



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

**UN SISTEMA DE DEMANDA CASI IDEAL (AIDS) APLICADO A
CINCO GRANOS EN MÉXICO, 1980-2012**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

GONZÁLEZ JUÁREZ ARACELI

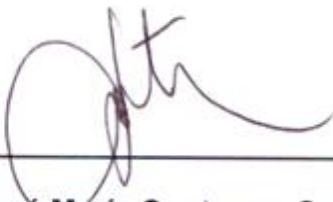
Chapingo, México, Diciembre 2013.

**UN SISTEMA DE DEMANDA CASI IDEAL (AIDS) APLICADO A CINCO
GRANOS EN MÉXICO, 1980-2012**

Tesis realizada por Araceli González Juárez, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES**

DIRECTOR:



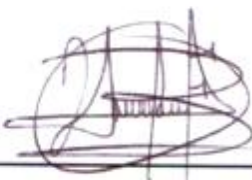
M.C. José María Contreras Castillo

ASESOR:



Dr. Juan Hernández Ortiz

ASESOR:



M.C. Oscar Hernández Fernández

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Al **CONACYT** por el financiamiento otorgado para realizar la maestría.
- ❖ A la **Universidad Autónoma Chapingo** que me dio la oportunidad de lograr una meta mas en mi formación académica.
- ❖ Al **M.C. José María Contreras Castillo**, al **Dr. Juan Hernández Ortiz** y al **M.C. Oscar Hernández Fernández** por el apoyo y tiempo brindado para la realización de ésta tesis.

DEDICATORIA

A mis padres **María Guadalupe Juárez y Manuel González** por su amor y apoyo incondicional, por la confianza que depositan en mi y en los nuevos proyectos que he emprendido, por siempre estar ahí cada que los he necesitado, cada uno de mis logros es suyo también.

A mis hermanos **Rodrigo, Liliana y José Cruz**, por su cariño y por el apoyo brindado a lo largo no solo de la maestría sino de toda mi vida, sin duda alguna son los mejores hermanos que pude tener.

A mis sobrinos **Jayden y Santiago** quienes con su sola llegada a este mundo han alegrado mi vida.

A mi amiga **Blanca** por su amistad y apoyo incondicional siempre que la he necesitado y por compartir momentos inolvidables a lo largo de la maestría.

A **Liz, Roberto y Claudia** por brindarme su amistad, compañía y apoyo.

A las personas que influyeron en mi decisión de estudiar la maestría, así como a las personas que me apoyaron durante la realización de la misma.

DATOS BIOGRÁFICOS

Araceli González Juárez originaria de Santiago Maravatío, Guanajuato. Licenciada en Administración de Empresas Agropecuarias por la Universidad Autónoma Chapingo, titulada con la tesis “El Proceso Administrativo en la Elección de Autoridades por Usos y Costumbres en San Lucas Quiaviní, Oaxaca”.

UN SISTEMA DE DEMANDA CASI IDEAL (AIDS) APLICADO A CINCO GRANOS EN MÉXICO, 1980-2012

AN ALMOST IDEAL DEMAND SYSTEM (AIDS) APPLIED TO FIVE GRAINS IN MEXICO, 1980-2012

Araceli **González Juárez**¹ y José María **Contreras Castillo**²

RESUMEN

La presente investigación analiza mediante el sistema de demanda casi ideal (AIDS) el consumo de 5 granos básicos en México (Avena, Cebada, Maíz, Sorgo y Trigo) para el periodo 1980-2012, calculando las elasticidades Marshallianas, Hicksianas y del gasto, con el método de Ecuaciones Aparentemente no Relacionadas (SUR) para realizar la interpretación de éstas. De acuerdo con las elasticidades precio propias Marshallianas resultaron ser del signo esperado y menores a la unidad para todos los granos de la canasta seleccionada a excepción de la cebada; estos productos presentan una demanda inelástica, con poca reacción al precio. La elasticidad gasto muestra que el trigo es un bien inferior, el maíz y la cebada son bienes superiores y la avena y el sorgo son bienes normales

Palabras clave: Granos, elasticidades, Marshallianas, Hicksianas, gasto, AIDS.

ABSTRACT

This research analyzed by the almost ideal demand system (AIDS) consumption in Mexico five grains (oats, barley, corn, sorghum and wheat) for the period 1980-2012, calculating the Marshallian elasticities, Hicksianas and expenditure with the method of Seemingly Unrelated Regression (SUR) for interpretation of these. According to the Marshallian own-price elasticities were found to be lower than expected and the unit for all the selected grains except barley basket sign, these products have inelastic demand, with little reaction to the price. The expenditure elasticity shows that wheat is an inferior good, corn and barley are superior goods and oats and sorghum are normal goods.

Keywords: Grain, elasticities, Marshallian, Hicksianas, spending, AIDS.

¹ Tesista

² Director

INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema.....	4
Justificación.....	5
Objetivos	6
Hipótesis.....	7
Capítulo 1. Importancia de la agricultura y la producción de granos en México	8
1.1 La agricultura en México	8
1.2 Análisis del cultivo de la Avena.....	13
1.2.1 Contexto Nacional.....	14
1.2.2 Comercio exterior	16
1.2.3 Contexto internacional	17
1.3 Análisis del cultivo de la Cebada	19
1.3.1 Contexto nacional.....	20
1.3.2 Comercio Exterior	22
1.3.3 Contexto internacional	22
1.4 Análisis del cultivo del Maíz	23
1.4.1 Contexto nacional	24
1.4.2 Comercio Exterior y Consumo Aparente	27
1.4.3 Contexto internacional.....	30
1.5 Análisis del cultivo del Sorgo	32
1.5.1 Contexto Nacional.....	33
1.5.2 Comercio exterior y consumo aparente	36
1.5.3 Contexto internacional.....	38
1.6 Análisis del cultivo del Trigo.....	39
1.6.1 Contexto nacional	40
1.6.2 Comercio exterior.....	44
Capítulo 2. Materiales y Métodos.....	46
2.1 Características de la demanda de alimentos	46

2.2 Aspectos teóricos de la demanda.....	48
2.2.1 Preferencia del consumidor.....	48
2.2.2 Maximización de la utilidad y la demanda	53
2.2.3 Propiedades de las funciones de demanda Marshallianas y Hicksianas	60
2.3 El modelo AIDS	61
2.4 Estimación utilizando el AIDS	65
2.5 Elasticidades.....	67
2.6 Información utilizada	68
Capítulo 3. Resultados	70
3.1 Parámetros estimados con el índice Stone	70
3.1.1 Restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría.....	70
3.2 Elasticidades calculadas con los parámetros estimados	71
3.2.1 Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas	71
3.2.2 Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas	72
3.2.3 Elasticidades del gasto	74
3.3 Aplicaciones del modelo AIDS.....	74
Capítulo 4. Conclusiones	77
Referencias Bibliográficas	78
ANEXOS	

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Superficie Sembrada y Producción de Avena Grano en México, 1980-2012.....	15
Gráfica 2. Precio Medio Rural de Avena Grano en México (\$/Ton), 1980-2012	15
Gráfica 3. Principales Estados Productores de Avena Grano (2012).....	16
Gráfica 4. Importaciones de Avena (Ton)	17
Gráfica 5. Principales Países Productores de Avena en el Mundo (2007/08-2009/10)	19
Gráfica 6. Superficie Sembrada y Producción de Cebada en México, 1980-2012.....	20
Gráfica 7. Principales Estados Productores de Cebada (2012)	21
Gráfica 8. Precio Medio Rural de Cebada en México (\$/Ton)....	22
Gráfica 9. Principales Países Productores de Cebada a nivel Internacional (2007-08)	23
Gráfica 10. Superficie Sembrada y Producción de Maíz en México, 1980-2012.....	25
Gráfica 11. Principales Estados Productores de Maíz (2012)....	26
Gráfica 12. Precio Medio Rural de Maíz en México (\$/Ton), 1980-2012	27
Gráfica 13. Consumo Nacional Aparente (2000-2010).....	29
Gráfica 14.Principales Productores de Maíz (2010/11).....	31
Gráfica 15. Superficie Sembrada y Producción de Sorgo en México, 1980-2012.....	34
Gráfica 16. Principales Estados Productores de Sorgo (2012)....	35
Gráfica 17. Precio Medio Rural de Sorgo en México (\$/Ton), 1980-2012	36
Gráfica 18. Principales Productores de Sorgo en el Mundo (Ciclo 2010/11)	39
Gráfica 19.Superficie Sembrada y Producción de Trigo en México, 1980-2012.....	41
Gráfica 20. Principales Estados Productores de Trigo (2012).....	42
Gráfica 21. Precio Medio Rural de Trigo en México (\$/Ton)	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comercio de Avena en México	16
Cuadro 2. Comercio exterior y seguridad alimentaria de maíz (millones de toneladas)	28
Cuadro 3. Producción Y Comercio Mundial del Maíz (Millones de Ton.)	30
Cuadro 4. Comercio Exterior y Consumo Aparente de Sorgo en México (Miles de Ton.)	36
Cuadro 5. Comercio Exterior del Trigo (Miles de Toneladas)	44
Cuadro 6. Parámetros estimados empleando el índice Stone.....	71
Cuadro 7. Elasticidades precio propias y cruzadas Mashallianas empleando el índice Stone.....	72
Cuadro 8. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas empleando el índice Stone.....	73
Cuadro 9. Elasticidades gasto empleando el índice Stone.....	74
Cuadro 10. Cambios en la demanda ante un decremento en el gasto.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dos canastas de consumo.....	49
Figura 2. Preferencias lexicográficas.....	52

INTRODUCCIÓN

En los procesos de apertura comercial de todos los países, iniciados en los años ochenta, uno de los sectores más complejos y controvertidos en las negociaciones internacionales ha sido el sector agropecuario, pues las discusiones incluyen el contenido y la orientación de sus políticas que tienen objetivos diferentes en cada país. Antes de los procesos de apertura comercial de Canadá, Estados Unidos y México, sus respectivos sectores agrícolas estaban sumamente protegidos. Estas políticas se centraban, principalmente, en los granos básicos y en las oleaginosas, ya que constituyen la base de la alimentación humana y animal.

En México, las reformas en la política agrícola han afectado adversamente la evolución de la producción y la balanza comercial de granos básicos y con ello, el empleo e ingresos rurales.

En el país se consideran como granos básicos al ajonjolí, algodón hueso, arroz palay, cártamo, cebada, frijol, maíz, sorgo, soya y trigo, por ser los cultivos de mayor importancia en la dieta diaria de la población, estos productos son considerados como alimento básico para la población en general (CEFP, 2001).

Este trabajo estima un Sistema de Demanda Casi Ideal (Almost Ideal Demand System, AIDS), para una canasta de granos básicos en México. La estimación

busca encontrar las elasticidades propias y cruzadas de los productos a estudiar así como la elasticidad gasto.

Esta metodología ha sido utilizada en diversos estudios agrícolas, con resultados que pueden ser mas confiables, que si se calculan las elasticidades con ecuaciones simultaneas, por ejemplo Hernández y Martínez (2003), calculan las elasticidades para cinco hortalizas en México, a través de un AIDS, y las compararon con otros estudios que habían sido evaluados anteriormente utilizando modelos que ignoran las restricciones de la teoría económica. Los resultados muestran que los cinco productos son inelásticos a precio y que de las siete elasticidades propias comparadas cinco son estadísticamente muy diferentes a las estimadas con AIDS.

Otra aplicación en el ámbito agrícola del modelo AIDS se da en el estudio realizado por Nanuelhual (2005) analiza la demanda por importaciones de uva de mesa chilena en el mercado de Estados Unidos (EE.UU.) y al analizar los datos de las importaciones se concluye que Chile tiene un fuerte potencial exportador en el mercado estadounidense con una demanda insensible a los cambios de precio, que aumenta proporcionalmente con el gasto de importación. Sin embargo, México se encuentra en una posición similar con una elasticidad precio propio inelástica y una elasticidad gasto mayor a uno. Las elasticidades precio cruzado compensadas indicaron que las uvas de Chile y México son bienes sustitutos y por lo mismo ambos países compiten en el mercado estadounidense.

Ramírez (2009) utiliza el modelo AIDS para el análisis de diferentes tipos de cortes de carne de bovino (bistec y cortes especiales), porcino (bistec, pulpa y molida), pollo entero, huevo y tortilla. De acuerdo con los resultados de las elasticidades precio propias Marshallianas y Hicksianas, 11 de los 12 productos resultaron inelásticos. En el caso de las elasticidades cruzadas las combinaciones que resultan como sustitutos son: bistec de bovino con cortes especiales de bovino, porcino y pollo entero, la otra combinación fue en cortes especiales con porcino. Las elasticidades gasto indican que los cárnicos y el huevo se establecen como bienes normales necesarios.

Vargas y Martínez (2001) realizan la estimación de las elasticidades de la demanda para diversas frutas que integran una canasta de consumo característica del consumidor mexicano (naranja, plátano, mango, melón, durazno, sandía, guayaba, papaya, fresa, piña y toronja). Donde las elasticidades Marshallianas y Hicksianas precio propias y cruzadas y las del gasto obtenidas con el índice Stone y Divisia resultaron coincidentes en sus valores puntuales. Los coeficientes de elasticidad precio propia estimados clasifican a las frutas analizadas como bienes inelásticos. En cuanto a la elasticidad del gasto, catalogan al mango y plátano como bienes normales y al melón y naranja como bienes superiores.

El modelo AIDS satisface las restricciones básicas de la teoría de la demanda: aditividad, homogeneidad y simetría. Además de que considera una canasta de productos, lo que es congruente con el comportamiento de los consumidores (González, 2001).

Planteamiento del problema

Para los países en desarrollo es primordial importancia el atacar el problema del hambre y de la nutrición. Aunque el presente trabajo sólo se enfoca al análisis de lo que sucede en el mercado, es decir, en términos económicos, se considera importante mencionar que no debe olvidarse la importancia que tiene el hecho de que la toma de decisiones de política, afectan los precios y la asignación de recursos en el sector y en la economía. Se deben tener presentes los efectos que puedan tener las políticas gubernamentales en el bienestar y en los niveles de nutrición de una sociedad. El entorno doméstico, los conocimientos, la educación, la salud, los ingresos, el consumo directo y la vulnerabilidad de los grupos sociales son factores que determinan el estado de la nutrición de la unidad o el agente consumidor (Timmer, 1983).

Las decisiones de consumo se ven influenciadas por el nivel de ingreso del agente consumidor, los precios de los alimentos y de otros bienes, y por una serie de consideraciones sociales e individuales que pueden ó no verse afectadas por la intervención gubernamental (Timmer, 1983).

La apertura comercial que ha experimentado la economía mexicana desde 1986 implicó, entre otras cosas, un cambio sustancial de las políticas agrícolas y comerciales, con el objetivo central de alcanzar la competitividad en el sector. Estas modificaciones han tenido profundas consecuencias en la producción de granos básicos, en la balanza comercial agrícola y en las condiciones de vida de la mayoría de los productores dedicados a su cultivo. La radical y acelerada

liberalización comercial no permitió lograr la competitividad de estos productos, dejando, además desprotegidos a los productores mexicanos en un contexto en que las políticas agrícolas recientes han sido insuficientes para enfrentar la competencia de Canadá y, sobre todo, de Estados Unidos.

Justificación

En México existen 30 millones de hectáreas cultivables que representan alrededor del 16% del territorio nacional; del total del área dedicada a la producción agrícola, cerca del 70% es de temporal y el restante es irrigado. Si bien la cantidad de tierra irrigada es relativamente pequeña, durante los últimos 20 años la productividad de esta tierra ha aumentado hasta el punto de que el 55% de la producción agropecuaria total y 70% de las exportaciones agropecuarias se producen en estas tierras (OECD, 2006).

La agricultura en México es más que un sector productivo importante. Más allá de su participación en el PIB nacional, que es de apenas 4%, las múltiples funciones de la agricultura en el desarrollo económico, social y ambiental determinan que su incidencia en el desarrollo sea mucho mayor de lo que ese indicador implicaría.

Prácticamente toda la producción de alimentos se origina en este sector (incluyendo la pesca), de manera que la oferta sectorial (interna y externa) es fundamental en la seguridad alimentaria, en el costo de vida y en el ingreso real

del conjunto de la población, particularmente de los más pobres que destinan a la compra de alimentos una mayor proporción de su ingreso.

Ante este esquema económico y productivo, se requiere de nuevos estudios básicos de los parámetros económicos tanto para la producción como para el consumo, los cuales pueden ser de utilidad para orientar la política económica, o bien para conocer los resultados de la apertura comercial y la desregularización en diversos sectores.

Objetivos

Objetivo General

Estimar un Sistema de Demanda Casi Ideal para los cinco granos que integran la canasta seleccionada, a efecto de analizar el comportamiento del mercado de éstos en México.

Objetivos particulares

1. Estimar las elasticidades precio propia, cruzada y de gasto de los granos seleccionados.
2. Estimar un Sistema de Demanda Casi Ideal para un conjunto de cinco granos (avena, cebada, maíz, sorgo y trigo), empleando el índice Stone.
3. Analizar el comportamiento de los parámetros estimados en el modelo a partir de la imposición de las restricciones de simetría, aditividad y homogeneidad de la teoría económica.

Hipótesis

El Sistema de Demanda Casi Ideal genera información para la estimación de elasticidades insesgadas ya que el método cumple con las restricciones que la teoría económica establece para las funciones de demanda.

Capítulo 1. Importancia de la agricultura y la producción de granos en México

En el presente apartado se hace un análisis sobre la situación e importancia de la agricultura en México así como la descripción, producción y consumo de los granos seleccionados para su estudio en la presente investigación.

1.1 La agricultura en México

México cuenta con un territorio nacional de 198 millones de hectáreas de las cuales 145 millones se dedican a la actividad agropecuaria. Cerca de 30 millones de hectáreas son tierras de cultivo y 115 millones son de agostadero. Además, los bosques y selvas cubren 45.5 millones de hectáreas.

La agricultura en México es más que un sector productivo importante. Más allá de su participación en el PIB nacional, que es de apenas 4%, las múltiples funciones de la agricultura en el desarrollo económico, social y ambiental determinan que su incidencia en el desarrollo sea mucho mayor de lo que ese indicador implicaría. Entre los argumentos que muestran la relevancia de la agricultura en el país pueden mencionarse los siguientes:

- Prácticamente toda la producción de alimentos se origina en este sector (incluyendo la pesca), de manera que la oferta sectorial (interna y externa) es fundamental en la seguridad alimentaria, en el costo de vida y en el ingreso real del conjunto de la población, particularmente de los más pobres que destinan a la compra de alimentos una mayor proporción de su ingreso. La población del decil más pobre destina más de la mitad (51.8%) del gasto

corriente monetario a alimentos, mientras que en el decil más rico la proporción es solamente de 22.7%.

- Los productos agropecuarios están en la base de un gran número de actividades comerciales e industriales. Si se considera la producción agroindustrial, la contribución sectorial al PIB de México se duplica sobradamente, superando 9%. Además, a diferencia del producto agrícola primario, el aporte de la agroindustria al crecimiento económico no tiende a declinar relativamente conforme aumenta el desarrollo económico; en los países desarrollados e incluso en algunos países latinoamericanos, como Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, el aporte de la agroindustria en el PIB llega a ser dos o tres veces mayor que el de la producción primaria, en un proceso de creciente articulación intersectorial. El potencial de crecimiento de esta participación es particularmente amplio en México.
- La agricultura es una actividad fundamental en el medio rural, en el cual habita todavía una parte altamente significativa de la población nacional. En las pequeñas localidades rurales dispersas (con población inferior a 2,500 personas) viven 24 millones de mexicanos, es decir, casi la cuarta parte de la población nacional. De las 199 mil localidades del país, 196 mil corresponden a esa dimensión. Sin embargo, la vida rural en México se extiende mucho más allá de esas pequeñas localidades. En ocasiones se considera un umbral de 15 mil habitantes ya que las localidades con población inferior a ese número presentan formas de vida característicamente rurales. Utilizando ese umbral la población rural resulta de más de 38 millones de personas (37% del total nacional). Lejos de ser marginal, el desarrollo rural (empleo,

ingreso, articulaciones productivas, condiciones de vida) constituye una parte muy relevante del desarrollo nacional.

- La población rural desarrolla crecientemente actividades diferentes a la agricultura, como el comercio local, la artesanía, la extracción de materiales, el ecoturismo, los servicios ambientales o el trabajo asalariado en diversas ocupaciones, entre otras. Sin embargo la agricultura sigue siendo predominante en el campo mexicano, sobre todo entre la población más pobre, donde representa 42% del ingreso familiar. Asimismo, si bien las otras ocupaciones productivas son cada vez más importantes en el empleo y el ingreso de la población rural, no son excluyentes respecto de la agricultura. Entre ambas formas de actividad productiva existe una dinámica positiva, en la que el crecimiento de una favorece la expansión de la otra. El progreso agrícola demanda mayor cantidad de insumos, empleo directo y servicios; permite mayor capacidad de inversión de las familias rurales en otras actividades; y genera un mayor dinamismo de los mercados locales. Al mismo tiempo, el crecimiento en el ingreso no agrícola favorece las capacidades de inversión en agricultura, aumenta las posibilidades de actividades postcosecha, así como la integración vertical en actividades de almacenamiento y transporte de la producción y genera mayor demanda local para la producción sectorial. El progreso combinado de las actividades agrícolas y las no agrícolas en el medio rural favorece también una mejor articulación económica con el sistema de ciudades intermedias. Para el dinamismo económico y la generación de empleos, el papel del desarrollo agrícola y rural resulta esencial.

- La erradicación de la pobreza representa, sin duda, una prioridad nacional y en esa lucha el desarrollo agrícola y rural tiene un papel preponderante. Según los datos del Informe de Desarrollo Humano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2% de la población mexicana vive con 1.25 dólares al día, 4.8% vive con 2 dólares al día y 17.6% se encuentra por debajo de la línea nacional de pobreza alimentaria. Asimismo, 3.4% de niños menores de 5 años sufren malnutrición y 5% de la población se encuentra en el rango de prevalencia de subalimentación. A diferencia de lo que ocurre en otros países, donde el proceso de emigración ha ocasionado que el mayor número de personas pobres viva en las ciudades, en México todavía la mayor parte de la población pobre vive en el campo. En 2008, de los 19.5 millones de personas en pobreza alimentaria, 7.2 millones se ubicaban en las ciudades y 12.2 millones en las zonas rurales. Es decir, seis de cada diez habitantes en situación de pobreza alimentaria residen en el medio rural. Asimismo, la incidencia de la pobreza entre los habitantes del campo es mucho mayor que en las ciudades. El imperativo -ético, económico y político- de reducir la pobreza en el país implica la atención al desarrollo agrícola y rural.
- El desarrollo rural también significa la incorporación de un importante potencial económico para el progreso del país. En gran medida, el desarrollo de este sector implica la realización de un importante acervo de recursos productivos, el primero de ellos: la capacidad creadora y productiva de más de la cuarta parte de la población nacional. Las mejoras en los índices de nutrición, educación, salud, vivienda y acceso a servicios, así como el

dinamismo económico del campo, constituyen estímulos a la realización del potencial productivo de la población rural, generando un círculo virtuoso de progreso y crecimiento productivo que puede mejorar significativamente las condiciones de vida en amplias zonas del país. El desarrollo rural, a su vez, incide positivamente sobre el potencial de desarrollo económico global, a través del crecimiento de la demanda interna, la mejor articulación interregional, el equilibrio social y la mayor cohesión e integración nacional.

- En la construcción de una mayor igualdad de oportunidades para el conjunto de la población resulta crucial favorecer la ampliación de las oportunidades para los hijos de las familias pobres que viven en rural, como parte del camino hacia la equidad, la seguridad y la paz social en el país.
- Una de las prioridades del desarrollo nacional de largo plazo es la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales. En un mundo en donde los nuevos desafíos derivados del cambio climático se suman a los problemas seculares de agotamiento, contaminación y deterioro de los recursos naturales, México no se queda atrás para revertir estas tendencias. La preservación de los acuíferos, de los suelos, de la biodiversidad, de los bosques, de la densidad de vida marina y de aguas interiores, y los demás elementos de sostenibilidad ambiental constituyen una prioridad nacional en la que las orientaciones y modalidades del desarrollo agropecuario y rural juegan un papel fundamental. El margen para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales silvoagropecuarios y pesqueros en México todavía es amplio y podría incrementar los niveles

efectivos de producción y productividad agrícola (en el sentido lato del término, incluyendo la producción pecuaria, forestal y pesquera).

- El desarrollo agrícola y rural juega también un papel muy relevante dentro de la estrategia para mejorar la inserción internacional del país. En las negociaciones comerciales internacionales el sector agroalimentario es considerado como altamente sensible en función de la multifuncionalidad de la agricultura, es decir, su importante incidencia en la alimentación, el empleo, la conservación de los recursos naturales, el medio ambiente - incluyendo el ritmo de calentamiento global y el cambio climático- el ordenamiento territorial, el ecoturismo, la preservación del paisaje rural y la conservación del patrimonio cultural.
- Finalmente, el medio rural también es depositario privilegiado de muchas de las raíces culturales mexicanas y de las expresiones más entrañables de la identidad nacional. En el México rural, campesino e indígena, y en la naturaleza del campo nacional toman cuerpo los rasgos y valores que definen su identidad, su geografía, su idiosincrasia, la historia compartida, y la cultura profunda que distingue al país dentro del mundo y lo caracteriza como parte del mundo.

1.2 Análisis del cultivo de la Avena

La Avena (*Avena Sativa*) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Posee raíces más abundantes y profundas que la de los demás cereales; los tallos son gruesos y rectos, pueden variar de medio metro hasta metro y medio, están formados por varios entrenudos que terminan

en gruesos nudos; las hojas son plantas alargadas; su borde libre es dentado, el limbo de la hoja es estrecho y largo; la flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es cariósipide, con las glumillas adheridas.

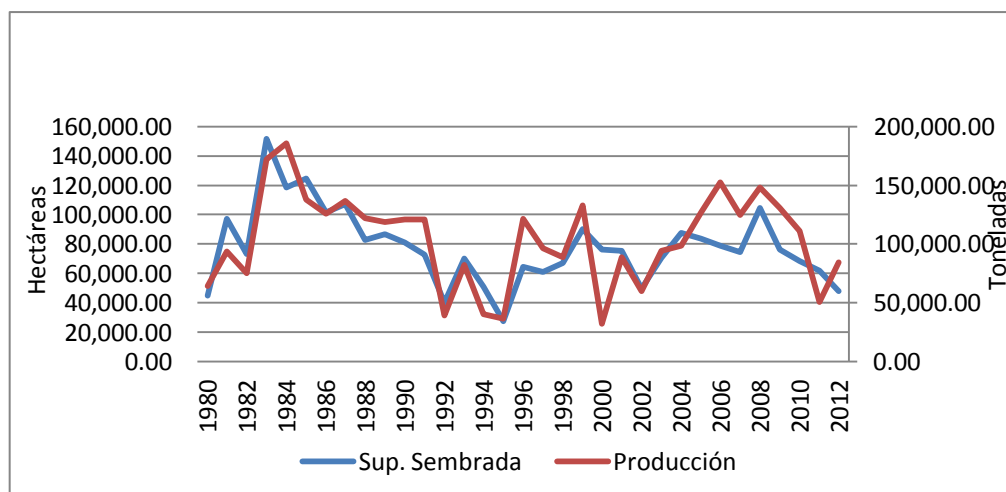
1.2.1 Contexto Nacional

La avena grano es el cuarto cereal más producido en México con una participación del 0.5% de la producción total de cereales. En los primeros lugares se encuentra el maíz (81.7%), trigo (16.7%) y arroz (1.1%).

La producción de avena es muy adaptable, se desenvuelve bien en regiones, altas, frías y lluviosas, como el área Parres-Ajusto, D.F. y en el clima semiárido del Norte-Centro del país.

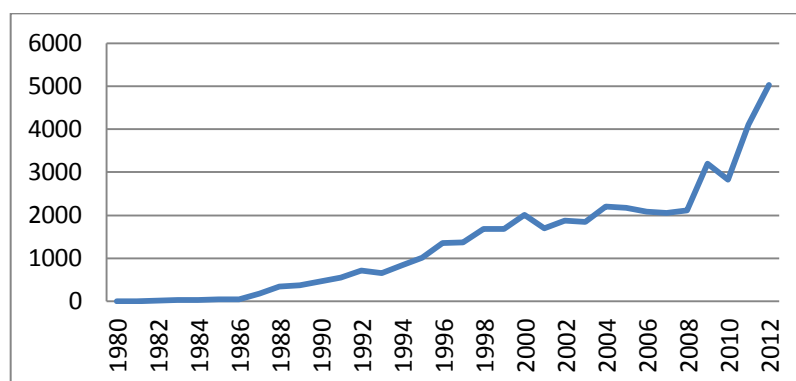
La avena grano se siembra en su totalidad en el ciclo P-V bajo temporal. Del año 2000 al 2009 el 87.5% de la superficie sembrada de avena correspondió al ciclo P-V y el 12.5% al ciclo O-I.

La superficie de avena grano ha disminuido en casi la mitad de la producción 30% desde los años 80's. En el año 1983 se alcanzó un máximo de 152 mil hectáreas sembradas y en 1984 un máximo de 186 mil toneladas producidas. Posterior a estos años la siembra y producción de avena disminuyeron y han sido variables. En 2012 se sembraron 48,041 hectáreas de avena grano en el país y se produjeron 84,403.92 toneladas de este cereal.



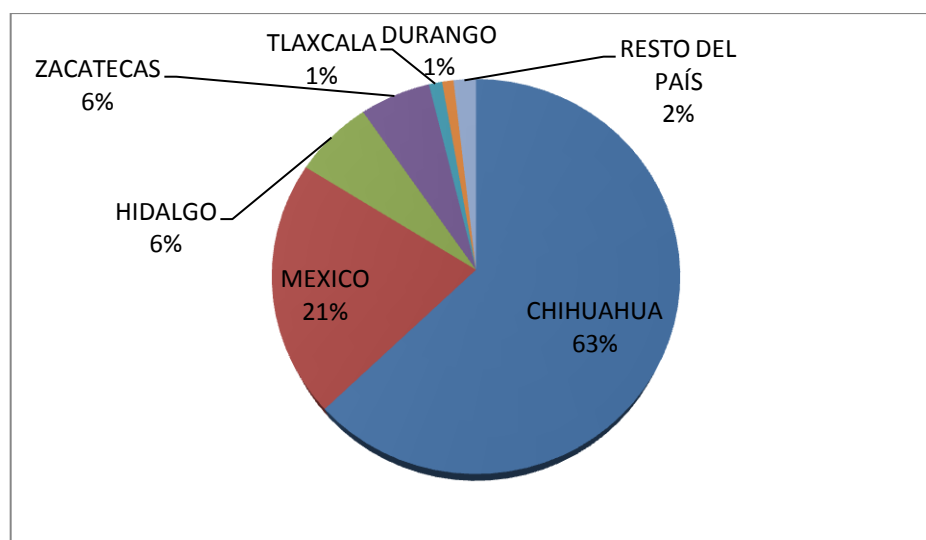
Gráfica 1. Superficie Sembrada y Producción de Avena Grano en México, 1980-2012. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Los rendimientos han sido muy variables del año 2000 al año 2012, en que han oscilado entre 0.98 y 2 toneladas por hectárea. El precio medio rural presentó cambios de entre 2% y 20% en el periodo de 2000 a 2008, sin embargo para 2009 hubo un cambio significativo al alza en 51.7% para alcanzar \$3,201.7 por tonelada, después de haberse encontrado en \$2,110.6 el año previo. Esta variación puede deberse a la sequía que afectó a los cultivos agrícolas en nuestro país en 2009, disminuyendo la oferta del cereal.



Gráfica 2. Precio Medio Rural de Avena Grano en México (\$/Ton), 1980-2012. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Chihuahua es el principal estado productor de avena grano en México, con el 63% del volumen total de la producción en el año 2012. El Estado de México, Hidalgo, Zacatecas, Durango y Tlaxcala le siguen en importancia con el 21%, 6%, 6%, 1% y 1% de la producción respectivamente.



Gráfica 3. Principales Estados Productores de Avena Grano (2012).
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

1.2.2 Comercio exterior

Nuestro país ha importado un promedio anual de 85,400 toneladas entre los años 2005 y 2009. El comportamiento de estas importaciones ha sido variable.

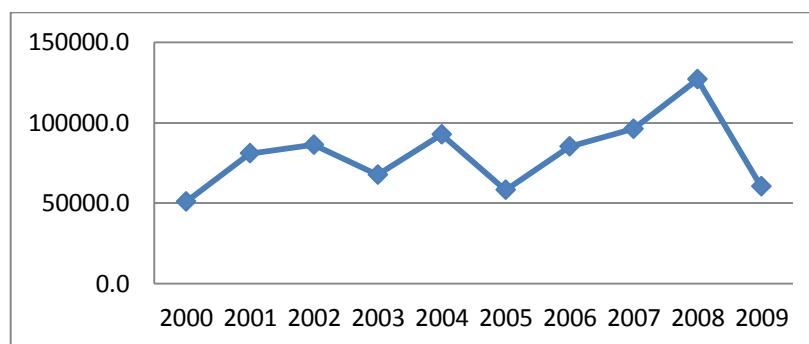
Cuadro 1. Comercio de Avena en México

Año	Cantidad (Ton)		Valor (Miles US\$)		Precio (US\$/Ton)	
	Export	Import	Export	Import	Export	Import
2000	11.4	50962.9	3.8	6253.0	337.0	122.7
2001	51.1	80952.2	15.9	11056.1	310.4	136.6
2002	5.0	86235.2	9.3	14800.6	1860.8	171.6
2003	1.3	67637.2	2.6	11223.0	1957.7	165.9
2004	3.6	92652.3	2.6	13.479.1	725.7	145.5
2005	40.6	58253.3	186.6	9625.4	4596.2	165.2
2006	198.4	85208.5	487.3	17036.8	2456.4	199.9

2007	333.7	96091.0	336.2	24084.7	1007.3	250.6
2008	26.6	126925.4	12.9	41130.8	486.8	324.1
2009	80.6	60433.3	10.0	14154.8	124.0	234.2

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Las importaciones de avena provinieron principalmente de Australia entre 2007 a 2009, en un 58.2%, en un 32.5% de Canadá y el restante 9.3% de estados Unidos. Por su parte las exportaciones mexicanas tuvieron como destino principal Estados Unidos en un 99.0%, aunque también se exportó a países como Cuba, República Dominicana y Honduras.



Gráfica 4. Importaciones de Avena (Ton)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

El precio asociado a las importaciones de avena muestra un incremento entre el año 2000 y 2009. La tasa promedio anual de crecimiento en el precio fue de 6.7% y el precio alcanzado por las importaciones de avena grano en 2009 fue de US\$234 por tonelada.

1.2.3 Contexto internacional

La avena ocupa el séptimo lugar entre los granos y cereales producidos en el mundo, con el 1.2% de la producción entre los ciclos 2000/01 y 2010/11. Los

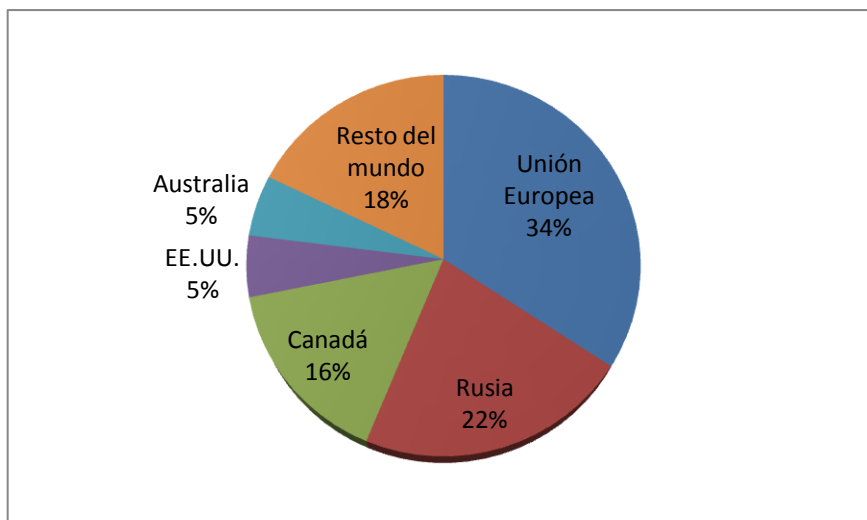
principales cereales y granos cuentan con las siguientes participaciones: maíz (34.9%), trigo (30.3%), arroz (20.6%), cebada (6.9%) y el mijo (1.5%).

La producción de avena ha disminuido en el mundo desde los años 80's, debido al incremento en la producción de otros cultivos, como el maíz, trigo y arroz. Entre el ciclo 1980/81 y 2010/11 la superficie cosechada de avena disminuyó en 53.8%, con la consecuente disminución en producción de 48.2%.

En los últimos tres ciclos (2007/08 hasta 2009/10) la superficie cosechada de avena en el mundo fue en promedio de 12.7 millones de hectáreas, con una producción de cerca de 25.3 millones de toneladas. El rendimiento promedio alcanzado fue de 2.0 toneladas por hectárea en ese periodo.

El consumo mundial fue en promedio de 54.7 millones de toneladas en los últimos tres ciclos, de las cuales un 73.4% se destinó como alimento de ganado y el restante 26.6% se destinó al consumo humano, semilla y uso industrial.

Entre los principales países productores de avena se encuentra a la Unión Europea con el 34.3% de la producción, Rusia con el 21.9%, Canadá con el 15.6%, Estados Unidos con el 5.2%. Entre estos cinco países se cosechó el 74.9% de la superficie mundial de avena y se produjo el 82.2% del cereal.



Gráfica 5. Principales Países Productores de Avena en el Mundo (2007/08-2009/10). Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

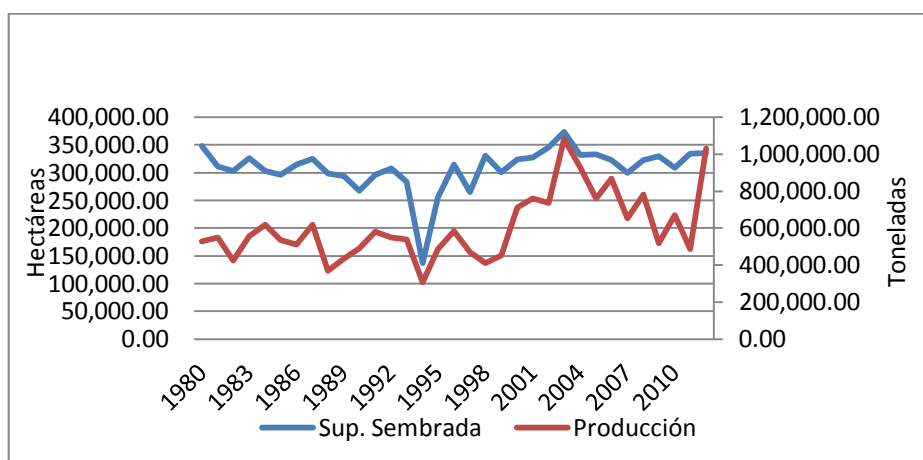
1.3 Análisis del cultivo de la Cebada

La cebada (*Hordeum vulgare*) pertenece a la familia de las gramíneas. Las hojas están integradas por las espiguillas, que se encuentran unidas directamente al raquis, dispuestas de forma que se recubren unas a otras; las glumas son alargadas y agudas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano. Además, es una planta de hojas estrechas y color verde claro, en el punto en que el limbo se separa del tallo, al terminar la zona envainadora de la hoja, se desarrollan dos estipulas que se entrecruzan por delante del tallo y una corta lígula dentada aplicada contra éste. La planta suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estados de su desarrollo, la planta de trigo suele ser más erguida. Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas, es una planta autógama.

1.3.1 Contexto nacional

A nivel nacional, la producción de cebada en 2012 fue de 22,069,254.42 toneladas, lo que representó un aumento del 25.14% respecto al año anterior. En el período comprendido entre 2000 y 2012, la producción de cebada ha mostrado una tendencia inestable. En 2012 se sembraron 7,372,218.19 un poco menos de lo sembrado en el año anterior.

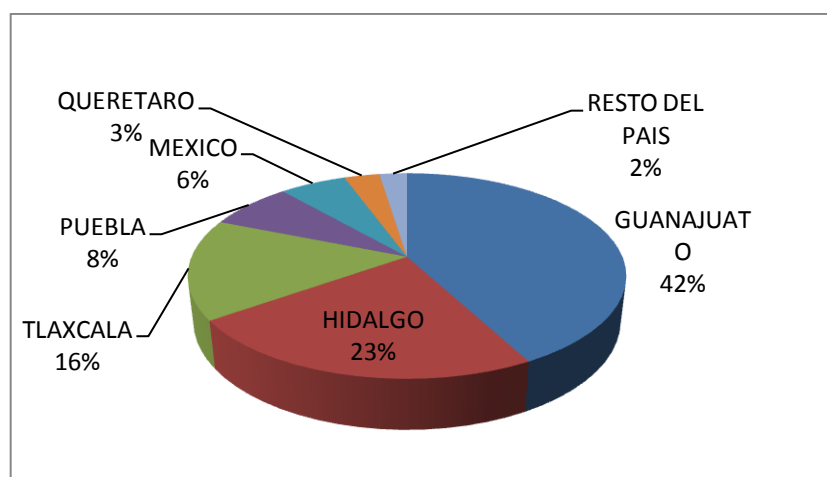
En México, la producción de cebada en 2012 se encuentra concentrada en 4 estados: Guanajuato (42%), Hidalgo (23%), Tlaxcala (16%) y Puebla (8%).



Gráfica 6. Superficie Sembrada y Producción de Cebada en México, 1980-2012. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Guanajuato produjo 435,091.97 en 2012, con un rendimiento de 5.3 ton/hectárea mayor al promedio nacional que es de 3.14 para el mismo año, y con una superficie sembrada de 82,622.27 hectáreas. Hidalgo como segundo productor de cebada, registró una producción de 237,773.05 toneladas en una superficie sembrada de 106,576.39 hectáreas y con un rendimiento de 2.26 ton/

hectárea. Los estados de Tlaxcala y Puebla presentaron una producción para 2012 de 163,679.20 y 76,970.05 toneladas respectivamente.



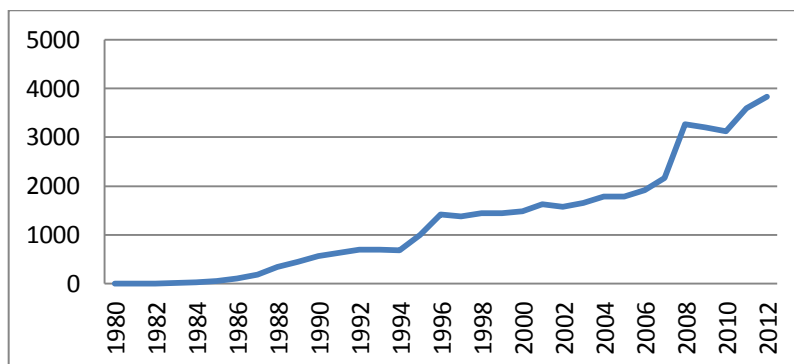
Gráfica 7. Principales Estados Productores de Cebada (2012)

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El 67.0% de la producción total corresponde a la modalidad de temporal y el otro 32.9% corresponde a la modalidad de riego. El promedio anual de producción en la modalidad de riego es de 218,050.8 toneladas y para la modalidad de temporal el promedio es de 372,568.8 ton. Guanajuato es el estado que produce el 94.1% de su producción en modalidad de riego en tanto que en Hidalgo se produce el 97.3% de su producción en la modalidad de temporal.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) de 2002 al 2007 México presentó una TMAC del consumo de cebada de 2.0%, en 2002 el consumo aparente era de 800 millones de toneladas y para 2007 se alcanzaba la cifra de 975 millones de ton.

Desde 2002, el precio al medio rural (PMR) ha mostrado un comportamiento mixto. Tan sólo entre el 2006 y 2007 se registró un incremento del 13.38%.



Gráfica 8. Precio Medio Rural de Cebada en México (\$/Ton)

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

1.3.2 Comercio Exterior

En el periodo 2002-2007, México exportó 590.17 miles de toneladas de cebada, equivalentes a \$275,283.47 de dólares.

En el periodo 2002-2007, México importó 1,397.57 millones de toneladas de cebada, equivalentes a 264.95 millones de dólares. Entre 2006 y 2007, el volumen de importaciones de este producto presentó una disminución del 6.5%.

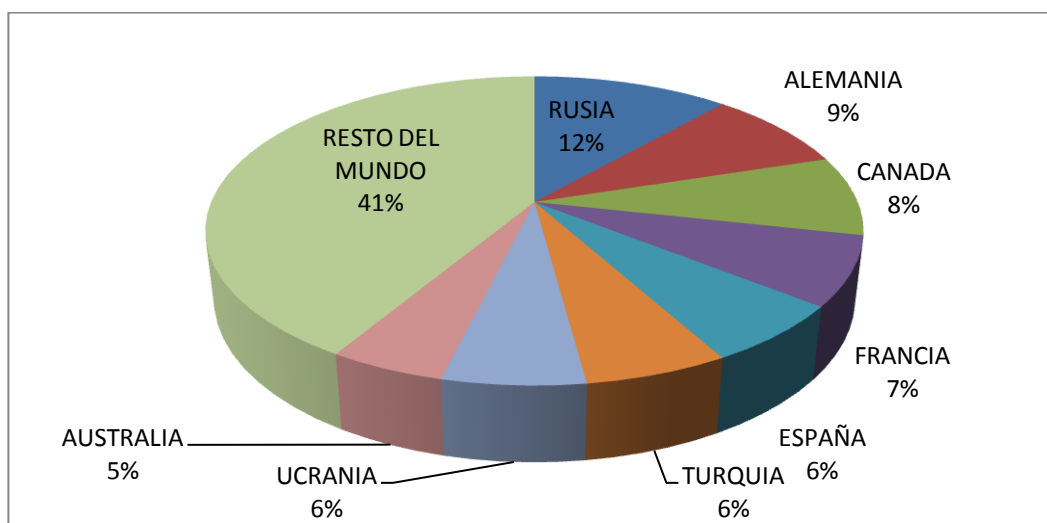
El 57% de las importaciones en éste periodo provinieron de los Estados Unidos y Canadá, los cuales participan con el 43.4% y 10.7% del volumen total.

1.3.3 Contexto internacional

La cebada se cultiva principalmente en ocho países: Rusia, Alemania, Canadá, Francia, España, Turquía, Ucrania y Australia. Estos países representan el

58.63% de la producción mundial, en el caso de México este participa con el 0.47% de la producción mundial.

La superficie mundial cosechada de cebada durante el periodo 2002-2007 tuvo un avance del 2.4%, pasó de 55,265.5 miles de hectáreas en 2002 a 56,608.5 miles de hectáreas en 2007. En promedio, la superficie cosechada mundial fue de 56.569.8 miles de hectáreas. Rusia es el país que tiene la mayor superficie cosechada con 9,150 miles de hectáreas.



Gráfica 9. Principales Países Productores de Cebada a nivel Internacional (2007-08) Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO

1.4 Análisis del cultivo del Maíz

La planta del maíz (zea mays) proviene de la familia de las gramíneas, es de porte robusto, de fácil desarrollo y producción anual; es de inflorescencia monoica. El tallo es erecto, de elevada longitud puede alcanzar 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Las hojas son largas de gran tamaño,

lanceoladas, alternas, paralelinervias; se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades, las hojas son afiladas y cortantes.

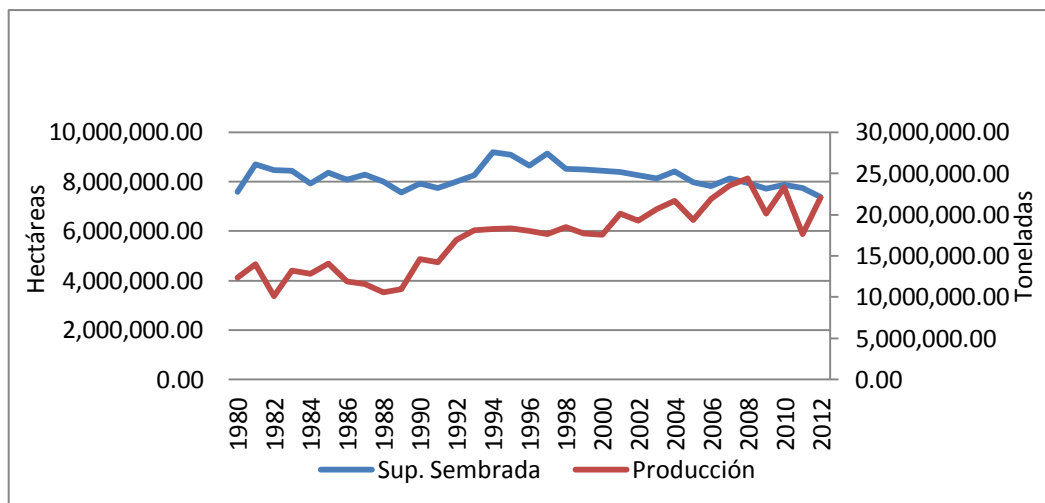
El maíz es uno de los principales alimentos cultivables en el mundo. El maíz blanco se utiliza principalmente para la elaboración de alimentos, como tortillas y tamales, así como aceite comestible o fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales y jabones. El maíz amarillo se puede utilizar para consumo humano, sin embargo, tiene como destino principal el consumo pecuario y la producción de almidones. También se ha incrementado el uso mundial del maíz para la elaboración de biocombustibles como el etanol.

El maíz es el cultivo más sensible, y el que más afecta a la economía, ya que es fundamental en la dieta de los hogares mexicanos, sobre todo en el sector rural.

1.4.1 Contexto nacional

Entre el año 2000 y 2012 la superficie sembrada de maíz en México disminuyó 7.1%, al pasar de 8.4 a 7.8 millones de hectáreas, mientras que la superficie cosechada se mantuvo en promedio en 7.3 millones de hectáreas en ese periodo.

El maíz tiene una fuerte dependencia de los factores climáticos, ya que un 82% de la siembra es de temporal (solo el 18% se cultiva en riego), obteniéndose alrededor del 50 al 60% de la producción. El ciclo Primavera-Verano representa el 85.5% de la siembra y de ella se obtiene alrededor del 70% de la producción total del grano.



Gráfica 10. Superficie Sembrada y Producción de Maíz en México, 1980-2012. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

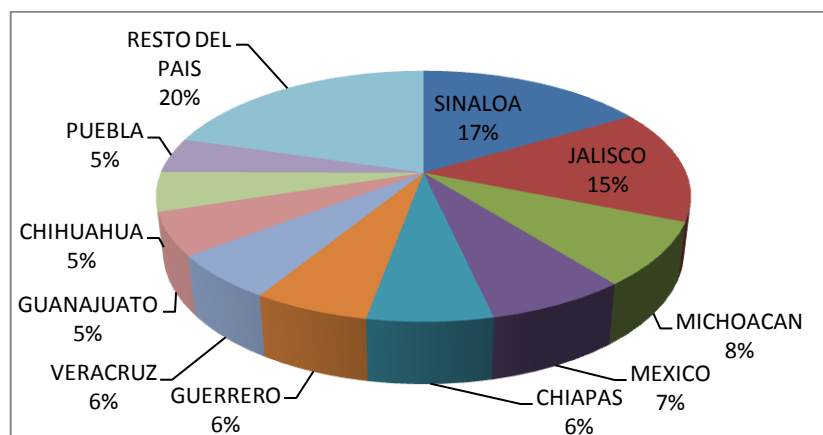
La superficie siniestrada de maíz en nuestro país ha oscilado entre el 7.0% y 19.5% de la superficie sembrada en los últimos 10 años. En 2009 se registró el porcentaje más alto, debido a la intensa sequia que afectó el país.

La tasa media anual de crecimiento (TMAC) de la producción de maíz en los últimos 12 años ha sido de 2.5%. Mientras que en el año 2000 se produjeron 17.6 millones de toneladas, en el año 2012 se tiene el dato de producción de 22.069 millones.

En vista de que la superficie sembrada ha disminuido, la mejora en la eficiencia productiva explica el incremento en el volumen de maíz obtenido en los últimos doce años, debido al uso de mejores paquetes tecnológicos y al mejoramiento de las semillas. El rendimiento alcanzado en 2010 promedió 3.19 ton/ha, en tanto que solo se obtenían 2.5 ton/ha en el año 2000.

Sinaloa ocupa el primer lugar en la producción nacional de maíz desde el 2004. En el año 2009 registró una producción de 3.65 millones de toneladas, lo que representa el 17% de la producción nacional. El rendimiento promedio por hectárea en el Estado fue de 9.39 ton/ha, casi tres veces el rendimiento nacional de 3.2 ton/ha.

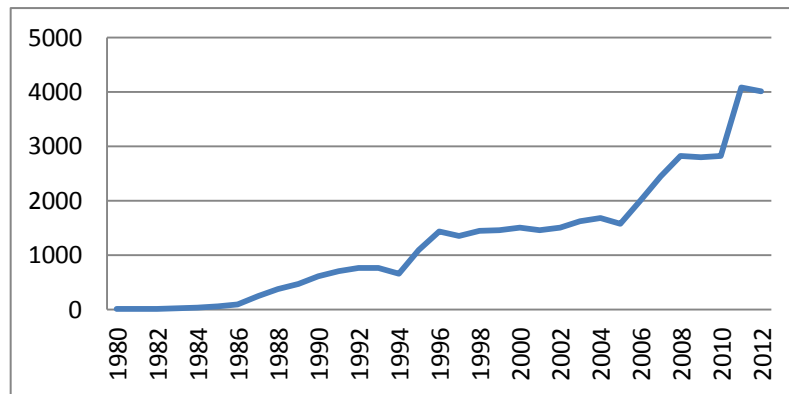
El Estado de Jalisco es el segundo mayor productor de maíz, con un total de 3.2 millones de toneladas y un rendimiento de 5.54 ton/ha, Michoacán está en tercer lugar con una producción de 1.8 millones de toneladas y un rendimiento de 3.88 ton/ha.



Gráfica 11. Principales Estados Productores de Maíz (2012)

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El precio promedio pagado al productor de maíz, presenta un incremento en el periodo 2000-2012, al pasar de \$1,508 a \$4,010 por tonelada.



Gráfica 12. Precio Medio Rural de Maíz en México (\$/Ton), 1980-2012

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Aunque los altos precios benefician directamente a los productores, también es importante considerar el incremento de los costos de producción como son los fertilizantes, semillas, gasolina, etc., que han causado una disminución en el margen de ganancia de los productores.

1.4.2 Comercio Exterior y Consumo Aparente

México es deficitario en maíz amarillo y ocupa el segundo lugar a nivel internacional con el mayor volumen de importaciones del grano, lo cual lo vuelve vulnerable ante cualquier alteración de la oferta mundial.

Las importaciones se componen fundamentalmente del maíz amarillo en cerca de un 95%. Un 4.5% se compone de maíz blanco y el 0.5% restante se refiere a maíz palomero, semilla para siembra, elotes, entre otros. En estos últimos nuestro país es superavitario.

Cuadro 2. Comercio exterior y seguridad alimentaria de maíz (millones de toneladas)

Año	Producción	Comercio Exterior		Oferta Nacional /1	Consumo aparente /2	Consumo per cápita (kg/hab)
		Import.	Export.			
2000	17.6	5.3	0.0	22.9	22.9	232.6
2001	20.1	6.2	0.0	26.3	26.3	263.7
2002	19.3	5.5	0.2	24.8	24.6	244.2
2003	20.7	5.8	0.0	26.5	26.5	259.4
2004	21.7	5.5	0.0	27.2	27.2	264.0
2005	19.3	5.7	0.1	25.1	25.0	240.8
2006	21.9	7.6	0.2	29.5	29.3	279.6
2007	23.5	8.0	0.3	31.5	31.2	295.0
2008	24.4	9.1	0.1	33.6	33.5	314.0
2009	20.1	7.3	0.3	27.4	27.1	252.1
2010	22.4	7.8	0.6	30.2	29.7	264.3

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

1/ Producción+importaciones

2/ Producción+importaciones-exportaciones

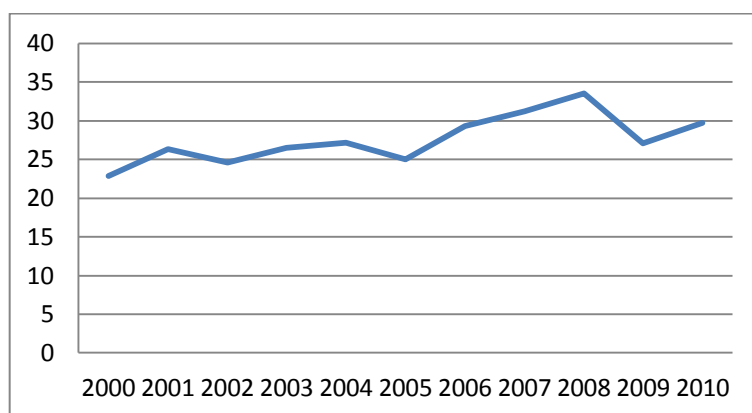
El volumen de importaciones presentó un crecimiento de 66% entre el año 2002 y 2008, último en que alcanzaron 9.1 millones de toneladas, con un valor de 2,391 millones de dólares. Para 2009 las importaciones disminuyeron casi un 21% y para 2010 presentaron una recuperación de 8.1%.

En 2010 las importaciones alcanzaron 7.8 millones de toneladas, esto es 1,583 millones de dólares, de los cuales un 99% del volumen y un 99.3% del valor provinieron de EEUU. El resto se importó de otros 24 países, entre los que encontramos a Brasil, Argentina, Colombia, entre otros.

El volumen de exportación de maíz en el año 2010 ascendió a 559 mil toneladas, con un valor de 155.7 millones de pesos, de las cuales un 98.2% del volumen y un 84.1% del valor correspondió a maíz blanco y el resto a maíz

palomero, pozolero, semilla para siembra, entre otros. Los principales destinos de este producto son: Venezuela, que participó en 2010 con el 77.6% del volumen y el 74.2% del valor; Colombia, con el 11.3% y 10.3% respectivamente; El Salvador con el 10.0% y 9.4%, y el resto se envió a 34 países más, como EEUU, Costa Rica, Guatemala y Perú.

De acuerdo con el Escenario Base 2009-2018, de SAGARPA, en el año 2018 las importaciones llegarán a 8.9 millones de toneladas, lo que significa un incremento de 13% respecto al año 2010. El USDA, sin embargo, muestra en sus proyecciones que en el año 2018 las importaciones alcanzarán 13 millones de toneladas, en tanto que en el año 2020 habrá llegado a 14.3 millones de toneladas, es decir, el crecimiento respecto a 2010 será del 65.6% y 82.2% respectivamente, esto es, a una TMAC de 6.2% entre 2010-2020.



Gráfica 13. Consumo Nacional Aparente (2000-2010)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

El consumo aparente de maíz en México se encuentra cercano a las 30 millones de toneladas anuales, de las cuales, poco mas del 25% correspondió a importaciones.

1.4.3 Contexto internacional

A diferencia de México, cuyo principal uso del maíz es el consumo humano, en países como Estados Unidos, China y Brasil, el cereal fundamentalmente se destina al consumo pecuario.

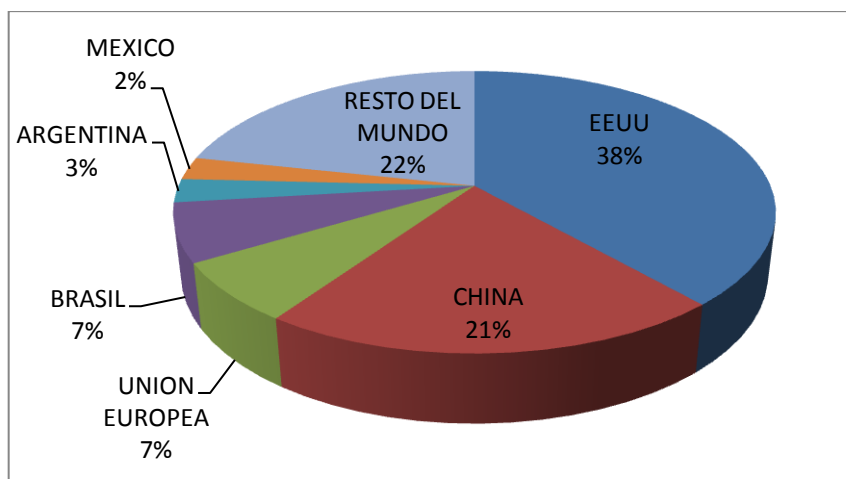
Cuadro 3. Producción Y Comercio Mundial del Maíz (Millones de Ton.)

Ciclo	Área cosechada (mil. de has)	Rendimiento (Ton/Ha)	Producción	Export	Import	Consumo	Inventario Final
2000-01	137.3	4.3	591.4	76.9	75.0	608.3	175.1
2001-02	137.7	4.4	601.4	74.7	71.6	622.0	151.3
2002-03	137.4	4.4	603.1	76.8	75.9	626.6	127.0
2003-04	142.0	4.4	627.5	77.3	76.9	648.8	105.3
2004-05	145.5	4.9	715.8	77.7	76.0	687.6	131.8
2005-06	145.7	4.8	699.7	81.1	80.6	706.3	124.9
2006-07	149.9	4.8	714.0	94.1	90.6	725.2	110.2
2007-08	161.2	4.9	794.9	98.6	98.5	773.4	131.5
2008-09	158.8	5.0	799.3	84.5	82.9	782.0	147.2
2009-10	157.7	5.2	813.0	97.0	90.2	810.0	143.5
2010-11	162.3	5.1	820.6	90.6	91.0	847.0	117.4
2011-12	166.7	5.2	866.2	93.2	90.3	868.8	111.9

Fuente: Elaboración propia con datos de USDA.

De acuerdo con las cifras preliminares del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la superficie mundial cosechada de maíz fue de 162.3 millones de hectáreas en el ciclo 2010/11, lo que representa un incremento de 18.2% respecto a la superficie en el año 2000.

La producción mundial de maíz, alcanzó 820.6 millones de toneladas en el ciclo 2010/11 y creció un 5.6%, para registrar un cierre de 866.2 millones de toneladas. Entre los años 2000 y 2010 la producción creció a una tasa media anual de 3.3%.



Gráfica 14. Principales Productores de Maíz (2010/11)

Fuente: Elaboración propia con datos de USDA.

Los principales productores de maíz a nivel mundial son: Estados Unidos, China, Unión Europea, Brasil, Argentina y México, que en conjunto aportaron el 78.4% de la producción mundial en el ciclo 2010/11.

El consumo mundial de este grano se incrementó en el ciclo 2010/11 en 39.3% respecto al de hace 10 años, al alcanzar 847.0 millones de toneladas. Los principales productores de maíz son también los principales consumidores del

grano, exceptuando a Argentina. Estados Unidos demandó 34.6% del total del consumo a nivel mundial en el ciclo 2010/11 (293.4 millones de toneladas), seguido de China con el 20.3%, la Unión Europea 7.3%, Brasil 5.8%, México 3.5%.

1.5 Análisis del cultivo del Sorgo

El sorgo (sorghum vulgare) es una planta originaria de la india, de la familia de las gramíneas. Con cañas de un metro y medio de altura, llenas de tejido blanco y dulce, vellosas en los nudos; hojas lampiñas, ásperas en los bordes; flores en panoja floja, grande y derecha, o espesa, arracimada y colgante, y granos mayores que los cañamones, algo rojizo, blanquecinos o amarillos.

En México se cultivan tres variedades de sorgo, de acuerdo principalmente con su uso: a) Sorgo escobero, variedad que tiene una mayor precocidad y resistencia, cuya espiga se utiliza para elaborar escobas. b) Sorgo forrajero, dulce o sacarino, considerado nutritivo, sobre todo estando verde. c) Sorgo grano, del cual nos ocuparemos en esta monografía, son aquellas variedades no sacarinas, de las que se explota el grano, que es la principal materia prima en la industria de alimentos balanceados.

El sorgo es uno de los principales granos en nuestro país. Casi la totalidad se usa para nutrir de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales. Aunque también, en menor medida, se puede preparar la harina de sorgo sola o en composición con otras harinas para la fabricación de galletas y pan. En la industria de extracción se utiliza

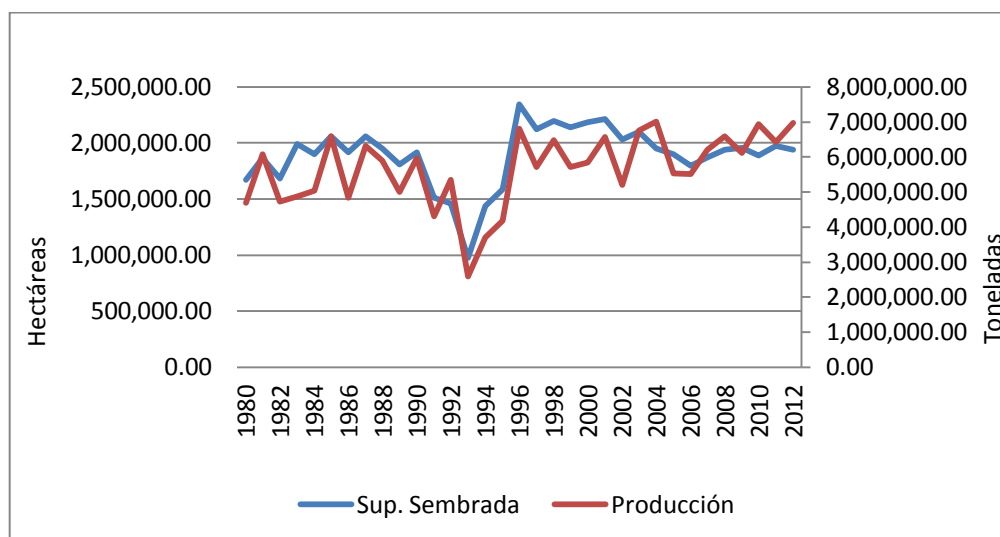
principalmente para obtención de almidón, alcohol y glucosa, además en la fermentación aceto-butílica donde se producen tres solventes importantes: alcohol, acetona y butanol.

1.5.1 Contexto Nacional

El sorgo es el segundo grano mas producido en nuestro país después del maíz, aunque su uso es únicamente como alimento para ganado. Participa con el 19.5% del volumen de producción dentro de este grupo (granos producidos en México: maíz, sorgo, trigo, arroz, amaranto, avena, centeno, cebada, mijo y triticale), que en 2009 alcanzó 31.3 millones de toneladas. El valor total de los granos en el año indicado ascendió a 84,556 millones de pesos, ocupando el sorgo grano el segundo lugar como generador de valor, esto es un 15.6% del total, solo por debajo del maíz, cuya participación fue del 66.8%.

La superficie sembrada y cosechada de sorgo ha disminuido 10.4% y 11%, respectivamente, desde el año 2000 al 2009. En el 2009, la superficie sembrada alcanzo 1.9 millones de hectáreas y la cosechada alcanzo 1.7 millones, por lo que la siniestralidad alcanzada fue de 13.5% de la superficie sembrada, mientras que el promedio en el periodo indicado alcanzo 10.2% de la superficie. De acuerdo con cifras preliminares, para el año 2010, la superficie cayo 3.4% respecto a 2009, aunque la siniestralidad disminuyó, razón por la que la superficie cosechada se incremento en 5.2%, alcanzando 1.8 millones de hectáreas.

No obstante la disminución de la superficie, la producción en el periodo de 2000 a 2009, aumento 6.47%, esto es, 0.7% anual. En el 2009 la producción alcanzó 6.1 millones de toneladas, en comparación con 5.8 millones en el 2000.



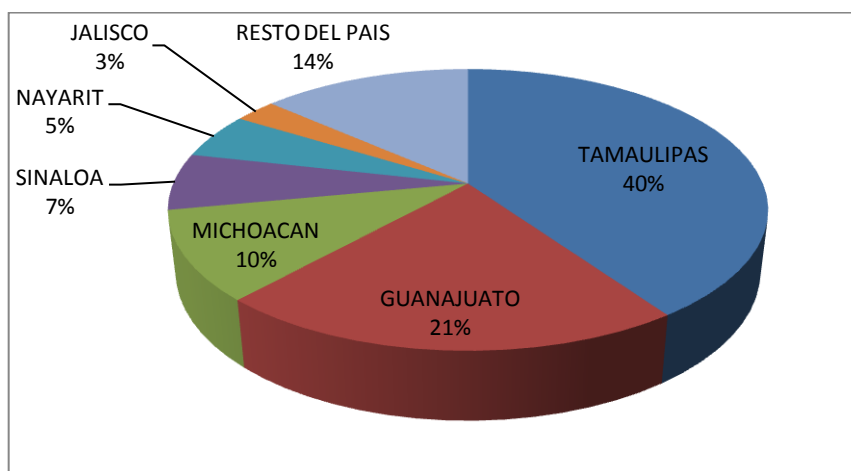
Gráfica 15. Superficie Sembrada y Producción de Sorgo en México, 1980-2012. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El incremento de la producción se debe al incremento en la productividad, ya que mientras que en el año 2000 se obtenían 3.1 ton/ha, en el año 2009 se alcanzaron 3.6 ton/ha promedio y para 2012 se alcanzaron 3.8 ton/ha. Lo cual aun es menor a los rendimientos alcanzados por países como Egipto, Argentina y EEUU, cuyo rendimiento promedio es de 5.6, 4.7 y 4.1 ton/ha, respectivamente.

La mayor parte de la producción se genera en el ciclo Primavera-Verano, al participar con el 56% de la producción total.

El 29.5% del sorgo es sembrado bajo modalidad de riego, obteniéndose el 53.1% de la producción. Sin embargo, este grano continua siendo un cultivo principalmente de temporal, debido a su resistencia a la sequia.

En el año 2012, Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán y Sinaloa fueron los principales productores de sorgo en el país, con una participación del 78% en la superficie sembrada. Otros estados que destacan por su nivel de producción son Nayarit, Morelos y Jalisco.



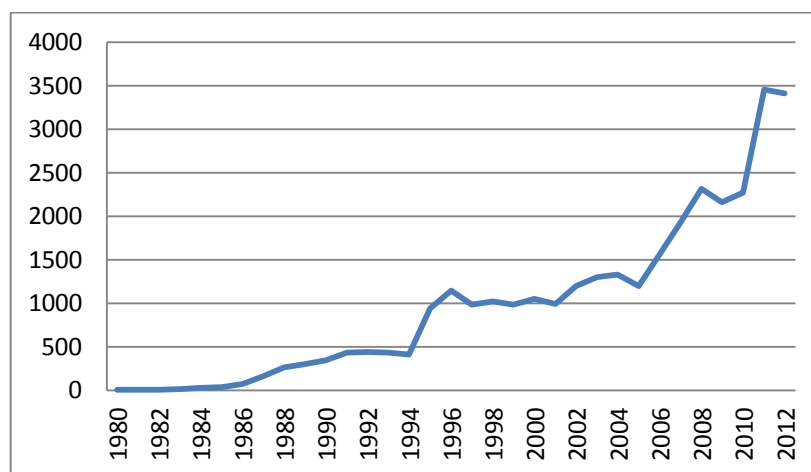
Gráfica 16. Principales Estados Productores de Sorgo (2012)

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El liderazgo de Tamaulipas en la producción de sorgo se debe a la extensa superficie que cultiva, 941 mil hectáreas, el 48% del total nacional, ya que su rendimiento es de 3.22 ton/ha es menor al promedio nacional de 3.83 ton/ha en el 2012.

El precio que se paga al productor por el sorgo se duplico entre el año 2000 y 2008, al pasar de \$1,051.5 a \$2,310.8 por tonelada. El record alcanzado en 2008, se debe a que en ese año se tuvo una crisis alimentaria mundial, que

incremento especialmente el precio de los granos. Para 2009 el precio disminuyó un 6.6% acompañando a la crisis financiera mundial, y a partir de 2010 se recuperó hasta llegar en el 2012 a un precio de \$3,412.31 por tonelada.



Gráfica 17. Precio Medio Rural de Sorgo en México (\$/Ton), 1980-2012

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

1.5.2 Comercio exterior y consumo aparente

Debido a la importancia del sorgo en la industria de alimento balanceado para ganado en México y a la falta de una oferta nacional adecuada del mismo, nuestro país importador neto de este grano.

Cuadro 4. Comercio Exterior y Consumo Aparente de Sorgo en México (Miles de Ton.)

Año	Producción	Comercio Exterior		Oferta Nacional /1	Consumo aparente /2	Consumo per cápita (kg/hab)
		Import.	Export.			
2000	5,842.3	5,142	0.011	10,984.3	10,984.3	112.7
2001	6,566.5	5,032.1	0.007	11,598.7	11,598.7	117.6
2002	5,205.9	4,716.8	0	9,922.7	9,922.7	99.5
2003	6,759.1	3,381.4	0.010	10,140.5	10,140.5	100.5

2004	7,004.4	3,159.3	0.007	10,163.7	10,163.7	99.6
2005	5,524.4	3,020.5	0.001	8,544.9	8,544.9	82.7
2006	5,518.5	2,624.6	0.018	8,143.1	8,143.1	77.5
2007	6,202.9	1,878.5	0.065	8,081.4	8,081.3	75.7
2008	6,593.1	1,553.4	0.04	8,146.5	8,146.4	75
2009	6,108.1	2,496.9	0.045	8,605	8,605	77.9
2010	6,968.1	2,252.5	0.022	9,220.6	9,220.6	82.1

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

1/ Producción+importaciones

2/ Producción+importaciones-exportaciones

En diez años las importaciones de sorgo han decrecido en un ritmo de 7.9% anual, alcanzando en 2010 las 2.3 millones de toneladas (427.6 millones de dólares). En tanto que las exportaciones no rebasaron las 65 toneladas entre 2000 y 2010, y en el último año alcanzaron únicamente 22 toneladas (49 mil dólares).

México exporta sorgo principalmente a honduras y EEUU, aunque entre 2008 y 2010 también se registraron algunos intercambios con España y japon. En 2010 se exporto un 74.2% del valor total exportado a honduras, el resto tuvo como destino los EEUU. En cuanto a las importaciones, México adquiere prácticamente la totalidad del sorgo de EEUU.

El sorgo representa una oportunidad de negocio en nuestro país, debido a la demanda insatisfecha en la industria pecuaria y debido a los altos precios internacionales.

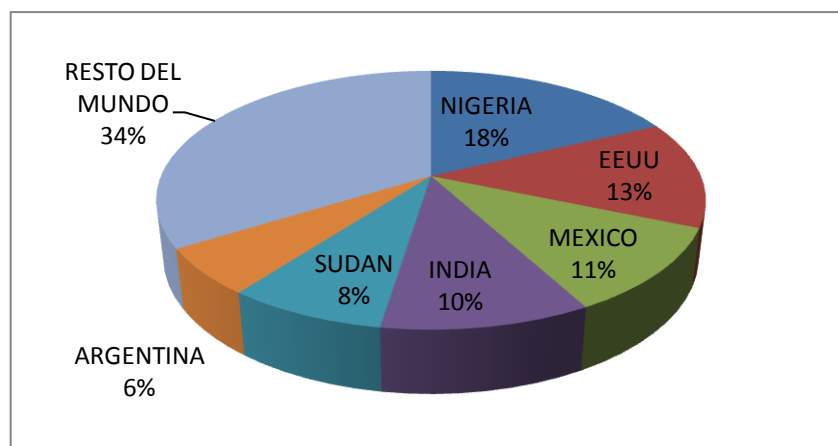
1.5.3 Contexto internacional

La superficie cosechada de sorgo en el mundo se ha mantenido en un promedio de 41 millones de hectáreas en los diez últimos años. El rendimiento se ha elevado en 1.6 ton/ha producidas en el año 2000 ha 1.6 en el año 2010, lo cual ha elevado la producción en ese periodo, el un ritmo de crecimiento de 1.7% anual.

El volumen de producción, en el ciclo 2010/11, alcanzo las 65.2 millones de toneladas, la segunda producción mas alta en diez años. Sin embargo, de acuerdo con las estimaciones del USDA, en el ciclo 2011/12 la producción disminuirá a 62.8 millones de toneladas, debido a una disminución del rendimiento en 100 kg/ha, alcanzando 1.5 ton/ha.

Para el ciclo 2011/12 la oferta de sorgo en el mundo se mantendrá ajustada, debido a la caída de 3.8% en la producción y de 3.5% en los países exportadores, Estados Unidos disminuirá su oferta un 8.2%, lo cual afectara a importaciones como México y la Unión Europea.

En el ciclo 2010/11, Nigeria ocupó el primer lugar en la producción de sorgo (11.7 millones de toneladas), seguido por EEUU (8.8), México (7.0), India (6.8), Sudan (5.2) y Argentina (3.8), juntos producen el 66.2% de la producción mundial.



Gráfica 18. Principales Productores de Sorgo en el Mundo (Ciclo 2010/11)

Fuente: Elaboración propia con datos del USDA

El consumo mundial de este grano se incremento en el ciclo 2010/11 un 5.5% respecto al ciclo previo, al alcanzar 64.6 millones de toneladas y ha crecido a una tasa promedio de 1.3% en diez años. Para el ciclo 2011/12 se espera que el consumo sufra una disminución de 3.0% , que ubicara al consumo mundial en 62.6 millones de toneladas.

Los cinco principales países productores son consumidores de sorgo en el mundo (EEUU, México, India, Sudan y Argentina), con el 58.9% de participación.

1.6 Análisis del cultivo del Trigo

El trigo (*triticum ssp*), es una planta gramínea anual con espigas de cuyos granos molidos se saca la harina. Los granos de trigo común pueden ser blandos o duros. La altura de la planta varía entre 30 y 150 cm; el tallo es recto y cilíndrico; la hoja es lanceolada, cada planta tienen de cuatro a seis hojas.

El trigo es el cereal que más se utiliza en la alimentación humana, su importancia reside principalmente en su alto valor energético, además de que contiene más proteínas que el maíz y el arroz.

El trigo se puede dividir en tres grandes grupos: trigos duros (hard) o panificables, trigos suaves (soft) o galleteros y trigos cristalinos (durum) o semoleros y pasteleros.

1.6.1 Contexto nacional

En México el trigo ocupa el segundo lugar en la producción de cereales, con alrededor del 14% de la producción nacional. En 2009 el valor generado por la producción de este grano represento el 2.5% del PIB primario y el 0.1 % del PIB total.

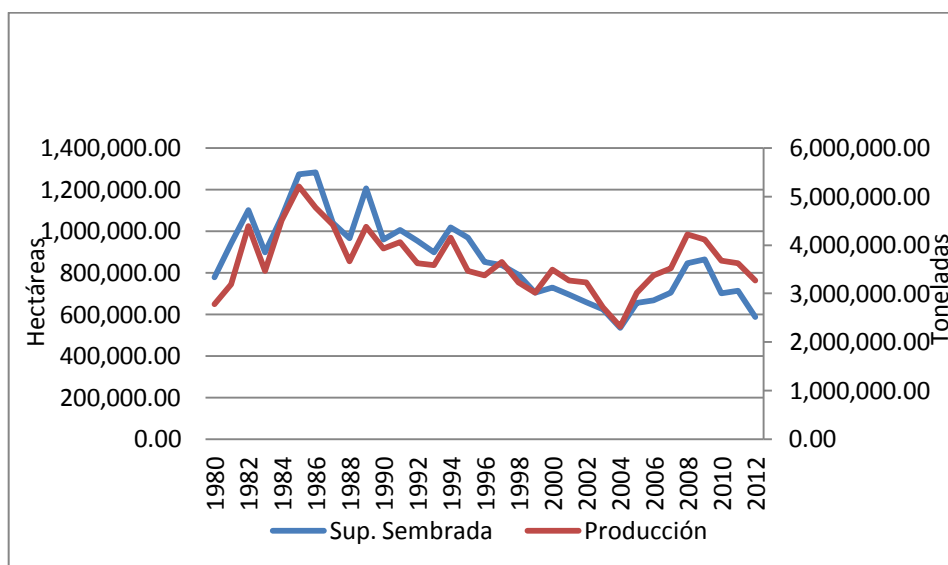
La superficie sembrada de trigo en México no tiene una fuerte dependencia de los factores climáticos, ya que un 80.5% cuenta con tecnificación de riego y es sembrada en el ciclo Otoño-Invierno (O-I). En este tipo de superficie se produce el 94.0% de la producción de este cereal.

La mayor proporción de superficie sembrada en el ciclo O-I se debe a los requerimientos de mayor humedad y temperatura más templada, condiciones que se dan preferentemente en los estados del noroeste y norte del país en los últimos meses del año.

Entre el año de 1986 y 2004 se registró una disminución en la superficie sembrada de trigo en México de casi 60%, lo cual repercutió en un menor

volumen de producción, que disminuyó en ese periodo en 51.3%. Sin embargo, desde el año 2005, se observa un incremento en los niveles de producción impulsados por el alza a nivel mundial en el precio de los principales granos.

Entre el año de 2004 y 2009 se registró un crecimiento promedio anual de la superficie sembrada y producción de trigo del 10.1% y 12.1%, respectivamente. En el año 2009 la superficie alcanzó 866 mil hectáreas y la producción 4.1 millones de toneladas con un valor cercano a los 12 millones de pesos. Y como puede observarse en el grafico siguiente en los siguientes años ha venido disminuyendo hasta llegar en 2012 a 589,014 hectáreas sembradas y una producción de 3,274,336 toneladas.

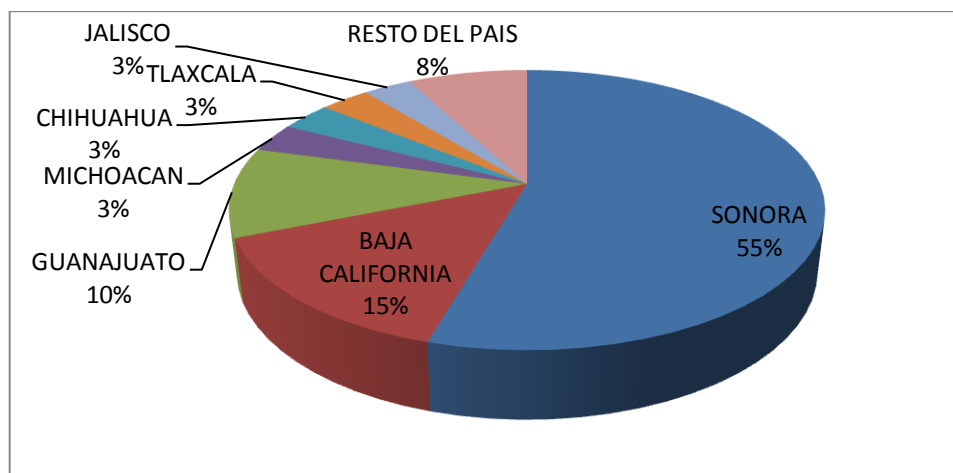


Gráfica 19. Superficie Sembrada y Producción de Trigo en México, 1980-2012. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

En México, entre 2007 y 2009, el 52.05 de la superficie sembrada de trigo se destino a la variedad suave, generando el 46.2% de la producción total de trigo se destino a la variedad suave, generando el 46.2% de la producción total de

trigo; el 42.1% de la superficie se destino a trigo cristalino; que genero el 50.1% de la producción y en el 5.9% de la superficie se sembró trigo fuerte y medio fuerte, que genero apenas el 3.7% de la producción nacional.

El principal estado productor de trigo es Sonora, que en el año 2012 tuvo una producción de 1,784,562.72 toneladas, que representó el 55% de la producción nacional. Cabe resaltar que este estado mantiene la totalidad de su producción en zonas de riego, permitiéndole alcanzar una productividad de 7 ton/ha en ese año, la mayor registrada a nivel nacional.



Gráfica 20. Principales Estados Productores de Trigo (2012)

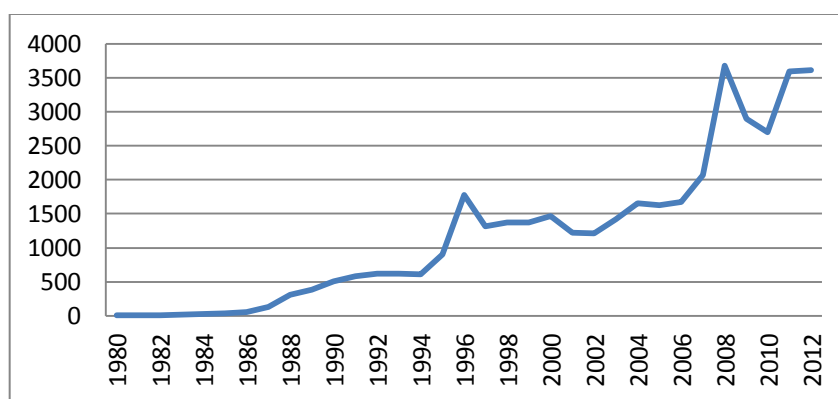
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Los estados de Guanajuato, Baja California, Chihuahua y Michoacán son también importantes productores de trigo en México con el 10%, 15%, 3% y 3% de la producción respectivamente.

El precio de mercado del trigo a nivel nacional se incremento desde mediados de marzo de 2007 hasta mediados de marzo de 2008 en mas de 100% como

consecuencia del aumento de precios de los alimentos a nivel internacional, lo cual represento una oportunidad para los productores.

El precio medio rural se incremento en 77.5% entre 2007 y 2008, al pasar de \$2,073.2 por tonelada el primer año mencionado a \$3,679.9 en 2008. Para 2009 el precio disminuyo solo en 21.4% para llegar a \$2,892, para 2012 aumenta hasta los \$3,608.10/ton.



Gráfica 21. Precio Medio Rural de Trigo en México (\$/Ton)

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Desde junio 2010 a marzo de 2011, se produjo una nueva escalada en precios como consecuencia del temor a que las reservas de este grano disminuyeran. Estos temores se debieron a las afectaciones climáticas y desastres naturales en el mundo. Como la sequia extrema de Rusia, uno de los principales exportadores mundiales, que en vista de lo ocurrido decreto la prohibición de exportaciones de trigo primero hasta el mes de diciembre de 2010 y después hasta el 1ro. de julio de 2011. Asimismo Europa sufrió intensas lluvias de verano en el sureste del continente, que también afectaron las expectativas de oferta.

1.6.2 Comercio exterior

México es un importador neto de trigo, con un saldo negativo alcanzado en 2010 de 759 millones de dólares o 3.1 millones de toneladas del cereal.

Cuadro 5. Comercio Exterior del Trigo (Miles de Toneladas)

Año	Producción	Comercio Exterior		Oferta Nacional /1	Consumo aparente /2	Consumo per cápita (kg/hab)
		Import.	Export.			
2000	3,493.2	2,794.4	548.1	6,287.6	5,739.6	58.3
2001	3,275.5	3,385.8	513.0	6,661.3	6,148.3	61.7
2002	3,236.2	3,139.8	439.6	6,376.0	5,936.3	58.8
2003	2,715.8	3,499.9	565.1	6,215.7	5,650.6	55.4
2004	2,321.2	3,585.5	343.0	5,906.7	5,563.7	54.0
2005	3,015.2	3,717.6	394.6	6,732.8	6,338.2	61.0
2006	3,378.1	3,446.6	536.4	6,824.8	6,288.4	60.0
2007	3,515.4	3,252.6	569.2	6,768.0	6,198.8	58.6
2008	4,213.5	3,217.0	1,397.6	7,430.6	6,032.9	56.6
2009	4,116.2	2,776.9	1,136.3	6,893.1	5,756.8	53.5
2010	3,742.0	3,495.5	437.0	7,237.5	6,800.0	60.4

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

1/ Producción+importaciones

2/ Producción+importaciones-exportaciones

Las importaciones crecieron en promedio entre el año 2000 y 2005 en un 5.9% anual y posteriormente decrecieron a un ritmo de 7.0% anual de 2005 a 2009, sin embargo, de acuerdo con cifras preliminares, para 2010 las importaciones presentaron un fuerte incremento, de casi 26% respecto al año anterior, colocándose en 3.5 millones de toneladas, con un valor de 847 millones de dólares.

Por su parte, entre 2000 y 2005, las exportaciones disminuyeron a un ritmo de 6.4% anual, mientras que en el periodo de 2005 a 2009 aumentaron 30.3%

anual. No obstante el crecimiento mostrado, para el cierre preliminar de 2010, se muestra un desplome de las exportaciones de 61.5% respecto al año anterior, alcanzando 437 mil toneladas, con un valor de 88 millones de dólares.

El aumento de importaciones y la disminución en las exportaciones durante 2010. Se explica por la menor superficie sembrada en este año en nuestro país, que repercutió en una menor producción disponible para el abasto nacional.

México exporta prácticamente la totalidad del volumen de trigo de acuerdo con la fracción 10.01.10.01 *Trigo durum* (*triticum durum*, *Amber durum* o trigo cristalino), mientras que las exportaciones corresponden en cerca de un 85% a la fracción 10.01.90.01 y 10.01.90.02, correspondientes a *Trigo común* (*triticum aestivum* o “trigo duro”).

En 2010, México exportó trigo a un total de 23 países, aunque el grueso del volumen fue exportado prácticamente a solo 9 de ellos: el 49.7% se destino a Italia, el 15.9% a Perú, el 12.4% a Túnez, el 8.2% a Guatemala, el 6.3% a Argelia, el 3.6% a Turquía, el 1.5% a Canadá, el 1.3% a Cuba y el 1.2% EEUU.

Un total de 16 países importaron trigo a México durante 2010, aunque solo son 3 los que concentraron prácticamente la totalidad del volumen: el 99.2% provino de los países socios del TLCAN (74.6% de las importaciones provino de EEUU y el 24.6% de Canadá) y el 0.8% de Francia.

Analizando los precios asociados a las importaciones y exportaciones de trigo en México, encontramos que muestran un incremento sustancial en el 2008 debido a la crisis alimentaria mundial.

Capítulo 2. Materiales y Métodos

La metodología utilizada en el presente trabajo de investigación está integrada por la utilización del modelo AIDS propuesto por Deaton y Muellbauer (1980).

2.1 Características de la demanda de alimentos

Lo que el consumidor está dispuesto, y puede pagar por una cierta cantidad de un bien alimenticio, en un momento en el tiempo, en un mercado determinado, bajo un precio del producto; de sus bienes sustitutos o complementarios; y con cierto nivel de ingreso, representa la demanda del consumidor por ese producto. Es importante destacar que la demanda no es lo mismo que desear o necesitar, y por ello, el enfoque del consumidor es diferente del enfoque nutricional. Para que se demande el bien, el consumidor no sólo debe desear ese producto sino debe además poder adquirirlo en el mercado.

Un parámetro de suma importancia en el análisis de la demanda por productos agropecuarios, es la elasticidad ingreso, es decir, cómo cambia la cantidad demandada ante cambios en el ingreso del consumidor. Aplicando la Ley Engel, conforme un país se desarrolla y su nivel de ingreso per cápita aumenta, también aumentará la demanda por alimentos, pero en una menor proporción que el aumento del ingreso (Colman y Trevor, 1974). Por ello, conforme se desarrolla económicamente un país, su participación en el ingreso nacional irá cayendo (Flores, 1972). Así mismo, a nivel de cada producto las elasticidades ingreso determinarán que a medida que se incrementa el ingreso, se generan las señales económicas para que se origine un proceso de reasignación de los

recursos dentro del sector. Lo anterior se debe a que existen productos que tienen una baja elasticidad ingreso, incluso puede llegar a ser negativa.

Debido a las diferencias en las elasticidades ingreso, los patrones de consumo van cambiando a medida que ocurren los cambios en el ingreso. Estos patrones dependerán del nivel de ingreso inicial; los consumidores pobres presentan una mayor elasticidad ingreso que los ricos, y su patrón de consumo será muy diferente. Es importante señalar que a medida que se desarrolla una economía o que cambia la distribución del ingreso, serán afectados no sólo el patrón de consumo será muy diferente. Es importante señalar que a medida que se desarrolla una economía o que cambia la distribución del ingreso, serán afectados no sólo el patrón de consumo sino también en cómo se asignan los recursos productivos en el sector agropecuario.

La teoría económica sugiere que la demanda por alimentos en el agregado o por productos individuales será precio inelástica. Las fluctuaciones muy fuertes en precios se verán en productos cuya demanda sea inelástica. La demanda por algunos productos (con sustitutos muy cercanos) podrá ser precio elástica. Algunos estudios indican que la demanda por alimentos es más elástica en hogares de bajos ingresos que en hogares de altos ingresos (Colman y Trevor, 1974).

Los consumidores modifican su comportamiento de acuerdo a las señales económicas que reciban de los mercados. En ese sentido, el ingreso y los precios son las variables fundamentales. Por lo que conocer las magnitudes y

los signos de las elasticidades ingreso, precio y cruzadas es de gran importancia. Esto se debe a que la efectividad de la intervención gubernamental, dependerá en gran medida de que tan bien se conozca cómo será la reacción de los consumidores ante los cambios en el entorno económico.

Adicionalmente, cabe destacar que no debe perderse de vista el hecho de que la evolución de variables macroeconómicas como las tasas de interés y el tipo de cambio, pueden provocar efectos considerables sobre las decisiones de consumo.

2.2 Aspectos teóricos de la demanda

2.2.1 Preferencia del consumidor

La utilidad puede ser entendida como una representación de las preferencias del consumidor sobre canastas de consumo (grupo de bienes). Todo lo que se requiere para un índice de utilidad, es una regla que asigne los números mayores a las canastas de consumo preferidas y los números menores a las menos preferidas. Se dice que un índice es ordinal si es interpretado como una representación de orden de rango entre los elementos que componen el índice. En la actualidad, la teoría del consumidor está basada en el supuesto de la teoría ordinal de la utilidad. Los supuestos cardinales como la utilidad marginal decreciente ya no son referidos en el desarrollo de la teoría de la demanda, incluso, las demandas con pendientes descendentes no dependen de la utilidad cardinal.

En ese sentido, un índice de utilidad es una presentación de las preferencias ordinales del consumidor. Por lo que la maximización de la utilidad no persigue elegir el número más grande, sino seleccionar la canasta de consumo más preferida y que está permitida por un ingreso o presupuesto del consumidor.

Se asume que existen sólo dos bienes de consumo, el bien X (pueden ser agregados) y el bien Y. En esta forma, se pueden presentar las decisiones de un consumidor en una gráfica de dos alimentos.

Los consumidores son considerados como si ordenaran en rango las canastas de bienes, y eligen entre ellas una canasta de consumo x unidades de X y y unidades del bien Y. La figura 1, muestra dos posibles canastas de consumos descritas por los puntos A y B. A consiste en X_A y Y_A ; B consiste en X_B y Y_B .

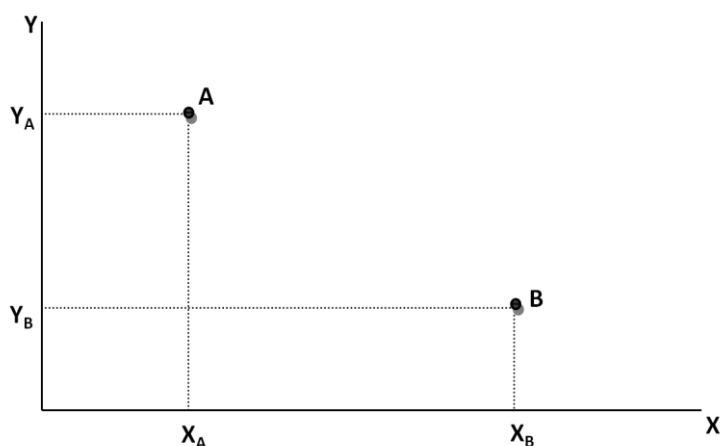


Figura 1. Dos canastas de consumo.

Con la finalidad de presentar las preferencias del consumidor entre las canastas de consumo en un índice expresado en números reales, se imponen supuestos consistentes en esas preferencias, los cuales son similares a las propiedades

de los números reales. En ese sentido, a continuación se establecen los axiomas que permiten la presentación matemática de las preferencias.

Axioma 1. Las preferencias son completas. Para cualesquiera dos canastas de consumo q^1 y q^2 , un consumidor puede hacer las siguientes comparaciones:

1. q^1 es preferido a q^2 ($q^1 \geq q^2$);
2. q^2 es preferido a q^1 ($q^2 \geq q^1$); y
3. q^1 es indiferente a q^2 ($q^1 \sim q^2$)

Este axioma implica que un consumidor puede hacer comparaciones para cada posible par de canastas de bienes.

Axioma 2. Las preferencias son reflexivas. Si al consumidor se le presenta una situación en que dos canastas de consumo son idénticas, de tal manera que $q^1 = q^2$ en todos los aspectos, $q^1 \sim q^2$. Esto quiere decir que si q^1 y q^2 son lo mismo, el consumidor ordena en el mismo rango.

Axioma 3. Las preferencias son transitivas o consistentes. Si el consumidor prefiere q^1 que q^2 y q^2 que q^3 , entonces el consumidor también prefiere q^1 que q^3 ($q^1 \geq q^2 \geq q^3$, entonces $q^1 \geq q^3$). También, si un consumidor es indiferente entre q^1 y q^2 y entre q^2 y q^3 , entonces el consumidor es indiferente entre q^1 y q^3 ($q^1 \sim q^2$ y $q^2 \sim q^3$, entonces $q^1 \sim q^3$).

Este supuesto expresa que las preferencias del consumidor son internamente consistentes. Por lo tanto, si a q^1 se le asigna un número mayor o igual que el asignado a q^2 , y a q^2 se le asigna un número mayor o igual que el asignado a

q^3 , entonces el número asignado a q^1 y q^3 ($q^1 \geq q^3$), aun describe la relación de preferencia entre q^1 y q^3 .

Axioma 4. Las preferencias son continuas. Si una canasta q^1 es preferida a la canasta q^2 y la canasta q^3 es lo suficientemente cercana a la canasta q^2 (q^2 es el límite de q^3), entonces q^1 es también preferida a q^3 ($q^1 \geq q^2$ y $q^3 \sim q^2$, entonces $q^1 \geq q^3$). La importancia de este supuesto se puede analizar a través del siguiente ejemplo, suponiendo que un consumidor tuvo las siguientes preferencias: primero ve la cantidad disponible de X; la canasta con mas X es preferida a la canasta con menos X, no importando la cantidad de Y que este disponible. Sin embargo, si dos canastas tienen la misma cantidad de X, la canasta con más Y es preferida. Estas preferencias son llamadas lexicográficas, y son ilustradas en la 2.

Con el criterio anterior, q^1 es preferido a q^2 (porque $X_2 > X_1$), y q^3 es también preferida a q^2 porque ($Y_2 > Y_1$ y los valores de X son los mismos). Ahora, si se considera si se considera el punto q^4 , el cual es muy cercano a q^2 pero con muy poco más de X que q^3 . Para satisfacer continuidad, q^3 también deberá ser preferido a q^4 , pero por afirmación de las preferencias lexicográficas, aun el pequeño incremento en X es preferido a cualquier incremento Y para una cantidad dada de X. El supuesto de continuidad descarta ésta y otras discontinuidades en la preferencia.

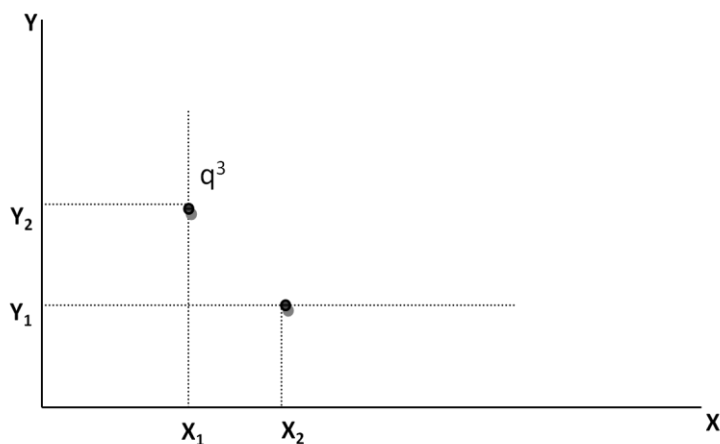


Figura 2. Preferencias lexicográficas

En resumen, los axiomas 1 a 4, son propiedades fundamentales de los números reales, los cuales son utilizados para construir el índice de utilidad. El axioma 1, indica que cada punto en la recta de los números reales tiene asignado un valor específico. El axioma 2, se refiere a que dos puntos idénticos en la recta de los reales tienen asignado el mismo valor. El axioma 3, establece que si $X > Y$ y $Y > Z$, entonces X debe ser preferido a Z . El cuarto axioma señala que si $X > Y$ en la recta de los reales, entonces existe otro número, Y' (entre X y Y) tal que $X > Y'$. Los cuatro axiomas tomados juntos, son necesarios y suficientes para la existencia de la representación numérica de la utilidad. Para dos bienes, la relación funcional que asigna números a las canastas de consumo es llamada función de utilidad y se expresa como: $U = U(X, Y)$.

Axioma 5. Las preferencias exhiben no-saciedad. Dadas dos canastas de consumo q^1 y q^2 , con la propiedad de que X en q^1 es igual que en q^2 y el Y en q^1 es mayor que el Y en q^2 , el consumidor siempre preferirá q^1 a q^2 . En otras palabras, si q^1 es igual a q^2 en una dimensión y mayor que q^2 en otra

dimensión, entonces q^1 es preferido a q^2 . Este supuesto es referido como “más es mejor”. El axioma 5. Descarta curvas de indiferencia (lugar geométrico que representa las distintas combinaciones de bienes que generan un mismo nivel de utilidad) circulares.

Axioma 6. Convexidad. Las curvas de indiferencia exhiben tasa marginal de sustitución (esta tasa describe la cantidad de Y a la que un individuo esa dispuesto a renunciar para obtener una unidad de X adicional y mantener el mismo nivel de utilidad, es sobre la misma curva de indiferencia) decreciente, por lo que se presentan curvas convexas al origen.

2.2.2 Maximización de la utilidad y la demanda

Cuando son satisfechos los seis axiomas, se pueden representar las preferencias por una función de utilidad con superficies de nivel que son convexas al origen. Se supone que el consumidor seleccionará la canasta de consumo “más preferida” y que es permitida o está dentro de su línea de presupuesto. Así mismo, los seis axiomas permiten representar la elección del consumidor como si éste estuviera maximizando la función de utilidad utilizada como una representación.

Con la finalidad de precisar el concepto de maximización de la utilidad, se considera necesario desarrollar el concepto de cuáles elecciones puede hacer un consumidor. Sobre el particular, la selección esta dada por el conjunto de canastas de consumo que “no son muy caras”, dado el presupuesto del consumidor y los precios de mercado de los bienes consumidos.

A efecto de ilustrar el proceso de maximización de la utilidad u , donde u es una función de $u(q)$, y $q=(q_1, q_2, \dots, q_k)$ son el Lagrangiano:

$$\text{Max } u = u(q), \text{ sujeto a la restricción } \sum_j p_j q_j = x$$

Donde $u = u(q)$, es la función de utilidad y $\sum p_k q_k = x$ es la función de presupuesto, el cual se gasta completamente en la compra de los bienes q_j que constituyen una canasta a los precios p del bien j ; $j=1, 2, \dots, k$.

Suponiendo que la restricción se mantiene como una igualdad, el Lagrangiano (L) es:

$$L = u(q) + \lambda(x - \sum_j p_j q_j), \text{ donde } \lambda \text{ es el multiplicador de Lagrange}$$

Las condiciones de primer orden para los i -ésimos elementos de q , son las derivadas parciales siguientes:

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} = \frac{\partial u(q)}{\partial q_i} - \lambda p_i = 0, i = 1, 2, \dots, k.$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = x - \sum_j p_j q_j = 0$$

Dado que se tienen $k+1$ ecuaciones y $k+1$ variables desconocidas ($q_1, q_2, \dots, q_k$ y λ), la solución es el sistema de demanda Marshallianas:

$$q_i = g_i(x, p) \dots \dots \dots (1)$$

Así como el caso de la teoría de la producción de bienes que busca minimizar el costo para obtener un nivel de producción dados los precios de los insumos, por el lado de la teoría del consumidor también se aplica la *dualidad*. En este caso, existe dualidad entre la función del gasto y las funciones de demanda compensadas. La función de gasto es el mínimo gasto necesario para lograr un nivel de utilidad U , dados los precios de los bienes. Por lo tanto, la minimización del gasto es el “dual” o equivalente inverso de maximizar la utilidad, es decir:

$$\text{Min } x = \sum_j p_j q_j, \text{ sujeto a la restricción } u = u(q)$$

Estableciendo el Lagrangiano se tiene:

$$L = \sum_j p_j q_j + \mu[u - u(q)]$$

Se obtienen las derivadas parciales respecto a q_1 y a μ :

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} = p_i - \mu \frac{\partial u(q)}{\partial q_i}, i = 1, 2, \dots, k$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = u - u(q)$$

De acuerdo con los resultados, se tienen $k+1$ ecuaciones y $k+1$ variables desconocidas ($q_1, q_2, \dots, q_k$ y μ). La solución del problema es lo que se conoce como sistema de demandas Hicksianas o compensadas, el cual establece la magnitud en que q es afectado por los precios, dada una utilidad (u) constante:

$$q_i = g_i(x, p) = h_i(u, p) \dots \dots \dots (2)$$

Las soluciones a los problemas establecidos en las ecuaciones (1) y (2), se sustituyen en los problemas primal y dual, a efecto de obtener la máxima utilidad y el costo mínimo. De manera formal se tiene:

$$u = u(q_1, q_2, \dots, q_n) = u[g_1(x, p), g_2(x, p), \dots, g_n(x, p)] = \Psi(x, p) \dots \dots (3)$$

$$x = \sum_j p_j q_j(u, p) = c(u, p) \dots \dots \dots (4)$$

La función $\Psi(x, p)$ es la utilidad máxima factible dados los precios p y el presupuesto x . Esta expresión es conocida como la función de utilidad indirecta (la función de utilidad indirecta debe cumplir con las propiedades de ser creciente en (x) , decreciente en (p) , homogénea de grado cero en (x, p) y convexa en (p)) y puede ser definida como:

$$\Psi(x, p) = \max_{(q)} [u(q); \sum p_k q_k = x]$$

Por otra parte, la expresión $c(u, p)$ es conocida como la función del gasto, dados los precios y un nivel de utilidad. Esta función se puede definir como:

$$c(u, p) = \min(q)$$

$$c(u, p) = \min_{(q)} \left[\sum_j p_j q_j; u(q) = u \right]$$

Ambas funciones (de gasto y de utilidad indirecta) están fuertemente relacionadas; por lo que, $c(u, p) = x$, se puede invertir para que la “ u ” resultante

se exprese como una función de x y de p , dando como resultado $u=\Psi(x,p)$. Igualmente, la inversión de $u=\Psi(x,p)$ conduce a $x=c(u,p)$.

A efecto de alcanzar mayor precisión sobre los conceptos en mención se considera necesario establecer las propiedades de las funciones de costo (estas funciones deben cumplir con las propiedades de ser creciente en u y en p . homogénea de grado uno en p y cóncava en p)

Propiedad 1. La función de costo es homogénea de grado uno en los precios. Es decir, para un escalar $\theta > 0$.

$$C(u, \theta p) = \theta c(u, p)$$

Esta es una consecuencia directa de la expresión (4); si los precios se duplican, es necesario que se duplique el presupuesto para mantenerse en la misma curva de indiferencia.

Propiedad 2. La función de costo es creciente en u , no decreciente en p y creciente en por lo menos un precio. Esta propiedad se deriva directamente del axioma de no saciedad. Dados ciertos precios, el consumidor tiene que gastar más para tener más utilidad; mientras que si los precios se incrementan, se requiere incrementar el gasto para mantenerse en el mismo nivel de utilidad o satisfacción.

Propiedad 3. La función de gasto es cóncava en los precios. La concavidad implica que si los precios se incrementan, el costo no incrementa linealmente.

Esto se debe a que el consumidor minimiza su costo, reordenando las compras con el fin de tomar ventaja de los cambios en la estructura de precios.

Propiedad 4. La función de costos es continua en p , y la primera y segunda derivadas con respecto a p , siempre existen.

Propiedad 5. Cuando existen las derivadas parciales de la función de gasto con respecto a los precios, se establecen las funciones de demanda Hicksianas. De manera formal esto es:

$$\frac{\partial c(u,p)}{\partial p_i} \equiv h_i(u,p)=q_i \dots \dots \dots (5)$$

Para probar lo anterior, sea un vector de precios arbitrario p^0 , un nivel de utilidad u y el vector correspondiente de cantidades q^0 . para cualquier otro vector de precios p , la función $Z(p)$ puede ser definida como:

$$Z(p) = \sum_j p_j q_j^0 - c(u, p)$$

Dado que q^0 no es forzosamente óptimo para p , el costo de q^0 en p debe ser por lo menos tan grande como el costo del vector óptimo en p , es decir $c(u,p)$. En consecuencia, siempre $Z \geq 0$. Si se conoce que $Z=0$ o que alcanza su mínimo cuando $p=p^0$, por lo tanto, si las derivadas existen en p^0 se tiene que:

$$\frac{\partial Z(p^0)}{\partial p_i} = q_i^0 - \frac{\partial c}{\partial p_i}(u, p^0) = 0, i = 1, 2, \dots, k$$

La propiedad 5, o Lema de Shephard es equivalente a conocer ya sea la función de utilidad y las demandas compensadas de los bienes ó conocer la

función del gasto. Asimismo, permite moverse de funciones de costo a funciones de demanda que minimizan el costo. Asimismo, el Lema Shephard produce sistemas de demanda Marshallianas a partir de las funciones de costo, a través de métodos de sustitución. En la ecuación (5), las cantidades son una función de u y p ; por otro lado, la función de utilidad indirecta expresada en la ecuación (3) proporciona u en términos de x y p . Por lo tanto, la sustitución de $u = \Psi(x, p)$ en las demandas Hicksianas genera q en términos de x y p ; esto es el sistema de demandas Marshallianas:

$$q_i = h_i(u, p) = h_i[\Psi(x, p), p] = g_i(x, p), \quad i = 1, 2, \dots, k \dots \dots \dots (6)$$

A partir de las demandas Marshallianas y utilizando a la función de costo para expresar x en términos de u y p , se tiene que:

$$q_i = g_i(x, p) = g_i[c(u, p), p] = h_i(u, p), \quad i = 1, 2, \dots, k \dots \dots \dots (7)$$

Dado que las funciones de utilidad indirecta y de costo son inversas, se produce la identidad:

$$\Psi[c(u, p), p] \equiv u$$

Ahora, diferenciando con respecto a p_i , manteniendo u constante y utilizando la regla de la cadena, se tiene:}

$$\frac{\partial \Psi}{\partial x} * \frac{\partial c}{\partial p_i} + \frac{\partial \Psi}{\partial p_i} = 0$$

$$q_i = g_i(x, p) = - \frac{\partial \Psi / \partial p_i}{\partial \Psi / \partial x}$$

2.2.3 Propiedades de las funciones de demanda Marshallianas y Hicksianas

Propiedad 1. Aditividad. El valor total de las funciones de demanda Hicksianas y Marshallianas, es el gasto total, esto es:

$$\sum_j p_j q_j(u, p) = \sum_j p_j q_j(x, p) = x$$

Propiedad 2. Homogeneidad. Las funciones de demanda Hicksianas son homogéneas de grado cero en los precios e ingreso; mientras que las funciones de demanda Marshallianas lo son en el gasto y en los precios. Sea un escalar $\theta=0$:

Entonces:

$$h_i(u, \theta p) = h_i(u, p) = g_i(\theta x, \theta p) = g_i(x, p), i=1, 2, \dots, k$$

Por lo tanto las demandas Hicksianas son derivadas de una función homogénea de grado uno, y por consiguiente son homogéneas de grado cero. Debido a las características de las curvas de indiferencia, sólo los precios relativos son necesarios para determinar la demanda. Las propiedades de aditividad y homogeneidad son resultado de la especificación de una restricción presupuestaria.

Propiedad 3. Simetría. Las derivadas precio cruzadas de las demandas Hicksianas son simétricas. La simetría prueba la consistencia en las preferencias del consumidor. Para toda $i \neq j$:

$$\frac{\partial h_i(u, p)}{\partial p_j} = \frac{\partial h_j(u, p)}{\partial p_i}, 1 \leq i, j \leq u$$

Propiedad 4. Negatividad. La matriz de rango $n \times n$ formada por los elementos de las derivadas parciales $\frac{\partial h_i}{\partial p_j}$, es negativa semidefinida, esto es para cualquier vector ξ , la forma cuadrática será:

$$\sum_i \sum_j \xi_i \xi_j \partial h_i / \partial p_j \leq 0$$

La negatividad se origina de la concavidad de las funciones de costo (debido a que los costos son minimizados) o su “dual”, que la utilidad es maximizada. Por consiguiente, la simetría y negatividad se producen de la existencia de las preferencias consistentes.

2.3 El modelo AIDS

Sea el siguiente modelo que relaciona al valor de las participaciones en el gasto con los logaritmos del gasto total:

$$w_i = \alpha_i + \beta_i \log x, i=1,2,\dots,k \dots \dots \dots (8)$$

Para utilizar el AIDS en el análisis de series de tiempo, es necesario desplegar el modelo para incluir los efectos de los precios. Por lo tanto, los parámetros α y β se pueden hacer funciones de los precios de diversas maneras. Si se define la función de la manera siguiente:

$$\log c(u, p) = a(p) + u b(p) \dots \dots \dots (9)$$

donde $a(p)$ y $b(p)$ son funciones de precios que originan las demandas de la forma de la ecuación (8). Si se establece que:

$$a(p) = \alpha_0 \sum_k \alpha_k \log p_k + 1/2 \sum_k \sum_l \gamma_{kl}^* \log p_k \log p_l \dots \dots \dots (10)$$

$$b(p) = \beta_0 \prod p_k^{\beta_k} \dots \dots \dots (11)$$

donde:

α, β y γ^* son los parámetros.

Se puede verificar que para que la función de costo $c(u, p)$ sea homogénea en p , debe cumplir con:

$$\sum_{k=1}^n \alpha_k = 1, \sum_k \gamma_{kl}^* = \sum_l \gamma_{kl}^* = \sum_{k=1}^n \beta_k = 0$$

Si se sustituyen las ecuaciones (10) y (11) en la ecuación (9), se obtiene que la participación del gasto w_i puede ser derivada de $w_i = \partial \log c / \partial \log p_i$, lo cual resulta después de la sustitución de u :

$$w_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \log p_{jt} + \beta_i \log(x/P) \dots \dots \dots (12)$$

donde:

$i, j = 1, 2, \dots, n$. (n es el total de los bienes del subgrupo)

$t = 1, 2, \dots, T$. (T es el número total de observaciones en la muestra)

w_i = Es la i-ésima proporción del gasto

$$w_i = p_{jt}q_{jt} / \sum_{j=1}^n p_{jt}q_{jt}$$

p_{it} = Precios del bien j en el tiempo t

α_0 , γ_{ij} y β_i = Son los parámetros a estimar

X= Gasto de los bienes agregado

P= Es un índice de precios

P se define como:

$$\log P = \alpha_0 \sum_k \alpha_k \log(p_k) + 1/2 \sum_k \sum_l \gamma_{kl} \log p_k \log p_l \dots (13)$$

Se estimo el modelo utilizando los índices de precios Stone, los cuales fueron definidos como:

Base para el análisis Stone:

$$\log q_i = \alpha_i + e_i \log (x/P) + \sum_{k \in K} e_{ik}^* \log (p_k/P)$$

Por su parte, los parámetros γ están determinados por:

$$\gamma_{ij} = 1/2 (\gamma_{ij}^* + \gamma_{ji}^* = \gamma_{ji} \dots \dots \dots (14)$$

Con la finalidad de terminar de definir el Sistema de Demanda Casi Ideal propuesto por Deaton y Muellbauer (1980), éste debe cumplir con las siguientes restricciones, a efecto de hacerlo consistente con la teoría económica:

1. La agregación requiere para toda j :

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = \sum_{i=1}^n \beta_i = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

2. La homogeneidad se satisface sólo si para toda j :

$$\sum_k \gamma_{jk} = 0$$

3. La simetría se satisface por:

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

Las restricciones de aditividad, simetría y homogeneidad están implícitas en la maximización de utilidad. La aditividad y homogeneidad se derivan de las restricciones de la función de costo $c(u, p)$ analizadas. La restricción de simetría se deriva de la ecuación (14). Sin embargo, la estimación sin restricciones de (12) sólo puede satisfacer la restricción de aditividad, por lo que el Modelo AIDS ofrece la oportunidad de probar simetría y homogeneidad al imponer éstas al modelo.

El AIDS tiene propiedades deseables tales como: es una representación flexible del sistema de demanda arbitrario y puede satisfacer la agregación exacta entre consumidores. Asimismo, al agregador de precios P de la ecuación (12), puede ser sustituido por un índice de precios, de tal manera que se obtiene un sistema de demanda lineal en la etapa de estimación. Para obtener el Modelo AIDS

lineal, Deaton y Muellbauer (1980) proponen reemplazar P de (1) por índice de precios Stone (P^s), el cual se define como:

$$\text{Log}(P^s) = \sum_{i=1}^n w_{it} \log(p_{it})$$

2.4 Estimación utilizando el AIDS

Cuando se utiliza el índice de precios Stone, el AIDS se linealiza. Por lo que al incluirle el subíndice “t” que definen series de tiempo y se le agrega el término error, el modelo se puede utilizar para la estimación econométrica. En ese sentido, el sistema de ecuaciones lineales será:

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \log p_{jt} + \beta_i \log(x_t/P^s) + \mu_{it} \quad (i = 1, 2, \dots, m; t = 1, 2, \dots, T)$$

De forma matricial el modelo se puede definir como: $Y=X\beta+\mu$. Si se escribe el modelo como sigue:

$$Y = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}_{(T \times m) \times 1} ; X = \begin{bmatrix} x_1 & 0 & . & 0 \\ 0 & x_2 & . & 0 \\ . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & x_m \end{bmatrix}_{(T \times m) \times \Sigma \beta} ; \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix}_{(T \times m) \times 1} ; \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix}_{(T \times m) \times 1}$$

Dado que los elementos de la matriz X conforman una diagonal, se pueden expresar de la siguiente forma:

$$X_i = \begin{bmatrix} 1 & \ln(p_1) & \ln(p_2) & \dots & \ln(p_n) & MR \\ 1 & \ln(p_1) & \ln(p_2) & \dots & \ln(p_n) & MR \\ . & . & . & \dots & . & . \\ 1 & \ln(p_1) & \ln(p_2) & \dots & \ln(p_n) & MR \end{bmatrix}_{(T \times k)}$$

donde: $MR = x_t / P^s$

$$x_t = \sum P_{it} Q_{it}$$

El Sistema de Demanda Casi Ideal linealizando puede escribirse como:

$Y = X\beta + \mu$, con valores muestrales de los errores que se distribuyen normalmente

con:

Media: $E(\mu) = 0$

Varianza:

$$E(\mu \mu') = \begin{bmatrix} E(U_1 U_1) & E(U_1 U_2) & \dots & E(U_1 U_m) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E(U_m U_1) & E(U_m U_2) & \dots & E(U_m U_m) \end{bmatrix}_{(m \times t) \times (m \times t)}$$

$$= \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 I & \sigma_{12}^2 I & \dots & \sigma_{1m}^2 I \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{m1}^2 I & \sigma_{m2}^2 I & \dots & \sigma_{mm}^2 I \end{bmatrix} = \Sigma \otimes I_{(TxT)}$$

$$E(\mu \mu') = \Sigma \otimes I$$

El estimador del modelo $Y = X\beta + \mu$ será:

$$\tilde{\beta} = [X'(\Sigma - 1 \otimes I)X]^{-1} X'(\Sigma - 1 \otimes I)Y$$

donde 1 es un vector $n \times 1$ de unos.

Se utilizó el método SUR (seemingly unrelated regression) de regresiones aparentemente no relacionadas, para la estimación de las elasticidades.

Asimismo el Sistema de Demanda Casi Ideal se puede estimar ecuación por

ecuación utilizando mínimos cuadrados ordinarios, siempre que se observen las restricciones de: aditividad, homogeneidad y simetría.

2.5 Elasticidades

Para interpretar el sistema de demanda se utilizaron las elasticidades precio Marshallianas (ϵ 's), las Hicksianas (δ 's) y la elasticidad gasto (η) definidas en las siguientes ecuaciones, para modelos con aproximación lineal al AIDS (Hayes et al., 1990)

$$\epsilon_{ii} = (\gamma_{ii}/w_i) - \beta_i - 1 \quad \text{Elasticidades precio propias Marshallianas}$$

$$\epsilon_{ij} = (\gamma_{ij}/w_i) - \beta_i(w_j/w_i) \quad \text{Elasticidades precio cruzadas Marshallianas}$$

$$\delta_{ii} = \left(\frac{\gamma_{ii}}{w_i}\right) - w_i - 1 \quad \text{Elasticidades precio propias Hicksianas}$$

$$\delta_{ij} = \left(\frac{\gamma_{ij}}{w_i}\right) + w_j \quad \text{Elasticidades precio cruzadas Hicksianas}$$

$$\eta_i = 1 + (\beta_i/w_i) \quad \text{Elasticidades del Gasto}$$

donde:

γ_{ij} y β_i = Estimadores de los parámetros del modelo AIDS

w_i =Proporcion del gasto para cada i-ésimo grupo de productos

Con la finalidad de identificar la demanda y el tipo de bienes dentro de la canasta seleccionada se aplicaron las siguientes reglas:

- i) Para las elasticidades precios propias o directas de la demanda
 - ε_{ii} ó $\delta_{ii} > 1$ Bienes con demanda elástica
 - ε_{ii} ó $\delta_{ii} < 1$ Bienes con demanda inelástica
 - ε_{ii} ó $\delta_{ii} = 1$ Bienes con demanda unitaria

- ii) Para las elasticidades cruzadas de la demanda
 - ε_{ij} ó $\delta_{ij} > 0$ Bienes sustitutos
 - ε_{ij} ó $\delta_{ij} < 0$ Bienes complementarios
 - ε_{ij} ó $\delta_{ij} = 0$ Bienes indiferentes

- iii) Para las elasticidades del gasto o del ingreso
 - $\eta_i < 0$ Bienes inferiores
 - $0 < \eta_i < 1$ Bienes normales
 - $\eta_i > 1$ Bienes superiores o de lujo

2.6 Información utilizada

Para la estimación del modelo AIDS se utilizaron series de datos de precios (precio medio rural) y cantidades anuales de producción (toneladas) para el periodo 1980-2012, de cinco tipos de granos que se analizan (Maíz, Sorgo, Trigo, Cebada y Avena). Los datos se obtuvieron del sistema de información agroalimentaria y pecuaria (SIAP).

Con datos obtenidos con la salida de SAS, se obtienen parámetros β 's, sin embargo no calcula todos los necesarios, los demás parámetros se obtuvieron con la salida de SAS, β_{15} es la suma de $-\beta_{11}-\beta_{12}-\beta_{13}-\beta_{14}$, el β_{21} es igual al β_{12} , el β_{25} es la suma de $-\beta_{21}-\beta_{22}-\beta_{23}-\beta_{24}$, β_{31} es igual a β_{13} y β_{32} igual a β_{23} , β_{35} es la suma de $-\beta_{31}-\beta_{32}-\beta_{33}-\beta_{34}$, β_{41} es igual al β_{14} , β_{42} igual al β_{24} y β_{43} igual al β_{34} , y β_{45} es la suma de $-\beta_{41}-\beta_{42}-\beta_{43}-\beta_{44}$.

El valor de los interceptos son las terminaciones cero de los parámetros, y el ultimo intercepto es la diferencia de uno menos la suma de los cuatro anteriores. Los datos del de la columna avena son los valores de los parámetros con terminaciones en uno (11,21,31,etc), los valores de la columna cebada son los valores de los parámetros con terminaciones dos (12,22,32,etc), y así hasta llegar a la columna de trigo con los valores de los parámetros con terminación cinco. Al igual que en los interceptos el último valor de cada columna de los cultivos se calculo con la diferencia de uno menos la suma de los cuatro valores anteriores.

Los β_i son los valores de las terminaciones seis de los parámetros. Finalmentre los w_i son las medias obtenidas de la salida de SAS.

Ya que se tienen todos los datos se pueden estimar las elasticidades precio propias, cruzadas y del gasto con las formulas descritas anteriormente en este capítulo.

Capítulo 3. Resultados

En el presente apartado se analizan los resultados tanto estadísticos como económicos de la estimación del modelo planteado. Dado que fueron probadas las restricciones impuestas al modelo AIDS de homogeneidad, simetría y aditividad utilizando el índice de precios Stone.

3.1 Parámetros estimados con el índice Stone

Mediante la aplicación del procedimiento SYSLIN/SUR de SAS, se obtuvieron los parámetros estimados con el índice Stone, bajo la imposición de las restricciones de homogeneidad, aditividad y simetría.

3.1.1 Restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría

Las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría impuestas por la teoría económica se resumen en las siguientes expresiones:

Aditividad:

$$\sum_k \alpha_k = 1 ; \quad \sum_k \beta_k = 0 ; \quad \sum_k \gamma_{kj} = 0$$

Homogeneidad:

$$\sum_k \gamma_{kj} = 0$$

Simetría:

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

Cuadro 6. Parámetros estimados empleando el índice Stone

Producto	Intercepto	Avena (A)	Cebada (C)	Maiz (M)	Sorgo (S)	Trigo (T)	MR
	α_i	γ_i					β_i
Avena	0.088808	0.003028	0.002319	-0.00356	0.000119	-0.001906	-0.00496
Cebada	-0.01690	0.002319	0.029689	-0.02093	0.00748	-0.018558	0.002409
Maiz	-3.59186	-0.00356	-0.02093	0.214481	-0.14693	-0.043061	0.246489
Sorgo	1.772714	0.000119	0.00748	-0.14693	0.168698	-0.029367	-0.09098
Trigo	2.747238	-0.001906	-0.018558	-0.043061	-0.029367	0.092892	-0.152958
Agregación y homogeneidad	$\sum \alpha_i = 1$	$\sum \gamma_i A = 0$	$\sum \gamma_i C = 0$	$\sum \gamma_i M = 0$	$\sum \gamma_i S = 0$	$\sum \gamma_i T = 0$	$\sum \gamma_i MR = 0$

Elaboración propia con base en PROC SYSLIN de SAS

De acuerdo con los resultados que se presentan en el cuadro anterior, se establece que el índice Stone cumple con las tres condiciones que impone la teoría económica, por lo que es confiable.

3.2 Elasticidades calculadas con los parámetros estimados

En este apartado se presentan los resultados de las elasticidades, las cuales se obtuvieron de los estimadores que se establecen en la sección anterior. En este sentido, se muestran los cuadros de las elasticidades precio propias y cruzadas, así como las del gasto, empleando el índice Stone.

3.2.1 Elasticidades precio propias y cruzadas Marshallianas

En el cuadro 7 se muestran las elasticidades precio propias y cruzadas, empleando el índice Stone.

Cuadro 7. Elasticidades precio propias y cruzadas Mashallianas empleando el índice Stone.

PRODUCTO	AVENA	CEBADA	MAIZ	SORGO	TRIGO
AVENA	-0.4597	0.4306	-0.0756	0.1857	-0.2040
CEBADA	0.0983	0.2632	-0.9570	0.2996	-0.8066
MAIZ	-0.0078	-0.0423	-0.9069	-0.3059	-0.1274
SORGO	0.0034	0.0512	-0.4765	-0.0105	-0.0829
TRIGO	-0.0069	-0.0987	0.3531	-0.0043	-0.2343

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Cuadro 6.

En el cuadro anterior se observa que las elasticidades precio propias Marshallianas de la avena, maíz, sorgo y trigo resultaron ser del signo esperado y menores a la unidad cumpliendo con la teoría económica, sin embargo la cebada presenta una elasticidad menor a la unidad pero con signo positivo, por lo tanto, esos productos presentan una demanda inelástica, con poca reacción al precio.

En el caso de las elasticidades precio cruzadas se observó una alta simetría en los signos a excepción de una combinación que registra signos contrarios. Las elasticidades que resultaron ser positivas, es decir que indican que los bienes son sustitutos fueron avena y sorgo, avena y cebada y cebada y sorgo. También se obtuvieron combinaciones de bienes complementarios, entre ellas se ubican las siguientes: avena y maíz, avena y trigo, cebada y maíz, cebada y trigo, maíz y sorgo, sorgo y trigo.

3.2.2 Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas

De igual forma en el cuadro anterior se muestran las elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas aplicando el índice Stone. El resultado de las

elasticidades precio propias es el mismo que el obtenido con las elasticidades Marshallianas, la avena, maíz ,sorgo y trigo resultaron ser del signo esperado y menores a la unidad cumpliendo con la teoría económica, sin embargo la cebada presenta una elasticidad menor a la unidad pero con signo positivo, por lo tanto, esos productos presentan una demanda inelástica, con poca reacción al precio.

En cuanto a las elasticidades precio cruzadas se obtuvo un mayor número de bienes sustitutos ya que la combinación que en las elasticidades Marshallianas tenían signos contrarios tienen signo positivo en este caso, los productos que resultaron sustitutos son: avena y sorgo, avena y maíz, avena y cebada, cebada y sorgo, maíz y trigo. También se obtuvieron combinaciones de bienes complementarios, entre ellas se ubican las siguientes: avena y trigo, cebada y maíz, cebada y trigo, maíz y sorgo, sorgo y trigo.

Cuadro 8. Elasticidades precio propias y cruzadas Hicksianas empleando el índice Stone

PRODUCTO	AVENA	CEBADA	MAIZ	SORGO	TRIGO
AVENA	-0.4703	0.4335	0.0021	0.2088	-0.1854
CEBADA	0.1045	0.2421	-0.2607	0.5066	-0.6395
MAIZ	0.0000	-0.0097	-1.2919	-0.0449	0.0834
SORGO	0.0063	0.0633	-0.1510	-0.2892	-0.0048
TRIGO	-0.0069	-0.0990	0.3475	-0.0060	-0.5389

Fuente: Elaboración propia con base en el Cuadro 6.

3.2.3 Elasticidades del gasto

En lo que respecta a las elasticidades del gasto se obtuvo que la avena y el sorgo se presentan como bienes normales, el maíz y la cebada se comportan como bienes superiores y por último el trigo como bien inferior.

Cuadro 9. Elasticidades gasto empleando el índice Stone

PRODUCTO	ELASTICIDAD DEL GASTO
AVENA	0.1230
CEBADA	1.1027
MAIZ	1.3903
SORGO	0.5154
TRIGO	-0.0089

Fuente: Elaboración propia con base en el Cuadro 6.

3.3 Aplicaciones del modelo AIDS

La aplicación del modelo AIDS sirve para obtener predicciones en la demanda de los productos que conforman la canasta de estudio, para ello se emplearon diferentes elasticidades Marshallianas, Hicksianas y de gasto usando el método SUR e índice Stone. La primera aplicación esta relacionada con los efectos de los precios y efectos sustitución derivados de un incremento generalizado de los precios en un 10%.

Al analizar los resultados que se presentan en el cuadro 7. Se obtiene que un incremento del 10% en el precio de la avena traerá consigo una disminución en la demanda de 4.6% y la demanda de otros productos también se vera afectada, en el caso de la cebada la demanda aumentará de un 1% a 4.3%, la demanda de maíz disminuirá de un 0.08% a un 0.8%, el sorgo tendrá un

aumento en la demanda de 0.34% a 2% y por último el trigo disminuirá su demanda de un 0.07% a 2%.

Un incremento del 10% en el precio de la cebada traerá consigo un ligero incremento en la demanda de un 2.6%, así como un aumento en la demanda de avena de 1% a 4.3%, el maíz presentará una disminución de la demanda de un 0.4% a casi 10%, el sorgo debido a que es un bien sustituto incrementará su demanda de 0.5% a 3%, y por último la demanda del trigo disminuirá de 1 a 8%.

El aumento del 10% en el precio del maíz hará que su demanda disminuya en un 9%, la demanda de avena disminuirá de un 0.08% a un 0.8%, la cebada por ser bien complementario disminuirá su demanda en 0.4% a casi 10%, así como el sorgo que obtendrá una disminución de entre 3 y 4.7%, con el trigo no se puede observar claramente si es bien sustituto o complementario debido a que no presenta simetría en sus elasticidades.

De igual forma se observa que ante un incremento de 10% en el precio del sorgo tendrá como consecuencia una ligera disminución de la demanda del mismo de 0.1%, la demanda de avena aumentará de 0.34% a 2%, la cebada presentará incremento en la demanda de 0.5% a 3%, el maíz por ser bien complementario disminuirá su demanda en un 3 a 4.7%, así mismo se comporta el trigo disminuyendo su demanda de entre 0.043% y 0.8%.

Por último si se contempla un incremento del 10% en el precio del trigo su demanda tendrá una caída de 2.3%, y debido a que los demás granos se presentan como bienes complementarios, a excepción del maíz que no se

aprecia claramente ya que no presenta simetría entre sus elasticidades, todos tendrán una disminución en su demanda, la avena de 0.07% a 2%, la cebada de 1 a 8% y por ultimo el sorgo presenta una caída en la demanda de entre 0.043% y 0.8%.

Otro aspecto interesante que se puede predecir, es el cambio en el consumo de los productos bajo análisis, ante una caída en el gasto. Para ello se plantean dos escenarios en los cuales se estableció una disminución del 5% y del 10% en el gasto. Los resultados de dicho análisis se presentan en el Cuadro 10, donde se observa una disminución de la demanda de avena 0.62 y 1.23%, en el caso de la cebada disminuirá en 5.51% y 11.03%, la demanda de maíz tendrá decremento de 6.95% y 13.9%, para el trigo se espera que disminuya 2.58% y 5.1% y por último el caso del trigo que prácticamente la disminución del gasto no afectara su demanda.

Cuadro 10. Cambios en la demanda ante un decremento en el gasto

Producto	Elasticidad gasto	Caídas en el gasto (%)	
		-5%	-10%
Avena	0.1230	0.0062	0.0123
Cebada	1.1027	0.0551	0.1103
Maíz	1.3903	0.0695	0.1390
Sorgo	0.5154	0.0258	0.0515
Trigo	-0.0089	-0.0004	-0.0009

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4. Conclusiones

En la estimación del modelo AIDS con el procedimiento SYSLIN/SUR bajo las imposición de las restricciones de aditividad, homogeneidad y simetría, los resultados empleando el índice Stone indican que 10 de los 28 estimadores resultaron significativos a un 95% de confiabilidad y sin problemas de correlación serial. De igual forma la prueba D-W indico que no hubo problemas de autocorrelación serial entre los errores.

El resultado de las elasticidades propias Marshallianas coinciden con lo que se establece en la teoría económica a excepción de la cebada que presento signo positivo, aunque con un valor pequeño. Además se observo que los productos de la canasta en estudio se muestran como bienes inelásticos. En lo que respecta a las elasticidades del gasto se obtuvo que la avena y el sorgo se presentan como bienes normales, el maíz y la cebada se comportan como bienes superiores y por último el trigo como bien inferior.

Al plantear un escenario de un aumento de los precios del 10%, la demanda disminuirá en la mayoría de los productos estudiados, a excepción de la cebada que presenta un incremento aunque muy pequeño.

Al igual que al tomar en cuenta una disminución del gasto, se obtuvo que la demanda disminuirá para cuatro de los cinco productos, y solo para el caso del trigo prácticamente la disminución del gasto no afectara su demanda.

Referencias Bibliográficas

Deaton A., Muellbauer J. An Almost Ideal Demand System. 1980. The American Economic Review. Vol 70. No. 3 Pp. 312-326. United States.

Garzón, S. G. 2003. Un sistema de demanda casi ideal aplicado a un conjunto de productos: carne de porcino, bovino, pollo y huevo en México 1960-2001. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, Estado de México, México.

González, S.R.F. 2001. Estimación de elasticidades de la demanda para la carne de res, pollo, cerdo y huevo en México, una aplicación del Sistema de Demanda Casi Ideal. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.

Hernández Juan, Martínez D. M.A. 2003. Comunicaciones en Sociología. Estadística e informática. Vol. 7 No. 2 Pp 13-24. México.

Martínez D. M.A., Vargas O.J.A. 2004. Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) aplicado a once frutas en México. (1960-1998). Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 27 No.004. Sociedad Mexicana de Fitogenetica, A. C. Chapingo, México. Pp. 367-375.

Nahuelhual Laura. 2005. Demanda por importaciones de uva de mesa chilena en el mercado de Estados Unidos. Agricultura Técnica. 65 No 1. Pp 79-89. Chile.

Ramírez T. J, Martínez D.M.A., Mata G.R., Hernández G. A, Mora F. J.S. Aplicación de un sistema de demanda casi ideal (AIDS) a cortes de carnes de bovino, porcino, pollo, huevo y tortilla en el periodo de 1995-2008, Revista mexicana de Ciencias Pecuarias, Vol. 2 No. 1, año 2011, Pag. 39-51.

Paginas consultadas:

- ✓ Banco de México. Consultado 07-06-2013 en <http://www.banxico.org.mx/>
- ✓ Banco Mundial. Consultado 27-08-2013 en <http://www.bancomundial.org/>
- ✓ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura(FAO). Consultado 23-07-2012 en <http://www.fao.org/home/es/>
- ✓ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Consultado 21-07-2012 en <http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- ✓ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado 17-09-2013 <http://www.siap.gob.mx/>

ANEXOS

Anexo 1. Programación SUR índice Stone

```

data A;
  input YEAR QA PA QC PC QM PM QS PS QT PT;
  LP1=LOG (PA); LP2=LOG (PC); LP3=LOG (PM); LP4=LOG (PS); LP5=LOG (PT);
  S=PA*QA+PC*QC+PM*QM+PS*QS+PT*QT;
  S1=PA*QA/S; S2=PC*QC/S; S3=PM*QM/S; S4=PS*QS/S; S5=PT*QT/S;
  LS=LP1*S1+LP2*S2+LP3*S3+LP4*S4+LP5*S5;
  LX=LOG (S);
  MR=LX-LS;
cards;
1980 64150 3.61 529858 3.78 12374400 5.02 4689445 3.48 2784914 3.65
1981 93689 6.92 550781 5.52 13988074 6.86 6086354 3.96 3193234 4.74
1982 75312 11 423505 7.82 10119665 9.65 4718711 6.46 4391421 6.88
1983 171837 23.29 557413 17.16 13188000 18.69 4867294 12.26 3463296 14.03
1984 185560 28.43 619026 30.87 12788809 33.75 5038581 24.25 4505245 25.26
1985 137754 50.78 536182 48.34 14103454 52.59 6596708 34.16 5214315 37.16
1986 125744 46.24 512339 99.89 11909708 93.3 4835675 72.53 4769411 59.72
1987 136702 181.47 617867 189.07 11606945 247.69 6317250 156.36 4415391 131.18
1988 121784 334.91 370498 339.32 10592291 373.09 5893595 260.46 3665126 309.75
1989 118772 377.73 435035 443.91 10952847 468.11 5002072 296.16 4374739 388.86
1990 120671 468.15 491941 562.01 14635439 609.47 5978162 341.05 3930934 507.21
1991 120752 551.29 580196 634.51 14251500 707.31 4307792 429.98 4060738 586.21
1992 39424 708.9 549966 694.7 16929342 761.23 5353223 439.41 3620503 615.07
1993 82372 661.49 540529 696.98 18125263 767.73 2581072 428.27 3582450 614.93
1994 40607 825.61 307266 678.89 18235826 656.22 3701120 406.87 4150922 610.79
1995 36439 1012.87 486636 1002.6 18352856 1091.57 4169898 941.54 3468217 902.56
1996 121477 1349.52 585754 1419.83 18025952.45 1434.61 6809489.9 1141.07 3375008 1774.95
1997 96493 1368.94 470671 1378.26 17656258 1353.75 5711564 981.81 3656594 1319.51
1998 88831.44 1685.45 410766.24 1443.05 18454710.38 1446.18 6474841.83 1018.32 3235079.52 1374.66
1999 133053.04 1682.25 454132.98 1439.93 17706375.63 1454.48 5720343.42 979.07 3020889.1 1368.58
2000 32484.76 2005.13 712618.87 1483.69 17556905.24 1507.78 5842307.65 1051.53 3493209.39 1467.46
2001 88885.65 1697.84 761626.27 1626.71 20134312.1 1451.07 6566535.24 990.99 3275458.75 1224.92
2002 60055.44 1876.93 736567.4 1571.07 19297754.79 1500.56 5205942.71 1194.62 3236182.93 1214.52
2003 94130.58 1838.59 1081574.13 1651.81 20701420.03 1618.01 6759120.75 1296.9 2715772.34 1417.96
2004 98869.96 2207.67 931540.81 1790.28 21685833.34 1678.59 7004354.05 1328.91 2321223.63 1659.33
2005 127085.85 2171.57 760685.73 1783.17 19338712.89 1577.93 5524384.45 1195.99 3015177.23 1623.46
2006 152496.16 2082.49 869296.91 1912.08 21893209.25 2010.55 5518518.46 1565.16 3378116.12 1676.6

```

2007	124643.68	2048.53	653074.56	2167.92	23512751.85	2441.99	6202920.1	1924.17	3515392.01	2073.18
2008	148136.15	2110.61	781179.33	3260.73	24410278.53	2817.04	6593050.48	2310.81	4213545.91	3679.9
2009	130463.48	3201.65	518849.96	3197.29	20142815.76	2802.05	6108085.15	2159.17	4116161.43	2892.27
2010	111126.64	2822.45	672366.54	3115.69	23301878.98	2816.48	6940224.75	2269.78	3676707.51	2695.19
2011	50582.48	4099.81	487448.05	3591.94	17635417.3	4077.81	6429311.46	3450.61	3627510.83	3595.66
2012	84403.92	5036.12	1031533.44	3824.18	22069254.42	4009.63	6969501.72	3412.31	3274336.75	3608.1

```

;
proc print; var S1 S2 S3 S4 S5;
proc means; var S1 S2 S3 S4 S5;
proc means; var QA QC QM QS QT;
DATA C; SET A;
PROC SYSNLIN OLS DW OUTSUDED=S1 OUTS=S DATA=C VARDEF=N NOPRINT;
ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;
EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR;
PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16
      B20 B21 B22 B23 B24 B25 B26
      B30 B31 B32 B33 B34 B35 B36
      B40 B41 B42 B43 B44 B45 B46;
S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+B15*LP5+B16*MR;
S2=B20+B21*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+B25*LP5+B26*MR;
S3=B30+B31*LP1+B32*LP2+B33*LP3+B34*LP4+B35*LP5+B36*MR;
S4=B40+B41*LP1+B42*LP2+B43*LP3+B44*LP4+B45*LP5+B46*MR;
PROC PRINT DATA=S1;
PROC PRINT DATA=S;
TITLE MODELO COMPLETO PARA ESTIMAR SIGMA;

PROC SYSNLIN SUR DW SDATA=S DATA=C VARDEF=N;
ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;
EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR;
PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16
      B20 B21 B22 B23 B21 B25 B26
      B30 B31 B32 B33 B34 B35 B36
      B40 B41 B42 B43 B44 B45 B46;

S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+B15*LP5+B16*MR;
S2=B20+B21*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+B25*LP5+B26*MR;
S3=B30+B31*LP1+B32*LP2+B33*LP3+B34*LP4+B35*LP5+B36*MR;
S4=B40+B41*LP1+B42*LP2+B43*LP3+B44*LP4+B45*LP5+B46*MR;
TEST B11+B12+B13+B14+B15=0,
      B21+B22+B23+B24+B25=0,
      B31+B32+B33+B34+B35=0,
      B41+B42+B43+B44+B45=0, /WALD LR; TITLE PRUEBA HOMOGENEIDAD;
TEST B12-B21=0,
      B13-B31=0,
      B14-B41=0,
      B23-B32=0,
      B24-B42=0,
      B34-B43=0, /WALD; TITLE PRUEBA SIMETRIA;
TEST B11 +B12+B13+B14+B15=0,
      B21+B22+B23+B24+B25=0,
      B31+B32+B33+B34+B35=0,
      B41+B42+B43+B44+B45=0,

```

```

B12-B21=0,
B13-B31=0,
B14-B41=0,
B23-B32=0,
B24-B42=0,
B34-B43=0, /WALD; TITLE PRUEBA HOMOGENEIDAD Y SIMETRIA;

```

```

TITLE MODELO REDUCIDO POR HOMOGENEIDAD;
PROC SYSNLIN SUR DW SDATA=S DATA=C VARDEF=N;
ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;
EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR;
BM1=-B11-B12-B13-B14;
BM2=-B21-B22-B23-B24;
BM3=-B31-B32-B33-B34;
BM4=-B41-B42-B43-B44;
PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B16
        B20 B21 B22 B23 B24 B26
        B30 B31 B32 B33 B34 B36
        B40 B41 B42 B43 B44 B46;
S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+BM1*LP5+B16*MR;
S2=B20+B21*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+BM2*LP5+B26*MR;
S3=B30+B31*LP1+B32*LP2+B33*LP3+B34*LP4+BM3*LP5+B36*MR;
S4=B40+B41*LP1+B42*LP2+B43*LP3+B44*LP4+BM4*LP5+B46*MR;

```

```

TITLE MODELO REDUCIDO POR SIMETRIA;
PROC SYSNLIN SUR DW SDATA=S DATA=C VARDEF=N;
ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4;
EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR;
PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16
        B20 B22 B23 B24 B25 B26
        B30 B33 B34 B35 B36
        B40 B44 B45 B46;
S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+BM1*LP5+B16*MR;
S2=B20+B12*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+BM2*LP5+B26*MR;
S3=B30+B13*LP1+B23*LP2+B33*LP3+B34*LP4+BM3*LP5+B36*MR;
S4=B40+B14*LP1+B24*LP2+B34*LP3+B44*LP4+BM4*LP5+B46*MR;

```

```

TITLE MODELO REDUCIDO POR HOMOGENEIDAD + SIMETRIA;
PROC SYSNLIN SUR DW COVOUT COV3OUT OUTEST=BETA SDATA=S DATA=C VARDEF=N;

```

```

ENDOGENOUS S1 S2 S3 S4 S5;
EXOGENOUS LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR;
BM1=-B11-B12-B13-B14;
BM2=-B12-B22-B23-B24;
BM3=-B13-B23-B33-B34;
BM4=-B14-B24-B34-B44;
PARMS B10 B11 B12 B13 B14 B16
        B20      B22 B23 B24 B26
        B30      B33 B34 B36
        B40      B44 B46;
S1=B10+B11*LP1+B12*LP2+B13*LP3+B14*LP4+BM1*LP5+B16*MR;
S2=B20+B12*LP1+B22*LP2+B23*LP3+B24*LP4+BM2*LP5+B26*MR;
S3=B30+B13*LP1+B23*LP2+B33*LP3+B34*LP4+BM3*LP5+B36*MR;
S4=B40+B14*LP1+B24*LP2+B34*LP3+B44*LP4+BM4*LP5+B46*MR;
PROC PRINT DATA=BETA;
RUN;
QUIT;

```

Anexo 2. Salida SAS índice Stone

MODELO REDUCIDO POR HOMOGENEIDAD + SIMETRIA

23

09:52 Tuesday, November 16, 2013

Obs	S1	S2	S3	S4	S5
1	0.002549	0.022049	0.68385	0.17965	0.11190
2	0.004668	0.021891	0.69092	0.17354	0.10898
3	0.005098	0.020382	0.60099	0.18760	0.18594
4	0.010866	0.025970	0.66922	0.16202	0.13193
5	0.007624	0.027615	0.62374	0.17657	0.16446
6	0.005860	0.021713	0.62133	0.18877	0.16232
7	0.003224	0.028373	0.61604	0.19445	0.15791
8	0.005412	0.025487	0.62723	0.21550	0.12637
9	0.006008	0.018519	0.58213	0.22612	0.16723
10	0.005249	0.022593	0.59983	0.17331	0.19902
11	0.004252	0.020810	0.67140	0.15346	0.15007
12	0.004514	0.024963	0.68351	0.12560	0.16141
13	0.001563	0.021373	0.72091	0.13159	0.12457
14	0.003086	0.021339	0.78818	0.06261	0.12478
15	0.002063	0.012837	0.73641	0.09267	0.15602
16	0.001337	0.017668	0.72546	0.14218	0.11336
17	0.004036	0.020476	0.63669	0.19130	0.14749
18	0.003762	0.018474	0.68067	0.15969	0.13740
19	0.003892	0.015408	0.69372	0.17138	0.11559
20	0.006155	0.017981	0.70817	0.15401	0.11369
21	0.001676	0.027205	0.68115	0.15807	0.13190
22	0.003670	0.030126	0.71041	0.15823	0.09756
23	0.002792	0.028660	0.71718	0.15403	0.09734
24	0.003600	0.037165	0.69678	0.18235	0.08011
25	0.004243	0.032416	0.70755	0.18093	0.07487
26	0.006323	0.031075	0.69909	0.15137	0.11214
27	0.005267	0.027566	0.72999	0.14324	0.09393
28	0.003260	0.018079	0.73319	0.15241	0.09306
29	0.003054	0.024884	0.67176	0.14883	0.15147
30	0.004996	0.019841	0.67504	0.15773	0.14239
31	0.003347	0.022357	0.70042	0.16812	0.10576
32	0.001901	0.016048	0.65915	0.20335	0.11955
33	0.003309	0.030709	0.68887	0.18514	0.09197

Procedimiento MEANS

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
fff					
S1	33	0.0042017	0.0019278	0.0013365	0.0108660
S2	33	0.0233955	0.0055004	0.0128369	0.0371645
S3	33	0.6797272	0.0459673	0.5821258	0.7881845
S4	33	0.1638127	0.0318141	0.0626113	0.2261178
S5	33	0.1288630	0.0304453	0.0748662	0.1990199
fff					

Procedimiento MEANS

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
ff					
QA	33	103478.43	39066.87	32484.76	185560.00
QC	33	606931.04	182491.28	307266.00	1081574.13
QM	33	17141765.45	4053544.39	10119665.00	24410278.53
QS	33	5652043.88	1037998.43	2581072.00	7004354.05
QT	33	3658703.68	622731.42	2321223.63	5214315.00
ff					

Obs	_NAME_	_TYPE_	_NUSED_	S1	S2	S3	S4
1	S1	OLS	33	1	0	0	0
2	S2	OLS	33	0	1	0	0
3	S3	OLS	33	0	0	1	0
4	S4	OLS	33	0	0	0	1

Obs	_NAME_	_TYPE_	_NUSED_	S1	S2	S3	S4
1	S1	OLS	33	0.000002639	0.000001279	-.000020112	0.000011453
2	S2	OLS	33	0.000001279	0.000021098	-.000011631	0.000014769
3	S3	OLS	33	-.000020112	-.000011631	0.001102554	-.000694636
4	S4	OLS	33	0.000011453	0.000014769	-.000694636	0.000598725

The SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	10
Endogenous	4
Exogenous	6
Parameters	28
Equations	4
Number of Statements	27

Model Variables	S1 S2 S3 S4 LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR
Parameters	B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16 B20 B21 B22 B23 B25 B26 B30 B31 B32 B33 B34 B35 B36 B40 B41 B42 B43 B44 B45 B46 B24
Equations	S1 S2 S3 S4

The 4 Equations to Estimate

S1 = F(B10(1), B11(LP1), B12(LP2), B13(LP3), B14(LP4), B15(LP5), B16(MR))
 S2 = F(B20(1), B21(LP1), B22(LP2), B23(LP3), B25(LP5), B26(MR), B24(LP4))
 S3 = F(B30(1), B31(LP1), B32(LP2), B33(LP3), B34(LP4), B35(LP5), B36(MR))
 S4 = F(B40(1), B41(LP1), B42(LP2), B43(LP3), B44(LP4), B45(LP5), B46(MR))

NOTA: At SUR Iteration 1 CONVERGE=0.001 Criteria Met.

The SYSNLIN Procedure
SUR Estimation Summary

Data Set Options

DATA= C
SDATA= S

Minimization Summary

Parameters Estimated	28
Method	Gauss
Iterations	1

Final Convergence Criteria

R	1.95E-11
PPC	1.13E-9
RPC(B30)	30867.08
Object	0.998494
Trace(S)	0.001725
Objective Value	4

Observations Processed

Read	33
Solved	33

The SYSNLIN Procedure

No lineal SUR Resumen de errores residuales

Ecuación	Modelo DF	Error DF	SSE	MSE	Raíz MSE	R-cuadrado	R-S adj	Durbin Watson
S1	7	26	0.000087	2.639E-6	0.00162	0.2677	0.0987	1.4173
S2	7	26	0.000696	0.00021	0.00459	0.2808	0.1149	1.4134
S3	7	26	0.0364	0.00110	0.0332	0.4619	0.3377	1.4159
S4	7	26	0.0198	0.000599	0.0245	0.3900	0.2492	1.3894

No lineal SUR Parameter Estimadores

Parameter	Estimación	Err std aprox	Valor t	Aprox Pr > t
B10	0.049057	0.0535	0.92	0.3673
B11	0.002152	0.00141	1.53	0.1393
B12	0.005349	0.00382	1.40	0.1735
B13	-0.00687	0.00456	-1.51	0.1441
B14	-0.00011	0.00280	-0.04	0.9690
B15	-0.00096	0.00251	-0.38	0.7043
B16	-0.00246	0.00315	-0.78	0.4420
B20	-0.12952	0.1512	-0.86	0.3994
B21	0.002856	0.00399	0.72	0.4805
B22	0.0245	0.0108	2.27	0.0319
B23	-0.019	0.0129	-1.47	0.1528
B25	-0.01743	0.00709	-2.46	0.0208
B26	0.009274	0.00890	1.04	0.3072
B30	-3.11747	1.0928	-2.85	0.0084
B31	0.033074	0.0288	1.15	0.2619
B32	-0.06201	0.0781	-0.79	0.4345
B33	0.222825	0.0933	2.39	0.0244
B34	-0.15748	0.0572	-2.75	0.0106
B35	-0.03348	0.0512	-0.65	0.5191
B36	0.217471	0.0644	3.38	0.0023
B40	1.251624	0.8053	1.55	0.1322
B41	0.001192	0.0213	0.06	0.9557
B42	-0.03802	0.0576	-0.66	0.5148
B43	-0.11358	0.0687	-1.65	0.1104
B44	0.176263	0.0421	4.18	0.0003
B45	-0.02785	0.0377	-0.74	0.4673
B46	-0.05971	0.0474	-1.26	0.2192
B24	0.008374	0.00791	1.06	0.2995

The SYSNLIN Procedure

Resultados del test

Test	Type	Statistic	Pr > ChiSq	Label
Test0	Wald	3.62	0.4603	B11+B12+B13+B14+B15=0, B21+B22+B23+B24+
	L.R.	3.62	0.4603	B11+B12+B13+B14+B15=0, B21+B22+B23+B24+
Test1	Wald	12.97	0.0435	B12-B21=0, B13-B31=0, B14-B41=0, B23-B3
Test2	Wald	16.88	0.0770	B11+B12+B13+B14+B15=0, B21+B22+B23+B24

Número de observaciones Estadísticos para el sistema

Used	33	Objective	4.0000
Missing	0	Objective*N	132.0000

The SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	10
Endogenous	4
Exogenous	6
Parameters	24
Equations	4
Number of Statements	8

Model Variables	S1 S2 S3 S4 LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR
Parameters	B11 B12 B13 B14 B21 B22 B23 B24 B31 B32 B33 B34 B41 B42 B43 B44 B10 B16 B20 B26 B30 B36 B40 B46
Equations	S1 S2 S3 S4

The 4 Equations to Estimate

S1 =	F(B11, B12, B13, B14, B10(1), B16(MR))
S2 =	F(B21, B22, B23, B24, B20(1), B26(MR))
S3 =	F(B31, B32, B33, B34, B30(1), B36(MR))
S4 =	F(B41, B42, B43, B44, B40(1), B46(MR))

NOTA: At SUR Iteration 1 CONVERGE=0.001 Criteria Met.

The SYSNLIN Procedure
SUR Estimation Summary

Data Set Options

DATA= C
SDATA= S

Minimization Summary

Parameters Estimated	24
Method	Gauss
Iterations	1

Final Convergence Criteria

R	1.12E-11
PPC	1.078E-9
RPC(B30)	33958.52
Object	0.998502
Trace(S)	0.001742
Objective Value	4.1096

Observations Processed

Read	33
Solved	33

The SYSNLIN Procedure

No lineal SUR Resumen de errores residuales

Ecuación	Modelo DF	Error DF	SSE	MSE	Raíz MSE	R-cuadrado	R-Sq adj	Durbin Watson
S1	6	27	0.000095	2.887E-6	0.00170	0.1988	0.050	1.3516
S2	6	27	0.000717	0.000022	0.00466	0.2593	0.1221	1.4408
S3	6	27	0.0367	0.00111	0.0334	0.4566	0.3559	1.4651
S4	6	27	0.0199	0.000604	0.0246	0.3849	0.2709	1.4570

No lineal SUR Parameter Estimadores

Parameter	Estimación	Err std aprox	Valor t	Aprox Pr > t
B11	0.002392	0.00140	1.70	0.0999
B12	0.004294	0.00377	1.14	0.2653
B13	-0.00478	0.00440	-1.08	0.2878
B14	0.000041	0.00280	0.01	0.9885
B21	0.00324	0.00397	0.82	0.4216
B22	0.022816	0.0107	2.14	0.0418
B23	-0.01566	0.0125	-1.26	0.2195
B24	0.008614	0.00791	1.09	0.2855
B31	0.03148	0.0287	1.10	0.2824
B32	-0.05502	0.0772	-0.71	0.4819
B33	0.208945	0.0900	2.32	0.0281
B34	-0.15848	0.0572	-2.77	0.0099
B41	0.002275	0.0212	0.11	0.9152
B42	-0.04276	0.0569	-0.75	0.4585
B43	-0.10416	0.0663	-1.57	0.1281
B44	0.176941	0.0421	4.20	0.0003
B10	0.096188	0.0463	2.08	0.0474
B16	-0.00539	0.00267	-2.01	0.0541
B20	-0.05427	0.1309	-0.41	0.6817
B26	0.004598	0.00756	0.61	0.5482
B30	-3.42971	0.9462	-3.62	0.0012
B36	0.236869	0.0547	4.33	0.0002
B40	1.463527	0.6973	2.10	0.0453
B46	-0.07288	0.0403	-1.81	0.0816

Número de observaciones Estadísticos para el sistema

Used	33	Objective	4.1096
Missing	0	Objective*N	135.6168

The SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	10
Endogenous	4
Exogenous	6
Parameters	26
Equations	4
Number of Statements	4

Model Variables S1 S2 S3 S4 LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR
Parameters B10 B11 B12 B13 B14 B15 B16 B20 B22 B23 B24 B25 B26
B30 B33 B34 B35 B36 B40 B44 B45 B46 BM1 BM2 BM3 BM4
Equations S1 S2 S3 S4

NOTA: The parameter B12 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B13 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B14 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B23 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B24 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B34 is shared by 2 of the equations to be estimated.

The 4 Equations to Estimate

S1 = F(B10(1), B11(LP1), B12(LP2), B13(LP3), B14(LP4), B16(MR), BM1(LP5))
S2 = F(B12(LP1), B20(1), B22(LP2), B23(LP3), B24(LP4), B26(MR), BM2(LP5))
S3 = F(B13(LP1), B23(LP2), B30(1), B33(LP3), B34(LP4), B36(MR), BM3(LP5))
S4 = F(B14(LP1), B24(LP2), B34(LP3), B40(1), B44(LP4), B46(MR), BM4(LP5))

NOTA: At SUR Iteration 1 CONVERGE=0.001 Criteria Met.

The SYSNLIN Procedure
SUR Estimation Summary

Data Set Options

DATA= C
SDATA= S

Minimization Summary

Parameters Estimated	22
Method	Gauss
Iterations	1

Final Convergence Criteria

R	1.21E-11
PPC	9.31E-11
RPC(B30)	32819.81
Object	0.998346
Trace(S)	0.001807
Objective Value	4.392969

Observations Processed

Read	33
Solved	33

The SYSNLIN Procedure

No lineal SUR Resumen de errores residuales

Ecuación	Modelo DF	Error DF	SSE	MSE	Raíz MSE	R-cuadrado	R-Sq adj	Durbin Watson
S1	5.5	27.5	0.000089	2.707E-6	0.00165	0.2489	0.1260	1.3494
S2	5.5	27.5	0.000705	0.000021	0.00462	0.2713	0.1521	1.4056
S3	5.5	27.5	0.0386	0.00117	0.0342	0.4285	0.3350	1.1208
S4	5.5	27.5	0.0202	0.000612	0.0247	0.3761	0.2741	1.4196

No lineal SUR Parameter Estimadores

Parameter	Estimación	Err std aprox	Valor t	Aprox Pr > t
B10	0.045873	0.0533	0.86	0.3966
B11	0.002907	0.00132	2.20	0.0363
B12	0.002574	0.00262	0.98	0.3341
B13	-0.00495	0.00419	-1.18	0.2476
B14	0.000137	0.00274	0.05	0.9606
B16	-0.0023	0.00314	-0.73	0.4704
B20	-0.11249	0.1489	-0.76	0.4564
B22	0.030684	0.0102	3.01	0.0056
B23	-0.02445	0.0124	-1.97	0.0590
B24	0.007225	0.00771	0.94	0.3571
B26	0.00833	0.00877	0.95	0.3506
B30	-3.3147	1.0569	-3.14	0.0041
B33	0.226274	0.0738	3.07	0.0049
B34	-0.15336	0.0503	-3.05	0.0051
B36	0.22927	0.0623	3.68	0.0010
B40	1.385031	0.7731	1.79	0.0844
B44	0.170098	0.0413	4.12	0.0003
B46	-0.06716	0.0456	-1.47	0.1524
BM1	-0.00104	0.00235	-0.44	0.6606
BM2	-0.0169	0.00701	-2.41	0.0230
BM3	-0.04111	0.0346	-1.19	0.2449
BM4	-0.02707	0.0226	-1.20	0.2423

Número de observaciones Estadísticos para el sistema

Used	33	Objective	4.3930
Missing	0	Objective*N	144.9680

The SYSNLIN Procedure

Model Summary

Model Variables	11
Endogenous	5
Exogenous	6
Parameters	18
Equations	4
Number of Statements	8

```

Model Variables  S1 S2 S3 S4 S5 LP1 LP2 LP3 LP4 LP5 MR
Parameters      B11 B12 B13 B14 B22 B23 B24 B33 B34 B44 B10 B16 B20 B26 B30 B36 B40 B46
Equations       S1 S2 S3 S4
NOTA: The parameter B12 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B13 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B14 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B23 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B24 is shared by 2 of the equations to be estimated.
NOTA: The parameter B34 is shared by 2 of the equations to be estimated.
    
```

The 4 Equations to Estimate

```

S1 = F(B11, B12, B13, B14, B10(1), B16(MR))
S2 = F(B12, B22, B23, B24, B20(1), B26(MR))
S3 = F(B13, B23, B33, B34, B30(1), B36(MR))
S4 = F(B14, B24, B34, B44, B40(1), B46(MR))
    
```

NOTA: At SUR Iteration 1 CONVERGE=0.001 Criteria Met. A warning in the log indicates a possible problem with the model.

The SYSNLIN Procedure
SUR Estimation Summary

Data Set Options

DATA= C
SDATA= S
OUTEST= BETA

Minimization Summary

Parameters Estimated	18
Method	Gauss
Iterations	1

Final Convergence Criteria

R	1.29E-11
PPC	1.003E-9
RPC(B30)	35563.92
Object	0.998356
Trace(S)	0.001826
Objective Value	4.511543

Observations Processed

Read	33
Solved	33

The SYSNLIN Procedure

No lineal SUR Resumen de errores residuales

Ecuación	Modelo DF	Error DF	SSE	MSE	Raíz MSE	R-cuadrado	R-Sq adj	Durbin Watson
S1	4.5	28.5	0.000097	2.927E-6	0.00171	0.1877	0.0880	1.3250
S2	4.5	28.5	0.000730	0.000022	0.00470	0.2464	0.1539	1.3882
S3	4.5	28.5	0.0389	0.00118	0.0343	0.4251	0.3545	1.1433
S4	4.5	28.5	0.0206	0.000623	0.0250	0.3653	0.2874	1.5046

No lineal SUR Parameter Estimadores

Parameter	Estimación	Err std aprox	Valor t	Aprox Pr > t
B11	0.003028	0.00132	2.30	0.0291
B12	0.002319	0.00260	0.89	0.3802
B13	-0.00356	0.00408	-0.87	0.3906
B14	0.000119	0.00274	0.04	0.9656
B22	0.029689	0.0101	2.94	0.0065
B23	-0.02093	0.0120	-1.75	0.0916
B24	0.00748	0.00771	0.97	0.3400
B33	0.214481	0.0717	2.99	0.0057
B34	-0.14693	0.0497	-2.95	0.0063
B44	0.168698	0.0413	4.09	0.0003
B10	0.088808	0.0455	1.95	0.0609
B16	-0.00496	0.00263	-1.89	0.0695
B20	-0.0169	0.1279	-0.13	0.8959
B26	0.002409	0.00739	0.33	0.7469
B30	-3.59186	0.8890	-4.04	0.0004
B36	0.246489	0.0512	4.81	<.0001
B40	1.772714	0.6201	2.86	0.0079
B46	-0.09098	0.0357	-2.55	0.0166

Número de observaciones Estadísticos para el sistema

Used	33	Objective	4.5115
Missing	0	Objective*N	148.8809

The SYSNLIN Procedure

Covariance of Residuals Matrix Used for Estimation

	S1	S2	S3	S4
S1	0.0000026	0.0000013	-0.0000201	0.0000115
S2	0.0000013	0.0000211	-0.0000116	0.0000148
S3	-0.0000201	-0.0000116	0.0011026	-0.0006946
S4	0.0000115	0.0000148	-0.0006946	0.0005987

Covariance of Residuals

	S1	S2	S3	S4
S1	0.0000029	0.0000016	-0.0000230	0.0000119
S2	0.0000016	0.0000221	-0.0000124	0.0000192
S3	-0.0000230	-0.0000124	0.0011780	-0.0006955
S4	0.0000119	0.0000192	-0.0006955	0.0006229

Covariances of Parameter Estimates

	B11	B12	B13	B14	B22	B23
B11	0.0000017	0.0000004	-0.0000020	0.0000004	0.0000003	-0.0000007
B12	0.0000004	0.0000068	-0.0000049	-0.0000001	0.0000034	-0.0000091
B13	-0.0000020	-0.0000049	0.0000167	-0.0000076	-0.0000025	0.0000121
B14	0.0000004	-0.0000001	-0.0000076	0.0000075	0.0000001	-0.0000041
B22	0.0000003	0.0000034	-0.0000025	0.0000001	0.0001021	-0.0000706
B23	-0.0000007	-0.0000091	0.0000121	-0.0000041	-0.0000706	0.0001435
B24	0.0000002	0.0000018	-0.0000047	0.0000041	-0.0000021	-0.0000558
B33	0.0000037	0.0000107	-0.0001112	0.0000651	0.0000489	-0.0001543
B34	-0.0000013	-0.0000017	0.0000600	-0.0000477	0.0000016	0.0000758
B44	0.0000006	0.0000008	-0.0000338	0.0000312	0.0000018	-0.0000521
B10	0.0000149	0.0000258	-0.0001379	0.0000595	0.0000122	-0.0000819
B16	-0.0000009	-0.0000015	0.0000079	-0.0000033	-0.0000007	0.0000047
B20	0.0000050	0.0000643	-0.0000975	0.0000328	0.0003584	-0.0011193
B26	-0.0000003	-0.0000037	0.0000056	-0.0000018	-0.0000211	0.0000641
B30	-0.0000290	-0.0000636	0.0000970	-0.0005404	-0.0002494	0.0008280
B36	0.0000017	0.0000037	-0.0000553	0.0000306	0.0000147	-0.0000473
B40	0.0000108	0.0000087	-0.0005303	0.0003994	-0.0000162	-0.0004228
B46	-0.0000006	-0.0000005	0.0000302	-0.0000227	0.0000010	0.0000239

The SYSNLIN Procedure

Covariances of Parameter Estimates

	B24	B33	B34	B44	B10	B16
B11	0.0000002	0.0000037	- .0000013	0.0000006	0.0000149	- .0000009
B12	0.0000018	0.0000107	- .0000017	0.0000008	0.0000258	- .0000015
B13	- .0000047	- .0001112	0.0000600	- .0000338	- .0001379	0.0000079
B14	0.0000041	0.0000651	- .0000477	0.0000312	0.0000595	- .0000033
B22	- .0000021	0.0000489	0.0000016	0.0000018	0.0000122	- .0000007
B23	- .0000558	- .0001543	0.0000758	- .0000521	- .0000819	0.0000047
B24	0.0000594	0.0000717	- .0000636	0.0000483	0.0000314	- .0000018
B33	0.0000717	0.0051381	- .0031982	0.0020042	0.0009949	- .0000566
B34	- .0000636	- .0031982	0.0024750	- .0018418	- .0005097	0.0000288
B44	0.0000483	0.0020042	- .0018418	0.0017035	0.0002715	- .0000152
B10	0.0000314	0.0009949	- .0005097	0.0002715	0.0020689	- .0001194
B16	- .0000018	- .0000566	0.0000288	- .0000152	- .0001194	0.0000069
B20	0.0004321	0.0012802	- .0006487	0.0004164	0.0011162	- .0000645
B26	- .0000241	- .0000731	0.0000366	- .0000234	- .0000645	0.0000037
B30	- .0003283	- .0469831	0.0275182	- .0161266	- .0153465	0.0008836
B36	0.0000183	0.0026682	- .0015544	0.0009055	0.0008847	- .0000510
B40	0.0002782	0.0293162	- .0215492	0.0147761	0.0082696	- .0004747
B46	- .0000156	- .0016647	0.0012186	- .0008295	- .0004768	0.0000274

Covariances of Parameter Estimates

	B20	B26	B30	B36	B40	B46
B11	0.0000050	- .0000003	- .0000290	0.0000017	0.0000108	- .0000006
B12	0.0000643	- .0000037	- .0000636	0.0000037	0.0000087	- .0000005
B13	- .0000975	0.0000056	0.0009706	- .0000553	- .0005303	0.0000302
B14	0.0000328	- .0000018	- .0005404	0.0000306	0.0003994	- .0000227
B22	0.0003584	- .0000211	- .0002494	0.0000147	- .0000162	0.0000010
B23	- .0011193	0.0000641	0.0008280	- .0000473	- .0004228	0.0000239
B24	0.0004321	- .0000241	- .0003283	0.0000183	0.0002782	- .0000156
B33	0.0012802	- .0000731	- .0469831	0.0026682	0.0293162	- .0016647
B34	- .0006487	0.0000366	0.0275182	- .0015544	- .0215492	0.0012186
B44	0.0004164	- .0000234	- .0161266	0.0009055	0.0147761	- .0008295
B10	0.0011162	- .0000645	- .0153465	0.0008847	0.0082696	- .0004768
B16	- .0000645	0.0000037	0.0008836	- .0000510	- .0004747	0.0000274
B20	0.0163653	- .0009453	- .0108304	0.0006232	0.0086491	- .0004987
B26	- .0009453	0.0000546	0.0006246	- .0000360	- .0004990	0.0000288
B30	- .0108304	0.0006246	0.7903913	- .0455173	- .4792723	0.0276139
B36	0.0006232	- .0000360	- .0455173	0.0026220	0.0275390	- .0015872
B40	0.0086491	- .0004990	- .4792723	0.0275390	0.3845549	- .0221414
B46	- .0004987	0.0000288	0.0276139	- .0015872	- .0221414	0.0012753

Obs	_NAME_	_TYPE_	_STATUS_	_NUSED_	B11	B12	B13	B14
1		SUR	0 Converged	33	0.003028054	0.002318859	-.003559936	0.000119228
2	B11	SUR	0 Converged	33	0.000001734	0.000000420	-.000002009	0.000000437
3	B12	SUR	0 Converged	33	0.000000420	0.000006765	-.000004922	-.000000079
4	B13	SUR	0 Converged	33	-.000002009	-.000004922	0.000016665	-.000007594
5	B14	SUR	0 Converged	33	0.000000437	-.000000079	-.000007594	0.000007494
6	B22	SUR	0 Converged	33	0.000000251	0.000003446	-.000002474	0.000000077
7	B23	SUR	0 Converged	33	-.000000680	-.000009092	0.000012051	-.000004129
8	B24	SUR	0 Converged	33	0.000000157	0.000001757	-.000004722	0.000004053
9	B33	SUR	0 Converged	33	0.000003662	0.000010747	-.000111214	0.000065146
10	B34	SUR	0 Converged	33	-.000001285	-.000001669	0.000059989	-.000047704
11	B44	SUR	0 Converged	33	0.000000595	0.000000793	-.000033792	0.000031239
12	B10	SUR	0 Converged	33	0.000014882	0.000025809	-.000137932	0.000059500
13	B16	SUR	0 Converged	33	-.000000865	-.000001515	0.000007883	-.000003332
14	B20	SUR	0 Converged	33	0.000004986	0.000064261	-.000097477	0.000032811

Obs	B22	B23	B24	B33	B34	B44	B10	B16
1	0.029689	-0.020929	0.007479790	0.21448	-0.14693	0.16870	0.088808	-.004956659
2	0.000000	-0.000001	0.000000157	0.00000	-0.00000	0.00000	0.000015	-.000000865
3	0.000003	-0.000009	0.000001757	0.00001	-0.00000	0.00000	0.000026	-.000001515
4	-0.000002	0.000012	-.000004722	-0.00011	0.00006	-0.00003	-0.000138	0.000007883
5	0.000000	-0.000004	0.000004053	0.00007	-0.00005	0.00003	0.000059	-.000003332
6	0.000102	-0.000071	-.000002148	0.00005	0.00000	0.00000	0.000012	-.000000716
7	-0.000071	0.000144	-.000055794	-0.00015	0.00008	-0.00005	-0.000082	0.000004703
8	-0.000002	-0.000056	0.000059383	0.00007	-0.00006	0.00005	0.000031	-.000001761
9	0.000049	-0.000154	0.000071674	0.00514	-0.00320	0.00200	0.000995	-.000056572
10	0.000002	0.000076	-.000063636	-0.00320	0.00247	-0.00184	-0.000510	0.000028766
11	0.000002	-0.000052	0.000048284	0.00200	-0.00184	0.00170	0.000272	-.000015242
12	0.000012	-0.000082	0.000031379	0.00099	-0.00051	0.00027	0.002069	-.000119407
13	-0.000001	0.000005	-.000001761	-0.00006	0.00003	-0.00002	-0.000119	0.000006894
14	0.000358	-0.001119	0.000432102	0.00128	-0.00065	0.00042	0.001116	-.000064519

Obs	B20	B26	B30	B36	B40	B46
1	-0.016895	0.002409310	-3.59186	0.24649	1.77271	-0.090984
2	0.000005	-.000000289	-0.00003	0.00000	0.00001	-0.000001
3	0.000064	-.000003736	-0.00006	0.00000	0.00001	-0.000000
4	-0.000097	0.000005598	0.00097	-0.00006	-0.00053	0.000030
5	0.000033	-.000001837	-0.00054	0.00003	0.00040	-0.000023
6	0.000358	-.000021068	-0.00025	0.00001	-0.00002	0.000001
7	-0.001119	0.000064107	0.00083	-0.00005	-0.00042	0.000024
8	0.000432	-.000024117	-0.00033	0.00002	0.00028	-0.000016
9	0.001280	-.000073109	-0.04698	0.00267	0.02932	-0.001665
10	-0.000649	0.000036560	0.02752	-0.00155	-0.02155	0.001219
11	0.000416	-.000023373	-0.01613	0.00091	0.01478	-0.000829
12	0.001116	-.000064496	-0.01535	0.00088	0.00827	-0.000477
13	-0.000065	0.000003729	0.00088	-0.00005	-0.00047	0.000027
14	0.016365	-.000945300	-0.01083	0.00062	0.00865	-0.000499

Obs	_NAME_	_TYPE_	_STATUS_	_NUSED_	B11	B12	B13	B14
15	B26	SUR	0 Converged	33	-.000000289	-.000003736	0.000005598	-.000001837
16	B30	SUR	0 Converged	33	-.000029018	-.000063568	0.000970553	-.000540394
17	B36	SUR	0 Converged	33	0.000001671	0.000003705	-.000055319	0.000030584
18	B40	SUR	0 Converged	33	0.000010783	0.000008731	-.000530279	0.000399417
19	B46	SUR	0 Converged	33	-.000000617	-.000000498	0.000030195	-.000022676

Obs	B22	B23	B24	B33	B34	B44	B10	B16
15	-0.000021	0.000064	-.000024117	-0.00007	0.00004	-0.00002	-0.000064	0.000003729
16	-0.000249	0.000828	-.000328326	-0.04698	0.02752	-0.01613	-0.015347	0.000883587
17	0.000015	-0.000047	0.000018275	0.00267	-0.00155	0.00091	0.000885	-.000050953
18	-0.000016	-0.000423	0.000278198	0.02932	-0.02155	0.01478	0.008270	-.000474669
19	0.000001	0.000024	-.000015603	-0.00166	0.00122	-0.00083	-0.000477	0.000027377

Obs	B20	B26	B30	B36	B40	B46
15	-0.000945	0.000054622	0.00062	-0.00004	-0.00050	0.000029
16	-0.010830	0.000624585	0.79039	-0.04552	-0.47927	0.027614
17	0.000623	-.000035952	-0.04552	0.00262	0.02754	-0.001587
18	0.008649	-.000498993	-0.47927	0.02754	0.38455	-0.022141
19	-0.000499	0.000028781	0.02761	-0.00159	-0.02214	0.001275