos en panel que por los datos puramente seccionales o de series de tiempo.

Al hacer que estén disponibles datos para varios miles de unidades, los datos en panel pueden minimizar el sesgo que pudiera resultar si se agregan individuos o empresas en amplios conjuntos añadidos, (*Wooldrige, 2001*).

Para su recopilación, es necesario darle un seguimiento a los mismos grupos de estudio en el tiempo, lo cual resulta sencillo al reunir conjuntos de datos de panel de municipios, ciudades, empresas, escuelas etc.

Resulta importante señalar la importancia que conlleva la organización de los datos para las estimaciones que se desean realizar, se debe tener mucho cuidado al ordenarlos de manera que los distintos periodos para el mismo corte transversal (personas, empresas, ciudades), se vinculen de la manera más sencilla que sea posible.

La mejor forma de introducir los datos es contar con dos registros para cada ciudad en caso de que lo que se trabaje sean ciudades, un registro por año, donde el primero corresponderá al primer año y el segundo al último, además de que estos dos registros deben ser contiguos obsérvese el cuadro 1.

Cuadro 1

Tabulación de datos de panel con dos periodos

Observación	Ciudad	Año	Rendimientos
1	1	1994	3,1
2	1	2006	2,5
3	2	1994	4,6
4	2	2006	5,6
...
...
...	...	1994	...
64	32	2006	3,2

Fuente: Elaboración propia con base en Wooldrige (2001).

Los datos de panel se organizan de esta forma debido a que es necesario transformar los datos de cada ciudad en los dos años. De esta manera resulta más sencillo elaborar las diferencias para almacenarlas en el segundo registro y realizar un análisis de una combinación de corte transversal, que puede compararse con la estimación obtenida de la diferenciación.

La especificación de manera generalizada de un modelo de panel se expresa de la manera siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta X_{it} + u_{it} \quad (3.1)$$

Donde:

α ; es un vector de interceptos.

β ; es un vector de K parámetros a estimar.

X_{it} ; es la i -ésima observación en el momento t para las k variables explicativas.

u_{it} ; representa el término de error.

Para la generación de un modelo econométrico se requiere una muestra del total de observaciones que vendría dado por: $N * T$

Con $i = 1, N$ que representa la unidad de corte transversal; $t = 1, T$, es el periodo.

Se puede decir que los factores inobservables que influyen en la variable dependiente constan de de dos tipos: los que son constantes y los que varían en el tiempo.

3.2 Modelo con coeficientes constantes respecto al corte transversal y el tiempo

Para la estimación de los modelos de panel existen varias técnicas, una de ellas es la que combina todos los datos de la muestra tanto las series de tiempo y los datos transversales y se realiza una regresión mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Esta metodología supone que tanto los interceptos como las pendientes no varían en el tiempo ni en las unidades de corte transversal. El siguiente modelo presenta las características antes mencionadas.

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it} \quad (3.2)$$

Existen dos formas utilizadas de manera que se pueda generalizar el modelo: El modelo de los Efectos Fijos el cual reconoce que las variables que se omiten pueden generar cambios en los interceptos tanto en las unidades de corte transversal y en el tiempo, es decir trata de aproximar estos cambios con variables dicotómicas; mientras que el modelo de los Efectos Aleatorios trata de capturar estas diferencias a través de lo que se conoce como componente de error.

3.3 Modelo de Efectos Fijos

El modelo de los Efectos Fijos parte de que existe un término que va ser constante para cada ciudad, individuo o dicha variable de corte transversal y para cada periodo del tiempo, y va a suponer que los efectos individuales van a ser independientes entre si.

Dicho modelo va considerar que las variables explicativas afectan por igual a las unidades del corte transversal y del tiempo, donde estas se van a diferenciar por características propias de cada una de ellas, las cuales son medidas por el intercepto.

Es por lo anterior que los interceptos se asocian con variables dicotómicas con coeficientes específicos para cada unidad, mismos que se tienen que estimar. El modelo se representa de la siguiente forma:

$$y_i = X_i\beta + \alpha_i + \varepsilon_i \quad (3.3)$$

En la ecuación anterior, cada α_i significa un parámetro que se va a estimar. Por otro lado y_i y X_i representan las T observaciones de la i -ésima unidad y por último ε_i representa el vector $T \times 1$, se pueden reagrupar las unidades transversales y se llega al modelo (Green, 2003).

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} i & 0 & 0 \\ 0 & i & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

De forma matricial se puede escribir de la siguiente forma:

$$y_i = X_i\beta + D\alpha + \varepsilon_i \quad (3.4)$$

El estimador de efectos fijos permite una correlación arbitraria entre α_i y las variables explicativas en cualquier periodo, es por ello que cualquier variable explicativa que su comportamiento es constante en el tiempo para toda i , se elimina debido a la transformación de efectos fijos: $x_{it} = 0$ para toda i y t , siempre y cuando x_{it} es constante a lo largo de t . La R^2 en los efectos inobservables se interpreta como la variación en el tiempo en y_{it} que se explica por la variación temporal en las variaciones explicativas.

Si T_i es el número de periodos para la unidad de corte transversal i , se utilizan las observaciones T_i al calcular los datos centrados. A manera de conclusión, en el modelo de Efectos Fijos, cada unidad de corte transversal tiene su propio valor fijo de intersección en todos los valores para las unidades transversales N y no es aleatorio, es por ello que se estima cada intercepto mediante variables dicotómicas.

Para determinar si los términos constantes son iguales, se realiza una prueba F restrictiva, (Pindyck, 2001). Donde la hipótesis nula, consiste en que el estimador es eficiente y consistente,

en otras palabras los términos constantes son iguales. Por lo que, en la hipótesis alternativa se opta por el modelo de los Efectos Fijos. La prueba se especifica de la forma siguiente:

$$F(n+T-2, nT-nT-n-T) = \frac{(ESS_1 - ESS_2)/(n+T-2)}{(ESS_2)/(nT-n-T)} \quad (3.5)$$

n ; numero de unidades transversales.

T ; numero de periodos.

ESS_1 ; es la suma de cuadrados del error del modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

ESS_2 ; es la suma de cuadrados del error del modelo de Efectos Fijos.

3.4 Modelo de Efectos Aleatorios

Dado que la inclusión de variables indicadoras representa una falta de conocimiento acerca del modelo, es natural describir esta falta de conocimiento por medio del término de perturbación. Se puede desear elegir un modelo combinado de corte transversal y de serie de tiempo, en el que los términos de error pueden correlacionarse a lo largo del tiempo y de las unidades individuales, (Pindyck, 2001).

En lugar de suponer fija la heterogeneidad inobservable, se supone aleatoria y se va a observar en el término de perturbación, por ello se podría utilizar un modelo combinado de corte transversal y de series de tiempo en el que los términos de error pueden correlacionarse a lo largo del tiempo y de las unidades individuales. Esto se puede realizar con el modelo de efectos aleatorios.

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.6)$$

Donde:

$\varepsilon_{it} = u_i + v_i + w_{it}$; componente aleatorio.

$u_i \sim N(0, \sigma_u^2)$; componente de error del corte transversal.

$v_t \sim N(0, \sigma_v^2)$; componente de error de la serie de tiempo.

$w_{it} \sim N(0, \sigma_w^2)$; componente de error combinado.

Dentro del modelo se supone que los componentes de error no están correlacionados tanto a lo largo del corte transversal como a lo largo de las unidades de series de tiempo, (*ver apéndice II*).

Esta correlación serial positiva en el termino de error puede ser sustancial dado que los errores estándares combinados de Mínimos Cuadrados Ordinarios ignoran esta correlación por lo que los estimadores serán sesgados, lo mismo que los estadísticos de prueba. En esta parte se puede utilizar los Mínimos Cuadrados Generalizados para resolver el problema de correlación serial.

La diferencia entre el Modelo de Efectos Fijos y el Modelo de Efectos Aleatorios es que en el primero, cada unidad transversal tiene su propio valor fijo de intersección en todos los valores N , para todas las unidades transversales, N . Por otra parte, en el modelo de Efectos Aleatorios, la intersección representa el valor medio de todas las intersecciones transversales y el componente de error representa la desviación aleatoria de la intersección transversal a partir del valor medio, sin embargo ε_{it} no es observable, (*Gujarati, 2004*).

Para contrastar dicho modelo se cuenta con una prueba propuesta por Breusch y Pagan basada en los residuos de Mínimos Cuadrados Ordinarios. En la que $H_0: \sigma_u^2 = 0$, en donde si se acepta esta hipótesis tanto los interceptos como las pendientes no cambian en el corte transversal y en el tiempo. Si $\sigma_u^2 \neq 0$ existe evidencia suficiente a favor del modelo de los Efectos Aleatorios. El contraste estadístico es el siguiente:

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{T^2 \bar{e}' \bar{e}}{e'e} - 1 \right]^2 \quad (3.7)$$

En donde:

T ; número de periodo en el tiempo.

n ; número de unidades transversales.

$\bar{e}' \bar{e}$; es la media de los errores al cuadrado.

$e'e$; es la suma de los errores al cuadrado.

Para elegir entre el Modelo de los Efectos Fijos o el modelo de Efectos Aleatorios es necesario realizar el contraste de Hausman, (*Green, 2003*). La cual es una prueba estadística que permite identificar el modelo más adecuado, la respuesta depende de la posible correlación entre el componente de error individual u_i y las variables X . El modelo de efectos aleatorios supone que esta correlación es igual a cero.

Para realizar el contraste se utiliza una prueba ji- cuadrada con la hipótesis nula de que el modelo de Efectos Aleatorios es el que mejor explica la relación de la variable dependiente con las explicativas, y por lo tanto se tiene la hipótesis alternativa de que el mejor método que se ajusta es el de efectos fijos, dicha prueba se define a continuación:

$$w = \chi^2 = [k - 1] = [b - \hat{\beta}]' \psi^{-1} [b - \hat{\beta}] \quad (3.8)$$

En donde:

b ; es el vector de parámetros de pendientes del Modelo de Efectos Fijos.

$\hat{\beta}$; es el vector de parámetros de pendientes del Modelo de Efectos Aleatorios.

ψ^{-1} ; es la diferencia de la matriz de varianza y covarianza estimadas del Modelo de Efectos Fijos y del Modelo de Efectos Aleatorios.

3.5 Variables utilizadas para la obtención de los modelos

Para la generación de los modelos de Efectos Fijos y Efectos Aleatorios se obtuvo información anual por estado del periodo 1994 al 2006 de las siguientes variables:

1. Rendimientos obtenidos por hectárea: esta variable refleja la productividad de la fuerza de trabajo empleada en la producción y por lo tanto expresa el progreso tecnológico en la agricultura de maíz.
2. Superficie sembrada: la tierra es el insumo principal de la producción en la agricultura además de que en la evolución de la superficie cultivada se expresa la falta de crecimiento extensivo de la producción de maíz.

3. Valor de la producción: en esta variable se muestra la importancia que tiene el sector en la agricultura nacional, así como el capital que se obtiene en el sector.
4. Volumen de producción: responde a decisiones de los productores, y es la variable dependiente dentro de los modelos estimados.
5. Inversión pública: contempla rehabilitación y modernización de distritos de riego, así como operación y conservación de presas.

La fuente de información para el diseño de la base de datos fue:

- Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP).
- Sector alimentario para varios años.
- Censos agrícolas.
- Censos económicos varios años.

3.6 Estimación de los modelos a través de Efectos Fijos y Aleatorios

Para la estimación de los modelos de panel descritos será importante retomar el objetivo principal de la investigación que es analizar el comportamiento de la productividad del sector maíz a nivel nacional tanto en la modalidad de temporal como en riego así como los factores que determinan la producción. Esta parte de la investigación pretende señalar los principales factores que determinan la producción de maíz, de acuerdo al marco teórico de la presente investigación (*ver el cap. 1, crecimiento agrícola, función de producción agrícola y los modelos de Cobb Douglas y Solow*).

Lo que se busca en la regresión de los Efectos Fijos y Efectos Aleatorios, es observar como los rendimientos obtenidos por hectárea cosechada que representa el factor del progreso tecnológico, la superficie sembrada, la inversión hidroagrícola y el valor de la producción, influyen de manera significativa en la producción del cultivo del maíz en la República Mexicana, tanto en la modalidad de temporal como en la modalidad de riego, por lo que en la estimación de los modelos dicha variable representa la variable dependiente. Se procedió al cálculo de las

ecuaciones (1, 2 y 3) para el caso de la producción del cultivo de maíz en la modalidad de riego y las ecuaciones (4, 5 y 6) para el caso del cultivo de temporal:

Ecuación 1

$$Pr odrie_{it} = \beta_0 + \beta_1 Rtem_{it} + \beta_2 Rrie_{it} + \beta_3 Supsemrie_{it} + \beta_4 Invpub_{it} + \beta_5 Valprodrie_{it} + \varepsilon_{it}$$

Ecuación 2

$$Pr odrie_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 Rtem_{it} + \beta_2 Rrie_{it} + \beta_3 Supsemrie_{it} + \beta_4 Invpub_{it} + \beta_5 Valprodrie_{it} + \varepsilon_{it}$$

Ecuación 3

$$Pr odrie_{it} = \beta_0 + \beta_1 Rtem_{it} + \beta_2 Rrie_{it} + \beta_3 Supsemrie_{it} + \beta_4 Invpub_{it} + \beta_5 Valprodrie_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$

En donde:

$Pr odrie_{it}$; Producción del cultivo del maíz en la modalidad de riego en el estado i y el periodo t .

$Rtem_{it}$; Rendimientos en la modalidad de temporal en el estado i en el periodo t .

$Rrie_{it}$; Rendimientos en la modalidad de riego en el estado i en el periodo t .

$Supsemrie_{it}$; Superficie sembrada de riego de maíz en el estado i en el periodo t .

$Invpub_{it}$; Inversión pública en el sector en el estado i en el periodo t .

$Valprodrie_{it}$; Valor de la producción de riego en el estado i en el periodo t .

Ecuación 4

$$Pr odtem_{it} = \beta_0 + \beta_1 Valprotem_{it} + \beta_2 Rtem_{it} + \beta_3 Supsemtem_{it} + \varepsilon_{it}$$

Ecuación 5

$$Pr odtem_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 Valprotem_{it} + \beta_2 Rtem_{it} + \beta_3 Supsemtem_{it} + \varepsilon_{it}$$

Ecuación 6

$$Pr odtem_{it} = \beta_0 + \beta_1 Valprotem_{it} + \beta_2 Rtem_{it} + \beta_3 Supsemtem_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$

En donde:

$Prodtem_{it}$; Producción del cultivo del maíz en la modalidad de temporal en el estado i en el periodo t .

$Valprotem_{it}$; Valor de la producción de temporal en el estado i y el periodo t .

$Rtem_{it}$; Rendimientos en la modalidad de temporal en el estado i y el periodo t .

$Supsemtem_{it}$; Superficie sembrada de temporal de maíz en el estado i en el periodo t .

β_0, \dots, β_n Son los parámetros que se van a estimar por medio del método de Efectos Fijos y El método de Efectos Aleatorios.

En primer lugar se supuso la ausencia de la heterogeneidad inobservable y se estimaron las ecuaciones 1 y 4 por Mínimos Cuadrados Ordinarios; enseguida se consideró la existencia de factores no observables que solo varían por unidad de corte transversal, es decir por estado, estimándose el modelo de los Efectos Fijos ecuaciones 2 y 5, enseguida el de los Efectos Aleatorios ecuaciones 3 y 6.

En la Tabla 1 se presentan los resultados del modelo de la producción del cultivo del maíz en la modalidad de riego y en la Tabla 2, para el cultivo de maíz en la modalidad de temporal.

Tabla 1
Resultados de Efectos Fijos, Aleatorios y MCO

Variable dependiente: Producción del cultivo del maíz en la modalidad de riego

Variables independientes	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Mínimos Cuadrados Ordinarios
<i>Rtem_{it}</i>	-2111.849 (11529.61) (0.855)	-16878.11 (5678.87) (0.003)	-17282.68 (5079.339) (0.001)
<i>Rrie_{it}</i>	25602.43 (5812.27) (0.000)	15983.45 (4153.15) (0.000)	13999.7 (3904.052) (0.000)
<i>Supsemrie_{it}</i>	3.990 (0.168) (0.000)	3.357 (0.158) (0.000)	3.099 (0.161) (0.000)
<i>Invpub_{it}</i>	200.580 (76.739) (0.009)	280.956 (84.478) (0.001)	311.819 (89.387) (0.001)
<i>Valprodrrie_{it}</i>	0.317 (0.015) (0.000)	0.395 (0.015) (0.000)	0.424 (0.015) (0.000)
Constante	-151748.6 (26063.29) (0.000)	-90496.07 (18569.3) (0.000)	-80882.55 (17361.74) (0.000)
R – cuadrada	0.90	0.89	0.97
No de Obs.	318	318	318
No de Grupos	30	30	-----
Prueba de efectos aleatorios (Breusch y Pagan)	-----	Chi2 (1) = 149.78 Prob > chi2 = 0.000	-----
Prueba de efectos fijos (F test that all u _i =0)	F(29, 283) = 8.72 Prob F> =0.000	-----	-----
Prueba de Hausman	Chi2 (3) = 5.98, Prob > chi2 = 0.112		-----

Nota: las cantidades entre paréntesis bajo las estimaciones son los errores estándar y los niveles de significancia.

Tabla 2
Resultados de Efectos fijos, Efectos Aleatorios y MCO

Variable dependiente: Producción del cultivo del maíz de temporal

Variables independientes	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Mínimos Cuadrados Ordinarios
<i>Valprotem_{it}</i>	0.204 (0.012) (0.000)	0.260 (0.013) (0.000)	0.394 (0.016) (0.000)
<i>Rtem_{it}</i>	110601.6 (12667.71) (0.000)	124999.4 (11994.83) (0.000)	102879.6 (10609.69) (0.000)
<i>Supsemtem_{it}</i>	0.822 (0.109) (0.000)	1.110 (0.057) (0.000)	0.740 (0.052) (0.000)
Constante	-85343.67 (31449.44) (0.007)	-207231.2 (21860.57) (0.000)	-168091.6 (17029.83) (0.000)
R – cuadrada	0.64	0.64	0.94
No de Obs.	403	403	403
No de Grupos	31	31	-----
Prueba de efectos aleatorios (Breusch y Pagan)	-----	Chi2 (1) = 420.30 Prob > chi2 = 0.000	-----
Prueba de efectos fijos (F test that all u _i =0)	F(30, 369) = 28.93 Prob F> =0.000	-----	-----
Prueba de Hausman	Chi2 (1) = 12.49, Prob > chi2 = 0.0004		-----

Nota: las cantidades entre paréntesis bajo las estimaciones son los errores estándar y los niveles de significancia

3.6.1 Resultados y conclusiones de los modelos estimados

En la tabla 1 la prueba F del modelo de Efectos Fijos y la prueba Breusch y Pagan de los Efectos Aleatorios indican que existe evidencia que permite determinar la presencia de factores inobservables que varían por estado; debido a ello, no se tendría que estimar el modelo por M.C.O (ecuación 1 y 4). Por otro lado, de acuerdo a la prueba de Hausman, el modelo inconsistente bajo H_a es el incorrecto y se acepta la H_o , por lo cual los estimadores del modelo de los Efectos Aleatorios son consistentes.

Todos los parámetros del modelo de Efectos Aleatorios de la Tabla 1 resultaron estadísticamente significativos a un nivel del 5 por ciento, con una R cuadrada de un 89 por ciento. Significa que las variables consideradas para la generación de dicho modelo explican la producción de riego en ese porcentaje.

Analizando los coeficientes del modelo de Efectos Aleatorios se concluye que:

La variable rendimientos de temporal presentó un coeficiente con signo negativo, lo cual indica que la producción de riego se incrementa al disminuir los rendimientos de temporal, así mismo esto puede estar corroborando que la productividad en el cultivo de temporal presenta rendimientos decrecientes mientras que en el cultivo de riego sucede lo contrario.

El coeficiente de la variable de los rendimientos de riego presentó signo positivo, esto significa que los productores del cultivo en esta modalidad requieren mayor inversión en infraestructura e innovación tecnológica que fomente la productividad y con ello mayor competitividad en el mercado (el caso más notorio es el del estado de Sinaloa).

La superficie sembrada de riego, presentó signo positivo indicando que es uno de los factores más importantes de crecimiento del producto, sin embargo el coeficiente es muy pequeño en relación al de los rendimientos lo que demuestra la mayor importancia de la tecnología en la productividad del cultivo que el factor tierra.

El coeficiente de la inversión hidroagrícola resultó positivo, lo que muestra una relación directa con la producción de riego y revela que es fundamental el capital para poder obtener una mejor productividad del sector que se refleje en mayores niveles de producción, además de la importancia que tiene la inversión que realiza el gobierno en este rubro rehabilitando y modernizando distritos de riego, sin embargo el modelo de Solow indica que no es suficiente la acumulación de capital para poder tener un mayor nivel de productividad per cápita, la clave es el crecimiento del progreso tecnológico. Finalmente el coeficiente del valor de la producción de riego muestra una relación directa con el nivel de producción, esto indica la importancia de garantizar un ingreso mínimo al productor por la comercialización de su cosecha, así como otorgar apoyos necesarios para la producción.

Para el caso de la producción en la modalidad de temporal (*ver tabla 2*), la prueba F del modelo de Efectos Fijos y la prueba Breusch y Pagan de los Efectos Aleatorios indican que existe evidencia de presencia de factores inobservables; debido a ello, los modelos de Efectos Fijos y Aleatorios son relevantes y es preferible utilizar su estimación a la agrupada. Por otro lado, de acuerdo a la prueba de Hausman, la H_0 se rechaza; es decir la diferencia entre los coeficientes de Efectos Aleatorios y Fijos si es sistemática; por lo tanto, conviene usar el modelo de Efectos Fijos de la Tabla 2 que presentó todos los parámetros estadísticamente significativos a un nivel del 5 por ciento con una R cuadrada de un 64 por ciento. Es decir, que las variables que se tomaron para la generación de dicho modelo explican la producción de temporal en ese porcentaje.

Por su parte, el coeficiente del valor de la producción de temporal guarda una relación positiva con la producción del cultivo. Los productores de temporal son los que más problemas enfrentan

para obtener mejores niveles de productividad por el alto grado de siniestralidad que se presenta en la producción lo cual hace necesario que el apoyo que se les brinda se diversifique, a través de mejores vías de comunicación, que generen mejor distribución de su producción, así como mayor disponibilidad de los gobiernos estatales y municipales para ofrecer apoyos tanto financieros como de asesoría en el cultivo.

El coeficiente de los rendimientos de temporal presentó signo positivo, es decir que a pesar de que este tipo de cultivo produce en menor medida para el mercado, requiere dotarlo de tecnología que permita la obtención de mayores volúmenes de producción, para que la parte que se destina al mercado sea mayor y de esta forma generar mayor rentabilidad al productor. Esto señala la gran relevancia que tiene la política económica en el sector y la importancia del progreso tecnológico que permitan que los productores directos del cultivo se vean beneficiados y los motive a obtener mayores rendimientos a fin de permitirles afrontar las condiciones adversas con las que tienen que lidiar como productores de temporal.

El coeficiente de la superficie sembrada de temporal presento una relación positiva con la producción de temporal, corroborando la importancia del factor tierra en la producción del cultivo, sin embargo el coeficiente es pequeño en relación al coeficiente de los rendimientos.

Finalmente la conclusión a la que nos llevan las estimaciones de dichos modelos es que están permitiendo determinar que la inversión, la tierra y los rendimientos influyen de forma significativa en la producción del cultivo de maíz en sus dos modalidades, resaltando la

importancia del progreso tecnológico. Lo cual indica la necesidad de una política agrícola activa a nivel federal, estatal y municipal que mejore las condiciones en las cuales se produce el cultivo en el país y de la importancia de canalizar nueva tecnología al sector, que en su gran mayoría es de temporal.

Por otra parte al existir factores inobservables en la estimación del modelo de efectos fijos en la producción de temporal, esta corroborando que el factor del clima como son las sequías o el exceso de lluvias favorecen el incremento de siniestralidad del cultivo, lo que de manera definitiva continuará siendo un problema que afecta la producción del cultivo. Otro factor inobservable que puede influir en la producción de temporal es el de la tenencia de la tierra ya que las unidades de producción en su gran mayoría son minifundistas que cuentan en promedio con 2.5 hectáreas para su cosecha con gran presión demográfica sobre la tierra.

Conclusiones

Como se ha podido constatar el cultivo del maíz es de los más importantes dentro de la agricultura nacional, cubriendo por si mismo más de la mitad de la superficie sembrada del país, en el que la modalidad de temporal es la que sigue prevaleciendo con poco más del ochenta por ciento de la superficie disponible, el restante es de riego. Esta realidad genera grandes niveles de siniestralidad del cultivo, afectando los niveles de productividad. Lo cual hace necesario un seguro agrícola que garantice al productor la pérdida de su cosecha, a efecto de minimizar y prever los efectos adversos del clima.

En términos del valor de la producción, el maíz ha disminuido su participación, a pesar de ser el cultivo que más se produce a nivel nacional al pasar de un 21 a un 19 por ciento en el periodo de estudio; mientras que otros cultivos como las hortalizas incrementaron su nivel en este rubro, como es el caso del aguacate.

En relación a la heterogeneidad de productores dentro de territorio nacional es muy marcada, prevaleciendo los que hacen de esta actividad su principal fuente de alimentación, como es el caso de los productores de temporal dedicando una mínima parte de su producto al mercado, en cambio existe un número menor que cuentan con la infraestructura adecuada que les permite tener niveles de productividad superiores a nivel nacional, como es el caso de los productores de riego.

Los principales estados productores en la modalidad de temporal son Chiapas y Guerrero, los cuales cuentan con los suficientes recursos naturales que les permite obtener rendimientos superiores con respecto a otros estados, mientras que en riego los principales estados productores son Sinaloa, Jalisco y Sonora. El volumen de producción de temporal a nivel nacional presento una tasa media de crecimiento anual de 2.31 por ciento mientras que en riego fue de 1.26 por ciento, lo que indica la falta de capital para realizar una explotación adecuada del sector.

Se pudo corroborar que el cultivo del maíz de temporal está en una fase cuya rentabilidad es marginal ya que el promedio de rendimientos del periodo de análisis fue de 1.93 toneladas por hectárea; mientras que en el cultivo de riego el promedio de los rendimientos fue de 5.60 toneladas por hectárea. Esto a su vez permite determinar que si se incorpora a más productores de temporal con sistemas de riego generara mayor productividad del sector.

La productividad por hombre ocupado en la producción del maíz a nivel nacional tuvo un incremento marginal presentando un nivel para el año 2006 de 11.70 toneladas por hectárea cuando en el año 1994 fue 9.38, sin embargo sigue estando muy por debajo del nivel que presenta Estados Unidos donde llega a las 70 toneladas por hectárea, lo cual sintetiza la desigualdad productiva entre estos países. Sus determinantes son los rendimientos por hectárea y la superficie cultivada por hombre ocupado. En el primer factor se manifiesta la desigualdad de recursos naturales, económicos y tecnológicos de que disponen ambas agriculturas. En el segundo factor se manifiestan las distintas estructuras agrarias de ambos países y la falta de opciones productivas en el conjunto del sistema económico.

La inversión dirigida a la producción del maíz presentó una disminución, esto genera que los productores se vean imposibilitados de contar con uno de los factores que contribuiría a mejorar su productividad, así también, la disminución de la superficie sembrada, pone de manifiesto el deterioro del potencial productivo agrícola del país.

A nivel de zonas económicas la Centro Occidente y la Sur presentaron los mejores rendimientos en temporal, mientras tanto en la modalidad de riego, las que presentaron mayor productividad fueron la Noroeste y la Norte que cuentan con infraestructura importante para la producción de dicho cultivo, además de que han sido las más beneficiadas a través del crédito del avio. Lo anterior muestra que la política económica que se manejó en el sector del maíz durante el periodo de la investigación privilegió sus apoyo en ciertas regiones.

En términos de consumo el sector pecuario, demandó más del cincuenta por ciento de dicho producto, sin embargo cabe enfatizar que el maíz que se utiliza es el amarillo el cual generalmente es importado y solo una parte menor se adquiere a nivel nacional.

En relación a los precios del maíz estos impactan de manera directa la productividad del productor, que ven mermada su rentabilidad con el incremento sustancial de las importaciones con el TLCAN lo que puede indicar también que los productores que tienen altos niveles de producto durante un año, en los subsiguientes disminuyen su producción dado que no existen incentivos para elevar la producción de dicho grano. De ahí la importancia que revisten los esfuerzos que tiene que hacerse por parte del gobierno federal para regular la importación masiva de maíz con lo cual se abre el debate sobre la renegociación del TLCAN para eliminar las importaciones libres de arancel, ya que el mercado puede estar beneficiando a los productores de riego pero no así a los de temporal.

Los modelos de panel estimados pusieron de manifiesto que la inversión en tecnología, rehabilitación y modernización de distritos de riego, desarrollo de infraestructura, el valor de la producción, la superficie sembrada son factores relevantes para elevar los niveles de productividad del maíz, sin embargo el progreso tecnológico que se expresa en los rendimientos obtenidos representó el factor más importante tanto en la producción de temporal como en la de riego.

Lo anterior requiere de una política económica activa en el sector, que se le de seguimiento a nivel estatal y municipal para generar mejores condiciones de productividad que permita articular a los pequeños productores a canales de distribución que les de la oportunidad de ubicarse en nuevos nichos de mercado.

Una propuesta sería crear un organismo como fué el de Conasupo que ponga precios de garantía, esto a su vez genera certidumbre en el crédito que se le otorga al productor. La exclusión del mercado de los productores directos del campo seguirá generando un creciente déficit comercial.

Es necesario que la política enfocada al sector agrícola se integre bajo una estrategia de desarrollo regional de manera que se pueda reconocer el carácter heterogéneo del espacio rural; deben instrumentarse mecanismos que generen mayor certidumbre así como menor riesgo en el campo con programas estatales y municipales más activos y eficaces que fomenten el crecimiento de la producción del maíz.

Se requiere revisar si la estructura actual de la tenencia de la tierra es la adecuada para fomentar mejores niveles de productividad y competitividad ya que actualmente el 52 por ciento es ejidal, el 40 por ciento es propiedad privada y el restante 8 por ciento pertenece a la federación; en donde las unidades de producción en promedio son de 2.5 hectáreas por productor.

Además se propone integrar fondos de aseguramiento agropecuario, que podrían ser administrados por los mismos productores de esta manera se evitaría solicitar al gobierno en cualquiera de sus niveles apoyos por los daños a su producción debido al alto grado de siniestralidad principalmente en la producción de temporal; lo anterior permitiría menor dependencia del gobierno en términos de aseguramiento agrícola.

Correlacionado con lo anterior la difusión de la nueva tecnología es también una cuestión de política sobre todo porque no siempre todas las unidades agrícolas tienen igual acceso bien a los conocimientos para utilizar nueva tecnología, bien a los recursos financieros y agrícolas que se requieren para hacerlos productivos en su cosecha. El progreso tecnológico es el principal factor que podrá detonar el crecimiento de la producción de maíz de manera que se llegue a una senda de crecimiento sostenido y de mayor productividad. Esto solo puede llevarse a cabo incluyendo en la política agroalimentaria a los campesinos, pequeños y medianos agroempresarios, los consumidores, las universidades y centros de investigación.

Apéndice I

Supuestos del Modelo de los Efectos Fijos

En este apartado se enunciarán las suposiciones para la estimación de los efectos fijos:

Supuesto de los EF 1

Para cada i , el modelo es

$$y_{it} = B_1 x_{it1} + \dots + B_K x_{itK} + a_i + u_{it}, \quad t = 1, \dots, T$$

Donde las B_j son los parámetros a estimar.

Supuesto de los EF 2.

Se cuenta con una muestra aleatoria en la dimensión de corte transversal.

Supuesto de los EF 3.

Para cada t , el valor esperado del error idiosincrásico, dadas las variables explicativas en todos los periodos y el efecto inobservable, es cero:

$$E(u_{it} | X_i, a_i) = 0.$$

Supuesto de los EF 4.

Cada variable explicativa cambia en el tiempo, por lo menos para determinada i , y no hay relaciones lineales perfectas entre ellas. De acuerdo con estas primeras cuatro suposiciones, el estimador de efectos fijos es insesgado bajo estas mismas suposiciones, el estimador de Efectos Fijos es consistente cuando T es fija como $N \rightarrow \infty$.

Supuesto de los EF 5.

$$\text{Var}(U_{it} | X_i, a_i) = \text{Var}(u_{it}) = \sigma_u^2 \text{ para toda } t = 1, \dots, T.$$

Supuesto de los EF 6.

Para toda $t \neq s$, los errores idiosincrásicos no se correlacionan:

$$\text{Cov}(u_{it}, u_{is} | X_i, a_i) = 0.$$

Supuesto de los EF 7.

Condicionados a X_i y a a_i los u_{it} son independientes e idénticamente distribuidos como: $(0, \sigma_u^2)$.

Esta suposición supone una distribución normal para los errores idiosincrásicos, es decir el estimador de efectos fijos se distribuye normalmente y los estadísticos t y F tienen distribuciones exactas t y F. Al cumplirse las suposiciones de los efectos fijos, los estimadores de efectos fijos de B_j son los mejores estimadores lineales insesgados.

Apéndice II

Supuestos del modelo de Efectos Aleatorios

Supuesto de los EA 1.

Además de la suposición de Efectos Fijos 3, el valor esperado de a_i dadas todas las variables explicativas es cero:

$$E(a_i | X_i) = 0.$$

Esta es la suposición que descarta la correlación entre el efecto inobservable y las variables explicativas. Como la transformación de Efectos Aleatorios no elimina por completo el promedio temporal, se incluyen variables explicativas que son constantes en el tiempo para toda i .

Supuesto de los EA 2.

No existen relaciones lineales perfectas entre las variables explicativas.

Supuesto de los EA 3.

También se requiere imponer el supuesto de homoscedasticidad en a_i , donde la varianza de a_i dadas las variables explicativas es constante:

$$\text{Var}(a_i | X_i) = \sigma^2 a$$

Anexos

Anexo 1.1 Salidas econométricas del modelo de efectos fijos y efectos aleatorios

Variable dependiente es la producción de maíz en la modalidad de riego

Modelo MCO

. reg var5 var2 var3 var1 var11 var12						
Source	SS	df	MS			
Model	9.1037e+13	5	1.8207e+13	Number of obs = 318		
Residual	2.2017e+12	312	7.0567e+09	F(5, 312) = 2580.15		
				Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.9764		
				Adj R-squared = 0.9760		
				Root MSE = 84004		
var5	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
var2	13999.7	3904.052	3.59	0.000	6318.096	21681.3
var3	3.099946	.1616347	19.18	0.000	2.781914	3.417978
var1	-17282.68	5079.339	-3.40	0.001	-27276.77	-7288.591
var11	311.8196	89.38783	3.49	0.001	135.9404	487.6988
var12	.4242142	.0158634	26.74	0.000	.3930014	.4554269
_cons	-80882.55	17361.74	-4.66	0.000	-115043.4	-46721.66

Modelo de Efectos Fijos

Fixed-effects (within) regression				Number of obs = 318		
Group variable: edo				Number of groups = 30		
R-sq: within = 0.9080				Obs per group: min = 1		
between = 0.9806				avg = 10.6		
overall = 0.9721				max = 11		
corr(u_i, xb) = 0.0744				F(5,283) = 558.57		
				Prob > F = 0.0000		
var5	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
var2	25602.43	5812.27	4.40	0.000	14161.66	37043.2
var3	3.99096	.1683536	23.71	0.000	3.659575	4.322344
var1	-2111.849	11529.61	-0.18	0.855	-24806.53	20582.83
var11	200.5804	76.7392	2.61	0.009	49.52833	351.6324
var12	.3173748	.0151634	20.93	0.000	.2875274	.3472222
_cons	-151748.6	26063.29	-5.82	0.000	-203051.1	-100446.1
sigma_u	70260.735					
sigma_e	64098.237					
rho	.54576964	(fraction of variance due to u_i)				
F test that all u_i=0:				F(29, 283) =	8.72	Prob > F = 0.0000

La prueba de los efectos fijos indica que se puede rechazar la H_0 , por lo que es preferible utilizar el método de efectos Fijos a la regresión agrupada.

Modelo de Efectos Aleatorios

Random-effects GLS regression		Number of obs	=	318	
Group variable: edo		Number of groups	=	30	
R-sq:	within = 0.8997	Obs per group:	min =	1	
	between = 0.9873		avg =	10.6	
	overall = 0.9761		max =	11	
Random effects u_i ~ Gaussian		Wald chi2(5)	=	10282.28	
corr(u_i, X) = 0 (assumed)		Prob > chi2	=	0.0000	
var5	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
var2	15983.45	4153.156	3.85	0.000	7843.413 24123.49
var3	3.357112	.1580272	21.24	0.000	3.047385 3.66684
var1	-16878.11	5678.875	-2.97	0.003	-28008.5 -5747.717
var11	280.9565	84.47809	3.33	0.001	115.3825 446.5305
var12	.3955649	.0155586	25.42	0.000	.3650706 .4260592
_cons	-90496.07	18569.3	-4.87	0.000	-126891.2 -54100.92
sigma_u	14576.401				
sigma_e	64098.237				
rho	.0491712	(fraction of variance due to u_i)			

Prueba de Efectos Aleatorios

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects		
var5[edo,t] = Xb + u[edo] + e[edo,t]		
Estimated results:		
	Var	sd = sqrt(Var)
var5	2.94e+11	542335.6
e	4.11e+09	64098.24
u	2.12e+08	14576.4
Test: Var(u) = 0	chi2(1) =	149.78
	Prob > chi2 =	0.0000

La prueba de los efectos aleatorios indica que se puede rechazar la H_0 ; por lo tanto, los efectos aleatorios son relevantes y es preferible usar la estimación de efectos aleatorios en lugar de la regresión agrupada.

Prueba de Hausman

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed	(B) .		
var2	25602.43	15983.45	9618.981	4066.174
var3	3.99096	3.357112	.6338472	.0580545
var1	-2111.849	-16878.11	14766.26	10034.06
var11	200.5804	280.9565	-80.37612	.
var12	.3173748	.3955649	-.0781901	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(3) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= 5.98
Prob>chi2 = 0.1125
(V_b-V_B is not positive definite)

Bajo la H_0 : los estimadores del modelo de Efectos Fijos y el de los Efectos Aleatorios no difieren sustancialmente y bajo la H_1 el modelo de los Efectos Fijos no resulta adecuado por lo cual convendría utilizar el modelo de los Efectos Aleatorios.

Variable dependiente es la producción de maíz en la modalidad de temporal

Modelo de MCO

. reg var6 var13 var1 var4						
Source	SS	df	MS			
Model	1.3143e+14	3	4.3810e+13	Number of obs = 403 F(3, 399) = 2327.98 Prob > F = 0.0000 R-squared = 0.9460 Adj R-squared = 0.9456 Root MSE = 1.4e+05		
Residual	7.5087e+12	399	1.8819e+10			
Total	1.3894e+14	402	3.4562e+11			
var6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
var13	.3945314	.0163187	24.18	0.000	.36245	.4266128
var1	102879.6	10609.69	9.70	0.000	82021.73	123737.5
var4	.7403081	.0527403	14.04	0.000	.6366245	.8439917
_cons	-168091.6	17029.83	-9.87	0.000	-201571.1	-134612.2

Modelo de Efectos Fijos

Fixed-effects (within) regression		Number of obs	=	403	
Group variable: edo		Number of groups	=	31	
R-sq: within	= 0.6483	Obs per group: min	=	13	
between	= 0.9562	avg	=	13.0	
overall	= 0.9383	max	=	13	
corr(u_i, Xb)	= 0.7610	F(3, 369)	=	226.76	
		Prob > F	=	0.0000	
var6	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
var13	.2044434	.012957	15.78	0.000	.1789646 .2299221
var1	110601.6	12667.71	8.73	0.000	85691.63 135511.6
var4	.822328	.1095303	7.51	0.000	.6069462 1.03771
_cons	-85343.67	31449.44	-2.71	0.007	-147186.3 -23501.07
sigma_u	196505.67				
sigma_e	77916.834				
rho	.86413867	(fraction of variance due to u_i)			
F test that all u_i=0:		F(30, 369) =	28.93	Prob > F = 0.0000	

La prueba de los efectos fijos indica que se puede rechazar la H_0 , por lo que es preferible utilizar el método de efectos Fijos a la regresión agrupada.

Modelo de Efectos Aleatorios

Random-effects GLS regression		Number of obs	=	403	
Group variable: edo		Number of groups	=	31	
R-sq: within	= 0.6473	Obs per group: min	=	13	
between	= 0.9532	avg	=	13.0	
overall	= 0.9364	max	=	13	
Random effects u_i ~ Gaussian		wald chi2(3)	=	2776.18	
corr(u_i, X) = 0 (assumed)		Prob > chi2	=	0.0000	
var6	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
var13	.2608161	.0139782	18.66	0.000	.2334194 .2882129
var1	124999.4	11994.83	10.42	0.000	101490 148508.9
var4	1.110948	.0570394	19.48	0.000	.9991523 1.222743
_cons	-207231.2	21860.57	-9.48	0.000	-250077.2 -164385.3
sigma_u	48102.768				
sigma_e	77916.834				
rho	.27595722	(fraction of variance due to u_i)			

Prueba de Efectos Aleatorios

```
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

var6[edo,t] = Xb + u[edo] + e[edo,t]

Estimated results:

```

	Var	sd = sqrt(Var)
var6	3.46e+11	587891.8
e	6.07e+09	77916.83
u	2.31e+09	48102.77

```

Test:  Var(u) = 0
           chi2(1) = 420.30
           Prob > chi2 = 0.0000

```

Por lo tanto se rechaza la H_0 y se opta por utilizar la estimación del modelo de los efectos aleatorios.

Prueba de Hausman

```
. hausman FIXED RANDOM

Note: the rank of the differenced variance matrix (1) does not equal the number
of coefficients being tested (3); be sure this is what you expect, or
there may be problems computing the test. Examine the output of your
estimators for anything unexpected and possibly consider scaling your
variables so that the coefficients are on a similar scale.
```

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) FIXED	(B) RANDOM		
var13	.2044434	.2608161	-.0563728	.
var1	110601.6	124999.4	-14397.82	4073.697
var4	.822328	1.110948	-.2886195	.0935061

```

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

           chi2(1) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
           = 12.49
           Prob>chi2 = 0.0004
           (V_b-V_B is not positive definite)

```

Bajo la H_0 : los estimadores del modelo de Efectos Fijos y el de los Efectos Aleatorios no difieren sustancialmente y bajo la H_1 el modelo de los Efectos Fijos resulta adecuado por lo cual conviene utilizar el modelo de los Efectos Fijos y se rechaza la hipótesis nula.

Anexo 1.2 Pruebas de significancia de los modelos logísticos

Pruebas de heterocedasticidad y autocorrelación del modelo logístico de los rendimientos en la modalidad de riego:

White Heteroskedasticity Test:			
F-statistic	0.523130	Probability	0.608028
Obs*R-squared	1.231311	Probability	0.540287

Bajo la H_0 : el modelo no presenta heterocedasticidad y bajo la H_1 el modelo presenta heterocedasticidad, por lo tanto se acepta la hipótesis nula la varianza es homocedastica.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	2.783966	Probability	0.114499
Obs*R-squared	4.968661	Probability	0.083381

Bajo la H_0 : el modelo no presenta autocorrelación y bajo la H_1 el modelo presenta autocorrelación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Pruebas de heterocedasticidad y autocorrelación del modelo logístico de los rendimientos en la modalidad de temporal:

White Heteroskedasticity Test:			
F-statistic	0.252506	Probability	0.781659
Obs*R-squared	0.624955	Probability	0.731632

Bajo la H_0 : el modelo no presenta heterocedasticidad y bajo la H_1 el modelo presenta heterocedasticidad, por lo tanto se acepta la hipótesis nula la varianza es homocedastica.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	0.508370	Probability	0.617764
Obs*R-squared	1.319553	Probability	0.516967

Bajo la H_0 : el modelo no presenta autocorrelación y bajo la H_1 el modelo presenta autocorrelación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Anexo 1.3 Cuadros de las variables utilizadas para el análisis estadístico y para la obtención de los modelos econométricos de datos de panel

Cuadro 1 de las variables utilizadas para la obtención de los modelos

Var 1 (Rtem)	Rendimientos de maíz en la modalidad de temporal (toneladas por hectárea)
Var 2 (Rrie)	Rendimientos de maíz en la modalidad de riego (toneladas por hectárea)
Var 3 (Supstem)	Superficie sembrada de maíz en la modalidad de temporal (hectáreas)
Var 4 (Supsemrie)	Superficie sembrada de maíz en la modalidad de riego (hectáreas)
Var 5 (Prodrie)	Producción de maíz en la modalidad de riego (toneladas)
Var 6 (Prodtem)	Producción de maíz en la modalidad de temporal (toneladas)
Var 7 (Cred o-i)	Crédito Avió agrícola en otoño – invierno (miles de pesos)
Var 8 (Cred p-v)	Crédito Avió agrícola en primavera – verano (miles de pesos)
Var 9 (Credtotal)	Crédito Avió total (miles de pesos)
Var 10 (Seg)	AGROASEMEX seguro agrícola (miles de pesos)
Var 11 (Invpub)	Inversión publica (millones de pesos)
Var 12 (Valprodrie)	Valor de la producción en la modalidad de riego(miles de pesos)
Var 13 (Valprotem)	Valor de la producción en la modalidad de temporal(miles de pesos)
Var 14 (Pmrie)	Precio medio rural en la modalidad de riego \$/ton
Var 15 (Pmrttem)	Precio medio rural en la modalidad de temporal \$/ton
Var 16 (Invhidro)	Inversión hidroagricola

La fuente de información para el diseño de la base de datos fue:

- Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP).
- Sector alimentario para varios años.
- Censos agrícolas.
- Censos económicos varios años.
- El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

Cuadro 2 resumen de estadísticos de las variables utilizadas

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Var 1 (Rtem)	1.49	0.089	0	5.35
Var 2 (Rrie)	4.11	1.624	1.19	9.65
Var 3 (Supsemtem)	42570.39	68107.91	7	462526
Var 4 (Supsemrie)	231187.1	231062.6	104.5	973511.2
Var 5 (Prodrrie)	231870.1	528372.9	20	4364096
Var 6 (Prodttem)	392286.4	587891.8	0	3152817
Var 7 (Cred o-i)	19034.69	100900.3	0	935680.2
Var 8 (Cred p-v)	14421.42	41196.55	0	669953
Var 9 (Credtotal)	32907.03	108538.9	0	965380.2
Var 10 (Seg)	5524117	23600000	-46	257000000
Var 11 (Invpub)	54.77	135.42	0	1358
Var 12 (Valprodrrie)	314789.6	707985.3	30	6317934
Var 13	595922.8	923109.8	0	6986003

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
(Valprotem)				
Var 14 (Pmrrie)	1468.96	409.18	579.17	2761.14
Var 15 (Pmrtem)	1536.88	468.75	0	3381.78
Var 16 (Invhidro)	53369.58	107074.3	0	950200

Fuente: Elaboración propia con base en el programa Stata versión 10

Bibliografía

Bassols Batalla, Ángel (1993). *Geografía Económica de México: Teoría, fenómenos generales, análisis regional*. 7ª. Ed., Trillas, México.

Barreiro Pereira Fernando, Labeaga Azcona José Ma., Mochón Morcillo Francisco (1999). *Macroeconomía intermedia*. 1ª. Ed., Mc,Graw Hill, España.

Bejarano Jesús Antonio, (1993). *Economía de la Agricultura Mexicana*, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Económicas, ILCA FONADE

Caballero Urdiales Emilio, López Zermeño Felipe (1992). *Condiciones Competitivas de la Agricultura del Maíz en México*. Ed., Nuevo Horizonte Editores, México.

Calderón Salazar Jorge Alfonso, *Política económica, agricultura mexicana y TLCAN*, Revista Economía Informa, num. 350, ene- feb 2008.

Calva, José Luis (1996). *Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesquero, en Agenda para el Desarrollo*. Vol. 9, Ed., Miguel Ángel Porrúa y UNAM.

Christopher F. Braun (2006). *An introduccion to Modern Econometrics Using Stata*, A, Stata Press Publication.

Del Valle, Ma. Del Carmen e Isabel Lina Sánchez (1996). *Modernización en el campo y las agroindustria. El cambio tecnológico en la agricultura y las agroindustrias en México*. Coords. María del Carmen Valle y José Luis Solleiro, Siglo XXI-UNAM.

Greene H. William (2003). *Análisis Econométrico*. 4a.Ed., Prentice Hall, México.

Gujaraty, Damodar (2004). *Introducción a la Econometría*. 4ª.Ed., Mc Graw Hill. México.

Hall, Robert, M. Lieberman (2005). *Macroeconomía, principios y aplicaciones*, 3ª Ed., Thomson, México.

Hal R. Varian (1999). *Microeconomía intermedia: un enfoque actual*. Antoni Bosh, Barcelona.

Hayami Y, Ruttan Vernon (1991) *Agricultural Development: An International Perspective*, Baltimore, Johns Hopkins University Press,.

Hernández Sampieri Roberto (1998). *Metodología de la Investigación*. 2ª.Ed. Mc Graw Hill. México.

Hewitt de Alcántara, Cynthia (1985). *La modernización de la agricultura mexicana, 1940-1970*. Siglo XXI. México.

Inada, K. (1964)/ *Some Structural Characteristics of Turnpike Theorems*, Review of Economic Studies, núm. 31, enero.

Mella José María, Mercado Alfonso, *La Economía Agropecuaria Mexicana y el TLCAN*, Comercio Exterior, Vol. 56, Núm. 3, Marzo 2006.

Mújica, V. Rubén (2003). *Acción Estatal y Campo en México*, Economía Informa FE-UNAM, numero 318, julio-agosto.

N. Gregory Mankiw (2000). *Macroeconomía*. 4ª.Ed. Antoni Bosch. Barcelona.

Otero J.M. (1993). *Econometría; Series temporales y predicción*. Edit. AC.

Pindyck S, Robert, Rubinfeld L. Daniel (2001). *Econometría: Modelos y Pronósticos*, 4a Ed., Mc Graw Hill, México.

Rello, Fernando (1996). *Ajuste Macroeconómico y Política Agrícola en México: Auge, Crisis y Ajuste*. El trimestre Económico, Lecturas núm. 73, Tomo III .Carlos Bazcresch. FCE, México.

Romero, Sánchez José Antonio (2001) *El Neoliberalismo en el Sector Agropecuario en México*, FE, UNAM.

Romero Sánchez José Antonio, *Balance de un Campo que no aguanta mas*, 2001-2006, Revista Economía Informa, num. 350, ene-feb 2008.

Romer David H (2002). *Macroeconomía Avanzada*. 2ª.Ed. Mc Graw Hill, México.

Rubio Vega Blanca (2002). *Reestructuración productiva, comercialización y reorganización de la fuerza de trabajo agrícola en América Latina*. Instituto de Cooperación para la Agricultura, México.

Sala-i-Martin, Xavier, (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. 2ª.Ed. Antoni Bosch, Barcelona.

Warman, A. Montañez, (1982) *El Cultivo del Maíz en México. Diversidad, Limitaciones y Alternativas*; Centro de Ecodesarrollo; México.

Wooldrige, Jeffrey M. (2001) *Introducción a la Econometría, Un enfoque moderno*. Thompson Learning, México.

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos; Centro de Estadística Agropecuaria; varios años; México.

www.infoserca.gob.mx

www.siap.gob.mx

www.sagarpa.gob.mx

www.cimmyt.org.mx