



# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

---

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

LA EFICIENCIA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS,  
BEBIDAS Y TABACO EN MÉXICO, ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA, CANADÁ, Y BRASIL EN EL  
PERIODO 2000-2014: UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE  
LA ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS EN  
NEGOCIOS INTERNACIONALES

PRESENTA:

L.A. Marisol Torres Salazar

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Francisco Javier Ayvar Campos



MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO DE 2017

# ÍNDICE

<b>RELACIÓN DE TABLAS Y GRÁFICAS</b>	<b>1</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>8</b>
<b>SIGLAS Y ABREVIATURAS</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>

---

<b>CAPÍTULO 1. LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS BEBIDAS Y TABACO</b>	<b>20</b>
---	-----------

1.1. Industria de alimentos, bebidas y tabaco en el mundo	20
1.2. Industria de alimentos, bebidas y tabaco en México	22
1.3. Industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU.	27
1.4. Industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá	31
1.5. Industria de alimentos bebidas y tabaco en Brasil	37
1.6. Análisis comparativo de la Industria de alimentos, bebidas y tabaco de los 4 países	41

---

<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO DE LA EFICIENCIA</b>	<b>44</b>
---	-----------

2.1. Postulados teóricos sobre la eficiencia	44
2.1.1. Eficiencia técnica	50
2.1.2. Eficiencia asignativa	53
2.1.3. Eficiencia económica o global	53
2.2. Medición de la eficiencia	54
2.2.1. Paramétricas	55
2.2.2. No paramétricas	57

2.3.	Análisis de la Envolvente de Datos	59
2.3.1.	Modelo CCR	61
2.3.2.	Modelo BBC	63
2.3.3.	Análisis de <i>slacks</i>	65
2.3.4.	<i>Benchmarking</i>	66
2.4.	Revisión de la literatura	67

### **CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN METODOLÓGICA DEL MODELO DEA PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO 74**

---

3.1.	DMU's del modelo DEA	74
3.2.	Proceso de selección de inputs y outputs del modelo DEA	76
3.2.1.	<i>Inputs y Outputs</i> que sugiere la literatura	76
3.2.2.	Fundamentos para la selección del <i>output</i>	76
3.2.3.	<i>Inputs</i> del modelo DEA determinados por el Análisis Factorial	77
3.2.3.1.	Análisis Factorial: Revisión teórica metodológica	77
3.2.3.2.	Resultados del Análisis Factorial: determinación de los <i>inputs</i> del modelo DEA	80
3.3.	Caracterización metodológica del modelo aplicado	82
3.3.1.	Eficiencia Técnica Pura	82
3.3.2.	Eficiencia de Escala	84
3.3.3.	Eficiencia Técnica Global	85

### **CAPÍTULO 4. EFICIENCIA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO: UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) 87**

---

4.1.	Resultados de la eficiencia técnica global y sus componentes	87
4.2.	Niveles promedio de eficiencia en los 4 países	101

4.3. Discusión de resultados	102
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>107</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>122</b>

## GLOSARIO

**Benchmarking:** es el proceso de comparar el desempeño de una compañía contra las prácticas de otras, con el objetivo de mejorar. Las compañías también pueden hacerlo internamente, comparando la acción actual con la del pasado (Bemowski, 1991).

**Costo de materiales:** valor monetario de los bienes y servicios consumidos por las unidades económicas en sus actividades productivas. Su valoración se realiza a costo de adquisición, es decir, el costo de la compra más todas las erogaciones que se realizaron para llevar los bienes al establecimiento, tales como: fletes y seguros, entre otros, deduciendo descuentos, rebajas y concesiones recibidas, así como los impuestos (INEGI, 2007).

**DEA, *Data Envelopment Analysis* (Análisis Envoltente de Datos):** es un procedimiento no paramétrico que determina niveles de eficiencia utilizando cantidades de *inputs* y *outputs* consumidas y producidas por cada unidad y mediante técnicas de programación lineal (Charnes *et. al.* 1978).

**DMU, *Decision Making Unit* (Unidad de Toma de Decisiones):** es el nombre que se utiliza para describir las unidades en el DEA. Las unidades se utilizan para las empresas con/sin fines de lucro hasta las entidades para la toma de decisiones (Charnes, *et. al.*,1978).

**Eficiencia:** es el logro de objetivos con la menor cantidad de recursos (Koontz y Weihrich, 2001).

**Exportaciones:** salida de mercancías por las aduanas del país y de otros bienes por los límites del territorio nacional, incluidas las compras directas en el país efectuadas por las instituciones extraterritoriales y las personas no residentes, representado en valor monetario (INEGI, 2007).

**Función de producción:** describe la relación entre la cantidad máxima de producción (*outputs*) y los factores necesarios para obtenerla (*inputs*). En DEA lo equivalente a la función de producción es la frontera de eficiencia (Samuelson, 1996).

**Modelo BCC:** es el modelo que se utiliza en la metodología DEA cuando hay una relación entre *inputs* y *outputs* con rendimientos a escala variables. Se llamó BCC después de que Banker, Charnes y Cooper lo introdujeron en 1984 (Banker, *et. al.*, 1984).

**Modelo CCR:** es el modelo DEA más conocido y utilizado. Se utiliza cuando existe una relación entre *inputs* y *outputs* con rendimientos a escala constantes. Fue el primer modelo DEA desarrollado y se llamó así después de que Charnes, Cooper y Rhodes lo introdujeran en 1978 (Charnes, *et. al.*, 1978).

**Modelo estocástico:** es un modelo en donde al menos una variable del mismo es tomada como un dato al azar y las relaciones entre variables se toman por medio de funciones probabilísticas. Sirven por lo general para realizar grandes series de muestreos, quitan mucho tiempo en el computador son muy utilizados en investigaciones científicas. Para lograr modelar correctamente un proceso estocástico es necesario comprender numerosos conceptos de probabilidad y estadística (Vivas, 2015).

**Modelo determinístico:** es un modelo matemático donde las mismas entradas producirán invariablemente las mismas salidas, no contemplándose la existencia del azar ni el principio de incertidumbre. Son los más fáciles de modelar y de interpretar los resultados (Vivas, 2015).

**Nivel de significación:** es un concepto estadístico asociado a la verificación de una hipótesis. Se define como la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) cuando ésta es verdadera (Rafalafena, 2010).

**Personal Ocupado:** comprende tanto al personal contratado directamente por la razón social, como al personal ajeno suministrado por otra razón social, que trabajó para la unidad económica. Puede ser personal de planta, eventual o no remunerado (INEGI, 2007).

**Producción:** es el valor monetario de los bienes y servicios producidos por las unidades económicas, durante el año de estudio, como resultado del ejercicio de sus actividades productivas (INEGI, 2007).

**Productividad:** relación entre la producción generada por un sistema de producción y los recursos que se utilizaron para obtenerla (Prokopenko, 1991).

**Programación lineal:** técnica pionera en el análisis de las decisiones internas de una empresa sobre la asignación de recursos (Pinzón, 2003).

**Prueba no paramétrica:** construye la función de producción sin necesidad de considerar una forma funcional explícita para ella. Se trata de un método que parte de planteamientos deterministas y en los que toda desviación con respecto a la frontera estimada es considerada como una ineficiencia (Diez, 2008).

**Prueba paramétrica:** se apoya en dos pilares fundamentalmente, por un lado en los métodos econométricos, para la estimación de una función de producción con una forma funcional concreta y, por otro lado, en la distribución estadística de los términos de ineficiencia. Este método parte de planteamientos deterministas, a los que se les han unido técnicas de carácter estocástico (Diez, 2008).

**Remuneraciones al personal ocupado:** son todos los pagos y aportaciones normales y extraordinarias en dinero y especie antes de cualquier deducción, para retribuir el trabajo del personal dependiente de la razón social, en forma de sueldos, salarios y prestaciones sociales (INEGI, 2007).

**Slack (holgura):** representa la dirección en la cual habrán de mejorarse los niveles de eficiencia, en las DMU's. Dichas mejoras están en la forma de un incremento/disminución de *inputs* u *outputs* (Lo, *et al.*, 2001).

**Valor Agregado:** Suma de los valores monetarios de los bienes y servicios, libre de duplicaciones, producidos durante un período determinado, generalmente un año (INEGI, 2007).

**Ventas:** Monto total de las ventas netas realizadas de los productos elaborados por el establecimiento o fuera de él con materias primas, partes y componentes de su propiedad, independientemente del período en que fueron producidos (INEGI 2007).

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

BM	Banco Mundial
CRS	Rendimientos Constantes a Escala
DEA	Análisis de la Envolvente de Datos
DMU	Unidad de Decisión
EE. UU.	Estados Unidos de América
EE	Eficiencia de Escala
ETG	Eficiencia Técnica Global
ETP	Eficiencia Técnica Pura
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
IED	Inversión Extranjera Directa
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
OMC	Organización Mundial de Comercio
PIB	Producto Interno Bruto
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
VRS	Rendimientos Variables a Escala

## RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1.1. Principales países productores de alimentos procesados en 2013	21
Tabla 1.2. Métodos paramétricos	56
Tabla 1.3. Métodos no paramétricos	58
Tabla 1.4. Tabla de frecuencias	72
Tabla 1.5. DMU's	74
Tabla 1.6. Ramas tradicionales y no tradicionales	75
Tabla 1.7. <i>Inputs y outputs</i> según la literatura	76
Tabla 1.8. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2000	88
Tabla 1.9. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2000	89
Tabla 1.10. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2000	90
Tabla 1.11. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2000	91
Tabla 1.12. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2005	92
Tabla 1.13. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2005	93
Tabla 1.14. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2005	94
Tabla 1.15. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2005	94
Tabla 1.16. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2010	95
Tabla 1.17. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2010	96
Tabla 1.18. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2010	97

Tabla 1.19. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2010	97
Tabla 1.20. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2014	98
Tabla 1.21. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2014	99
Tabla 1.22. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2014	100
Tabla 1.23. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2014	100
Tabla 1.24. Niveles promedio de eficiencia	101

## TABLAS DEL ANEXO

Tabla 1. Matriz de congruencia <i>Outputs</i> de México, 2000	122
Tabla 2.1. <i>Outputs</i> de México, 2000	123
Tabla 2.2. <i>Inputs</i> de México, 2000	123
Tabla 2.3. <i>Outputs</i> de México, 2005	124
Tabla 2.4. <i>Inputs</i> de México, 2005	124
Tabla 2.5. <i>Outputs</i> de México, 2010	125
Tabla 2.6. <i>Inputs</i> de México, 2010	125
Tabla 2.7. <i>Outputs</i> de México, 2014	126
Tabla 2.8. <i>Inputs</i> de México, 2014	126
Tabla 3.1. <i>Outputs</i> de EE.UU., 2000	127
Tabla 3.2. <i>Inputs</i> de EE.UU., 2000	127
Tabla 3.3. <i>Outputs</i> de EE.UU., 2005	128

Tabla 3.4. <i>Inputs</i> de EE.UU., 2005	128
Tabla 3.5. <i>Outputs</i> de EE.UU., 2010	129
Tabla 3.6. <i>Inputs</i> de EE.UU., 2010	129
Tabla 3.7. <i>Outputs</i> de EE.UU., 2014	130
Tabla 3.8. <i>Inputs</i> de EE.UU., 2014	130
Tabla 4.1. <i>Outputs</i> de Canadá, 2000	131
Tabla 4.2. <i>Inputs</i> de Canadá, 2000	131
Tabla 4.3. <i>Outputs</i> de Canadá, 2005	132
Tabla 4.4. <i>Inputs</i> de Canadá, 2005	132
Tabla 4.5. <i>Outputs</i> de Canadá, 2010	133
Tabla 4.6. <i>Inputs</i> de Canadá, 2010	133
Tabla 4.7. <i>Outputs</i> de Canadá, 2014	134
Tabla 4.8. <i>Inputs</i> de Canadá, 2014	134
Tabla 5.1. <i>Outputs</i> de Brasil, 2000	135
Tabla 5.2. <i>Inputs</i> de Brasil, 2000	135
Tabla 5.3. <i>Outputs</i> de Brasil, 2005	136
Tabla 5.4. <i>Inputs</i> de Brasil, 2005	136
Tabla 5.5. <i>Outputs</i> de Brasil, 2010	137
Tabla 5.6. <i>Inputs</i> de Brasil, 2010	137
Tabla 5.7. <i>Outputs</i> de Brasil, 2014	138

Tabla 5.8. <i>Inputs</i> de Brasil, 2014	138
Tabla 7.1. Correlaciones	142
Tabla 7.2. Matriz de correlaciones	142
Tabla 7.3. KMO y prueba de Bartlett	142
Tabla 7.4. Comunalidades	143
Tabla 7.5. Varianza total explicada	143
Tabla 7.6. Matriz de componentes	143
Tabla 8.1. Modelo CRS. Análisis de las variables slacks, 2000	144
Tabla 8.2. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2000	145
Tabla 8.3. Modelo CRS. Análisis de las variables slacks, 2005	146
Tabla 8.4. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2005	147
Tabla 8.5. Modelo CRS. Análisis de las variables slacks, 2010	148
Tabla 8.6. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2010	149
Tabla 8.7. Modelo CRS. Análisis de las variables slacks, 2014	150
Tabla 8.8. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2014	151
Tabla 9.1. Análisis <i>Benchmarking</i> CRS de la industria de alimentos, bebidas y tabaco	152
Tabla 9.2. Análisis <i>Benchmarking</i> VRS de la industria de alimentos, bebidas y tabaco	154

## RELACIÓN DE GRÁFICAS

Gráfica 1.2.1. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México	22
Gráfica 1.2.2. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México	23
Gráfica 1.2.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México	24
Gráfica 1.2.4. Personal ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México	25
Gráfica 1.2.5. Costo de materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México	26
Gráfica 1.3.1. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU.	27
Gráfica 1.3.2. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU.	28
Gráfica 1.3.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU.	29
Gráfica 1.3.4. Personal ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU.	30
Gráfica 1.3.5. Costo de materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU.	31
Gráfica 1.4.1. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá	33

Gráfica 1.4.2. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá	34
Gráfica 1.4.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá	35
Gráfica 1.4.4. Personal ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá	35
Gráfica 1.4.5. Costo de materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá	36
Gráfica 1.5.1. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil	38
Gráfica 1.5.2. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil	39
Gráfica 1.5.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil	39
Gráfica 1.5.4. Personal ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil	40
Gráfica 1.5.5. Costo de materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil	40
Gráfica 1.6. Análisis de <i>slacks</i>	65

## GRÁFICAS DEL ANEXO

Gráfica 6.1. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países	139
---	-----

Gráfica 6.2. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países	139
Gráfica 6.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países	140
Gráfica 6.4. Personal Ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países	140
Gráfica 6.5. Costo de materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países	141

## RESUMEN

México cuenta con bastantes recursos pero es un país en vías de desarrollo, lo que hace difícil competir con países desarrollados tales como Canadá y Estados Unidos de América (EE. UU). La investigación analiza la industria de alimentos, bebidas y tabaco de México, EE. UU., Canadá y Brasil, los cuales presentan mayores exportaciones que México. Tal es el caso de Canadá quien presenta recursos como mano de obra y capital, en proporciones similares a México, sin embargo las exportaciones de Canadá son mucho mayores a las de México. En ese sentido, la industria de alimentos, bebidas y tabaco mexicana no aprovecha al máximo sus recursos para mejorar las exportaciones. Por lo tanto, el objetivo de la investigación es analizar qué tan eficientemente se utilizaron los recursos en la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, EE. UU., Canadá y Brasil, a través del Análisis Envolvente de Datos (DEA). Con la finalidad calcular la eficiencia técnica global, eficiencia de escala y eficiencia técnica pura. El modelo DEA es una técnica no paramétrica, que permite evaluar la eficiencia de las diferentes unidades tomadoras de decisión (DMU's), con el fin de establecer criterios de eficiencia para que puedan ser usados en la toma de decisiones y determinar cuáles son los factores que afectan su eficiencia. El modelo que se utiliza en la investigación es de rendimientos variables a escala con orientación *output*, y se usan 2 *inputs* y un *output*. Los *inputs* que se utilizan en el modelo son costo de materiales y personal ocupado; y el *output* es exportaciones. Los resultados que arroja la investigación son que Canadá es el país con mejores niveles de eficiencia en sus ramas tradicionales y no tradicionales, seguido por EE. UU., México y Brasil.

Palabras clave: eficiencia técnica global, Análisis Envolvente de Datos, industria de alimentos, bebidas y tabaco, México, EE. UU., Canadá y Brasil.

## ABSTRACT

Mexico has many resources but it is a developing country, making it difficult to compete with developed countries such as Canada and the United States of America (USA). The research analyzes the food, beverage and tobacco industry in Mexico, USA, Canada and Brazil, which have higher exports than Mexico. Such is the case of Canada which presents resources as labor and capital, in proportions similar to Mexico, however the exports of Canada are much higher than those of Mexico. In that sense, the Mexican food, beverage and tobacco industry is not taking advantage of their resources to improve their exports. Therefore, the objective of the research is to analyze how efficiently the resources in the food, beverage and tobacco industry were used in Mexico, the United States, Canada and Brazil, through Data Envelopment Analysis (DEA). In order to calculate the overall technical efficiency, scale efficiency and pure technical efficiency. The DEA model is a non-parametric technique, which allows to evaluate the efficiency of the different decision-making units (DMUs), in order to establish efficiency criteria so that they can be used in decision-making and determine what the factors that affect its efficiency are. The model used in the study is variable returns to scale with output orientation, using 2 inputs and one output. The inputs used in the model are cost of materials and employed personnel; and the output is exports. The results of the research are that Canada is the country with the best levels of efficiency in its traditional and non-traditional branches of the industry, followed by USA, Mexico and Brazil.

Key words: overall technical efficiency, Data Envelopment Analysis, food, beverage and tobacco industry, Mexico, USA, Canada and Brazil

## INTRODUCCIÓN

El sector manufacturero mexicano es uno de los sectores más importantes de la economía en la actualidad, debido a que es de los sectores que más aporta al PIB nacional. El sector manufacturero es el principal sector exportador e importador con el 70.7%, seguido por los combustibles que tuvo una participación del 19.8% y en tercer lugar se encontró el agropecuario con el 6.6% (INEGI, 2016).

Para fines de esta investigación, se eligió la industria de alimentos, bebidas y tabaco, la cual se ubica dentro del sector manufacturero, la industria de alimentos, bebidas y tabaco se integra por 11 ramas. Por lo tanto, para un mejor análisis se dividieron las 11 ramas de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en tradicionales y no tradicionales. Las ramas tradicionales se identifican por la reducida necesidad de esfuerzo tecnológico, se destacan por la mayor intensidad en la utilización del factor trabajo; por lo que las ramas no tradicionales utilizan en mayor medida la tecnología y capital (Myro y Gandoy, 2003). A partir de esto, las ramas con mayor intensidad en mano de obra pasaron a ser tradicionales, y las ramas con mayor intensidad en costo de materiales se establecieron en las ramas no tradicionales.

La industria de alimentos, bebidas y tabaco mexicana es un atractivo para la inversión extranjera y para la exportación de sus productos, por la gran capacidad de recursos con los que cuenta y su mano de obra especializada (Castañón *et al.*, 2003). Sin embargo, la principal industria exportadora dentro del sector manufacturero es el de fabricación de equipo de transporte, seguido de la industria metálica básica y la industria química, y en cuarto lugar se ubica la industria de alimentos, bebidas y tabaco (INEGI, 2016).

La presente investigación responde a la pregunta ¿Qué tan eficientemente se utilizaron los recursos en las ramas de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, EE. UU., Canadá y Brasil, en el periodo 2000-2014?.

A pesar de que México es rico en materias primas, y cuenta con una industria de alimentos, bebidas y tabaco buena, aún no desarrolla el potencial exportador para que pueda competir con los países desarrollados como lo son EE. UU. y Canadá, esto se debe a que México no aprovecha al máximo los recursos con los que cuenta para su producción y por lo tanto para la exportación de éstos, es decir, la eficiencia de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México es mala.

Para el año 2014 en el indicador de costo de materiales México contaba con 5,118,885 miles de dólares, mientras que Canadá presentaba 5,304,211 miles de dólares, EE.UU. 52,225,322 miles de dólares y Brasil 16,342,450; para el indicador de personal ocupado México tenía 65,245 empleados, Canadá 23,052 empleados, EE.UU. 138,290 empleados y Brasil 47,438 empleados; mientras que para el indicador de exportaciones México tuvo la cantidad de 770,106 miles de dólares, Canadá 2,288,214 miles de dólares, EE.UU. 7,239,701 miles de dólares y Brasil 1,916,314 miles de dólares. México es el país que presenta menor cantidad de exportaciones en comparación a los demás países, y en capital y trabajo presentaba cantidades similares a Canadá, debido a esto la industria de alimentos, bebidas y tabaco mexicana presenta un problema en la adecuada utilización y aprovechamiento de los recursos para generar exportaciones (INEGI, 2016; Census Bureau, 2016; IBGE, 2015; COMTRADE, 2016; CANSIM, 2016).

Si bien México tiene una inserción importante en el mercado internacional se observa que el desempeño de sus indicadores no es tan dinámico. Por lo tanto, se parte de la idea de que no hay una utilización eficiente de los recursos y si se logra utilizar de una manera eficiente se podría aumentar el volumen de exportaciones y con ello la competitividad y la penetración en más mercados internacionales.

De esta forma el objetivo de la investigación es analizar la eficiencia en la que se utilizaron los recursos de la Industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, haciendo un comparativo con EE. UU., Canadá y Brasil, del periodo 2000-2014,

considerando como *inputs* el personal ocupado y costo de materiales; y como *output* las exportaciones.

La importancia de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, es incuestionable, de tal manera que conduce a buscar elementos que determinen el aumento de la eficiencia de la industria. Esto para generar una mayor productividad y aumentar el comercio internacional.

Con el fin de cumplir con el objetivo, el marco teórico en el que se basa la investigación es el de la eficiencia. Farrell en 1957, creó el marco teórico básico para estudiar y medir la eficiencia, donde cada firma es evaluada en relación con otras tomadas de un grupo representativo. Farrell aceptó que existen ineficiencias en las empresas, por lo cual la manera de compararse es con una firma que presente el mejor comportamiento.

Basado en los trabajos de Koopmans (1951), Farrell (1957) propuso la descomposición de la eficiencia en: eficiencia técnica, asignativa y económica. La eficiencia económica, definida en sus inicios como eficiencia global, representa la reducción de costo para una firma y, es el producto de la eficiencia técnica y asignativa. La eficiencia asignativa es en la que se emplea la mejor combinación de insumos que permite alcanzar un determinado nivel de productos con el menor costo posible. La eficiencia técnica Farrell (1957) la define como la capacidad de reducir los insumos para obtener la misma cantidad de productos.

Banker, Charnes y Cooper (1984) dividen la eficiencia técnica, a la que se denomina eficiencia técnica global (ETG), en dos: en eficiencia de escala (ES) y eficiencia técnica pura (ETP). Para ello se deben calcular dos modelos, el de rendimientos constantes a escala (CRS) y rendimientos variables a escala (VRS).

La eficiencia técnica pura muestra en qué medida la firma obtiene el máximo rendimiento de sus recursos, la eficiencia a escala determina si la firma analizada

logra alcanzar el punto óptimo de escala; y la eficiencia técnica global es el producto de las eficiencias técnica pura y de escala. El cálculo de la eficiencia se puede dar mediante métodos paramétricos y métodos no paramétricos. Dentro de los métodos no paramétricos se ubica el modelo DEA, el cual fue desarrollado en un inicio por Charnes, Cooper y Rhodes (1978).

Tomando el marco teórico como referencia, se da la finalidad de probar la hipótesis de que las ramas tradicionales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco tradicionales presentan mayores niveles de eficiencia que las ramas no tradicionales en México del periodo 2000-2014.

Para comprobar la hipótesis, se utilizó la metodología DEA la cual es una técnica de optimización concebida para medir el comportamiento relativo de diferentes unidades organizacionales en las cuales la presencia de múltiples insumos y productos hacen difícil la comparación de su desempeño. El modelo DEA provee un método para comparar la eficiencia de unidades organizacionales con respecto a las demás. Es importante destacar que la presente investigación buscó determinar la eficiencia técnica global, utilizando el software MaxDEA y aplicando la fórmula de Banker, Charnes y Cooper (1984), con orientación al *output*. El modelo BCC llamado así por los autores Banker, Charnes y Cooper se utiliza en aquellos casos donde un incremento en los *inputs* no equivale a un incremento proporcional en los *outputs*. Lo que busca este modelo es comparar cada DMU con aquellas que sean equivalentes en tamaño, y no con todas las que se encuentren en el problema.

Los países que se eligieron para el estudio son México, EE.UU., Canadá y Brasil, esto debido a que existe un Tratado de Libre Comercio entre EE.UU., Canadá y México (TLCAN), desde su implementación se ha incrementado sustancialmente el trato comercial entre los países. En el caso de Canadá ha representado un crecimiento sostenido de las importaciones de productos alimentarios encabezados por los productos hortofrutícolas frescos de los estados sureños de EE.UU. y México, que saturan los mercados de las principales ciudades canadienses. Canadá

y EE.UU., mantienen la mayor relación comercial entre dos países del mundo. México envía alrededor del 80% de sus exportaciones de la industria de alimentos, bebidas tabaco hacia EE.UU. y Canadá. Y por último se eligió Brasil debido a que es el país de Latinoamérica con mayor producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco, se considera un país con una economía importante dentro de Latinoamérica. Cabe mencionar que México tiene un acuerdo de complementación económica con Brasil, lo que facilita el intercambio de bienes entre ellos.

El periodo de estudio que se eligió para la investigación es del año 2000-2014, en el año 2002 se incluyó un Sistema de Clasificación de América del Norte (SCIAN), en donde se agrupan las unidades de producción con los procesos de producción, este sistema lo tomo México, EE.UU. y Canadá, al paso del tiempo se ha ido modificando, cabe mencionar que Brasil no cuenta con la estructura del SCIAN que maneja México, EE.UU. y Canadá pero se hicieron modificaciones en sus ramas para que se tengan las mismas. Otro factor importante por el que se eligió el periodo de estudio es por la existencia de datos en las bases estadísticas de los países.

El presente trabajo se encuentra estructurado en 4 capítulos. En el primer capítulo se describen los actores principales de la investigación; es decir, la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, EE.UU., Canadá y Brasil del periodo de estudio, destacando las características de cada país, así como el personal ocupado, las remuneraciones, el costo de materiales, el valor agregado y exportaciones, entre otros. En el segundo capítulo se describen los orígenes de la eficiencia técnica y su medición (DEA); para concluir con la revisión de la literatura. En el tercer capítulo se describe la metodología DEA, así como el modelo que se utilizará para el cálculo de las eficiencias de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países, la selección del *output* y el análisis factorial para la selección del *input* proceder al cálculo. El cuarto capítulo contiene los niveles de eficiencia técnica global y sus componentes de los países de estudio. Para finalmente, proporcionar una conclusión general de la investigación y dar las recomendaciones pertinentes.

---

---

## CAPÍTULO 1

### LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO

---

---

El objetivo del presente capítulo es conocer la problemática que enfrenta la industria de cada país de estudio, así como analizar las variables para conocer el problema que enfrenta México frente a los demás países de estudio; teniendo esto como referencia en el capítulo siguiente se establece el marco teórico de la eficiencia y su medición, para posteriormente realizar los cálculos de eficiencia necesarios. En este capítulo se abordarán las industrias de alimentos, bebidas y tabaco de México, EE. UU., Canadá y Brasil, en el periodo 2000-2014, mediante la contextualización e introducción de la industria y de sus ramas tradicionales y no tradicionales sobre las variables de exportación, producción, valor agregado, costo de materiales, personal ocupado y remuneraciones al personal ocupado.

#### **1.1. Industria de alimentos, bebidas y tabaco en el mundo**

La producción mundial de alimentos per cápita ha aumentado de manera uniforme durante los 30 últimos años, con una tasa de crecimiento anual promedio del 1.2 por ciento durante el pasado decenio. Tanto los países en desarrollo como los desarrollados compartieron esta expansión, sin embargo la tasa de crecimiento de la producción per cápita fue más elevada en los países en desarrollo que en los desarrollados (COMECYT, 2005).

Uno de los principales problemas que enfrenta la industria de alimentos, bebidas y tabaco, y especialmente las pequeñas empresas que forman esta industria es el aumento del precio de las materias primas. Los principales riesgos asociados a la producción de alimentos son las prácticas agrícolas y de manufactura inadecuadas, utilización de químicos, contaminación en el envasado, entre muchos otros; por lo tanto existen certificaciones que garantizan la calidad en toda la cadena de

suministro, desde la producción primaria hasta el transporte y distribución. En países desarrollados la población puede destinar una mayor proporción de su ingreso a productos saludables, naturales y orgánicos, que en los países en desarrollo. La distribución minorista de alimentos en especial de supermercados y de tiendas de conveniencia, han influenciado el cambio de los patrones de consumo de la población a nivel mundial. El aumento del consumo de alimentos procesados se ha favorecido por los diferentes medios de pago que le dan al consumidor para llevarse el producto final (Actinver, 2015).

En países en desarrollo, la competitividad de las empresas de alimentos, bebidas y tabaco, se ha sustentado en general en menores costos de mano de obra y en valores decrecientes por unidad producida, esto ha determinado un nivel de capitalización relativamente bajo, comparadas con las que existen en los países industrializados, en los cuales, la creciente innovación sustenta la mejora en productividad de esta industria (Henson y Cranfield, 2013).

En la tabla 1.1 se puede ver que México ocupó en 2013 el lugar número 8 en la producción de alimentos procesados, y EE. UU. ocupó el segundo.

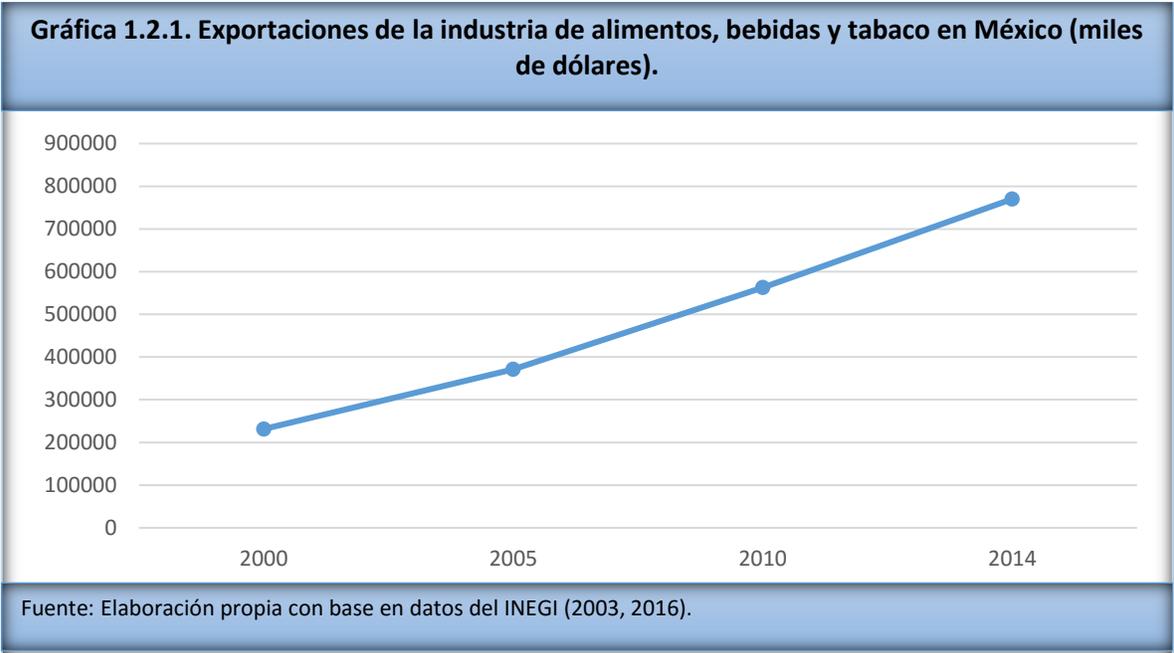
<b>Tabla 1.1 Principales países productores de alimentos procesados en 2013</b>	
<b>País</b>	<b>Producción (USD MIL MILLONES)</b>
China	1241
EE.UU.	719
Japón	243
Brasil	231
Alemania	171
Francia	156
Italia	143
México	135
Rusia	127
España	105
Otros	1427

Fuente: Actinver (2015)

## 1.2. Industria de alimentos, bebidas y tabaco en México

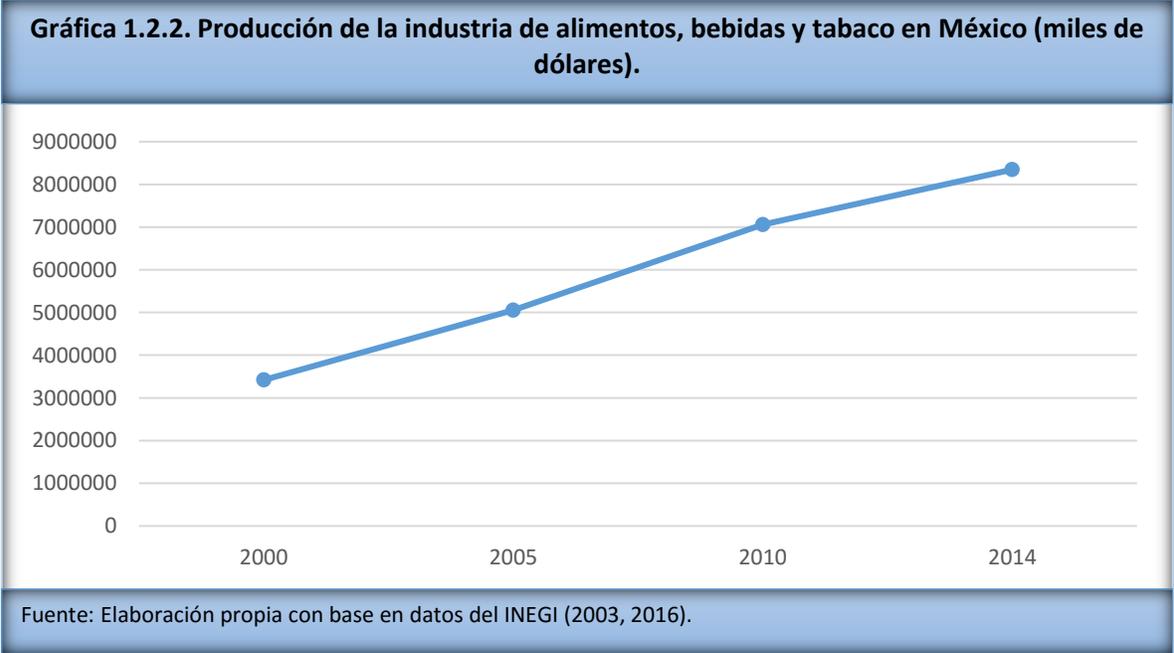
Desde los años sesenta la evolución de la industria manufacturera ha sido determinante en la evolución del PIB total, siendo esta industria en comparación con los otros sectores industriales, la que ha tenido mayor participación en éste (CEFP, 2005).

Entre 1985 y 1988 se inició una etapa de cambio estructural e instrumentación del proceso de apertura de la economía, en la que se modificó la política comercial liberalizando el comercio exterior, el cual inició con el ingreso de México al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en 1986. Se eliminaron los premisos previos, se redujeron las tarifas arancelarias, dando lugar a la instrumentación de una política de promoción de las exportaciones que cobra mayor auge a partir del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). El proceso de apertura de la economía permitió observar un cambio estructural relevante en el que las exportaciones petroleras dejaron de ser el grupo de exportaciones más importantes en el total de las ventas externas, así su papel fue sustituido por las exportaciones manufactureras que constituyeron el componente más dinámico de las exportaciones no petroleras (CEFP, 2005).



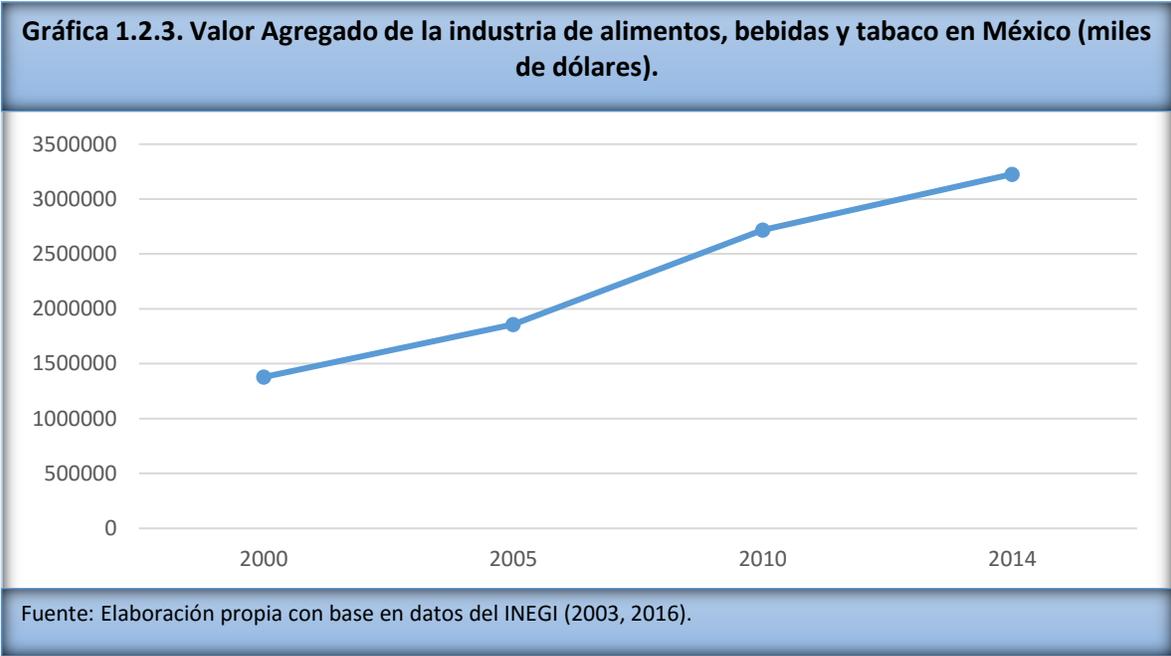
En la gráfica 1.2.1. se puede observar como las exportaciones han ido creciendo del periodo 2000 hasta el año 2014, se van a manejar periodos de cada 5 años a excepción del periodo 2000 al 2014, que son 4 años. Se puede ver que del periodo 2000-2005 las exportaciones crecieron en un 60%, para el periodo 2005-2010 las exportaciones tuvieron un crecimiento del 50% un 10% menor al periodo anterior, mientras que para el periodo 2010-2014 su crecimiento fue del 38%, lo que significa un 12% menos al periodo anterior, aunque han ido creciendo las exportaciones, se esperaría que tuvieran un mayor crecimiento porcentual. México exporta casi el 80% de esta industria para EE.UU., esto gracias al tratado de libre comercio que tiene con América del Norte (TLCAN).

Para el caso de las ramas tradicionales y no tradicionales en el periodo 2000 al 2014, las ramas tradicionales son las que presentan mayores volúmenes de exportaciones, en especial la rama de la industria de las bebidas; las ramas no tradicionales presentan menores volúmenes de exportaciones, sin embargo la rama que más exportaciones aporta es la de otras industrias alimentarias.

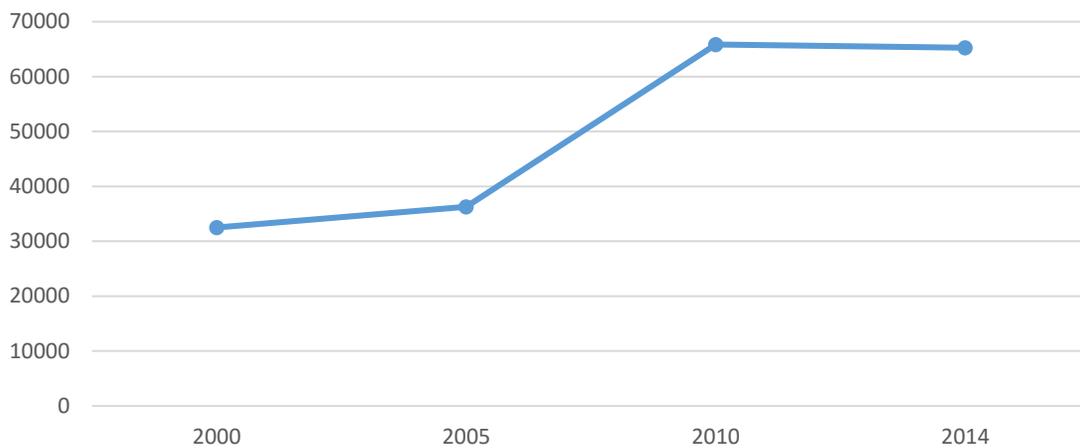


La gráfica 1.2.2., muestra la producción, y si se compara con la gráfica 1.2.1., se puede observar que tienen un comportamiento muy parecido, a diferencia de que el último periodo la producción tuvo un menor crecimiento al de los otros periodos, por lo que podría decirse que a menor producción, menores exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco.

Al igual que en las exportaciones, en el indicador de producción, las ramas tradicionales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco fueron las que mayor producción tuvieron en el periodo de estudio, la rama que más aportó a este indicador fue la de la industria de las bebidas, mientras que para las ramas no tradicionales fue la de elaboración de productos lácteos.



**Gráfica 1.2.4. Personal Ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México (miles de dólares).**



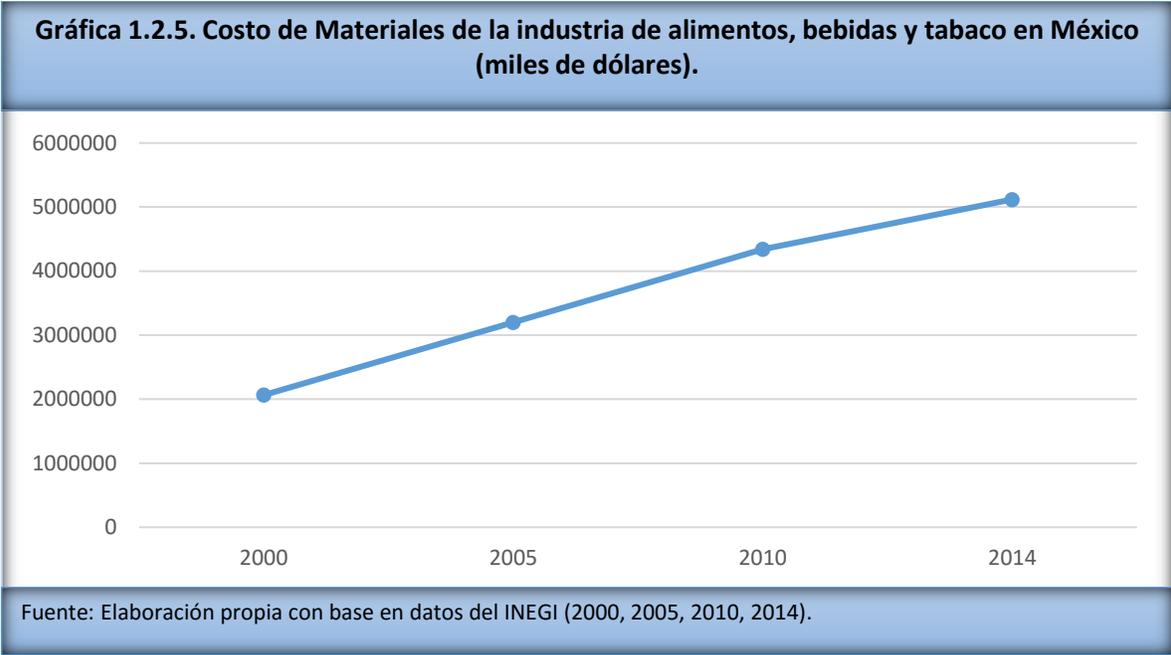
Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2003, 2016).

Al igual que en las gráficas anteriores de exportaciones y producción, la gráfica 1.2.3. del valor agregado, presenta un comportamiento similar. Del periodo 2010-2014, el valor agregado tiene un crecimiento, pero en menor medida al de los periodos anteriores 2000-2005 y 2005-2010.

En cuanto al análisis del valor agregado, las ramas tradicionales son las que presentan mayores valores, en específico la rama de la industria de las bebidas, y para las ramas no tradicionales es la de otras industrias alimentarias; este indicador presenta el mismo comportamiento que el de las exportaciones.

Se puede observar en la gráfica 1.2.4., como es que el comportamiento del personal ocupado difiere al de la producción, exportaciones y valor agregado, del periodo 2000-2005 el personal ocupado tuvo un crecimiento demasiado pobre, el mayor aumento del personal ocupado fue del periodo 2005-2010, en cambio para el periodo 2010-2014, no hubo un crecimiento sino un decremento de la población ocupada para la industria de alimentos bebidas y tabaco.

Las ramas tradicionales en el periodo de estudio presentaron mayor personal ocupado que en las ramas no tradicionales, la rama tradicional que aportó mayor personal ocupado fue la de la industria de las bebidas, mientras que para las ramas no tradicionales fue la de elaboración de productos lácteos. Éste indicador presenta el mismo comportamiento que el de la producción.



El costo de materiales de la industria en México, se puede apreciar en la gráfica 1.2.5, la cual del periodo 2000 al 2010, tuvo un crecimiento paulatino, mientras que para el año 2014 el costo de materiales fue menor que el de los años anteriores.

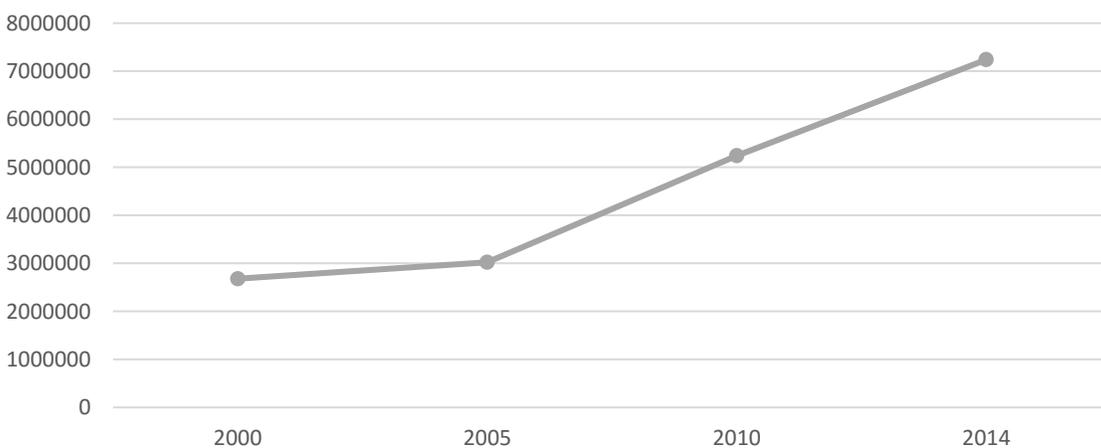
Para el indicador de costo de materiales, las ramas tradicionales presentaron mayores cantidades que las no tradicionales, en especial la rama de la industria de las bebidas, para las ramas no tradicionales la rama que más aportó fue la de molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas. Se puede ver que en todos los indicadores analizados, las ramas tradicionales son las que presentan mayores cantidades frente a las no tradicionales (ver tablas del anexo 2).

### 1.3. Industria de alimentos bebidas y tabaco en Estados Unidos

Desde comienzos del siglo XX, EE.UU. ha sido uno de los principales países industriales del mundo. De acuerdo a datos recientes, las industrias manufactureras contribuyen con 2.17 trillones de dólares a la economía de EE.UU. Esta contribución se ha elevado desde el segundo trimestre del 2009, cuando las industrias manufactureras contribuían con 1.70 trillones de dólares. En el mismo periodo, el valor agregado de la fabricación de bienes duraderos aumentó de 0.86 billones a 1.17 billones de dólares, y el valor agregado de los bienes no duraderos pasó de 0.84 trillones a 0.99 trillones (NAM, 2016).

Durante los últimos 25 años, los bienes manufacturados en EE.UU. que son exportados se han cuadruplicado. En 1990, por ejemplo, las industrias manufactureras de Estados Unidos exportaron 329.5 millones de dólares en bienes. Para el 2000, ese número había aumentado más del doble a 708 millones. En 2014, alcanzó su punto más alto, por quinto año consecutivo, de 1.403 billones de dólares, a pesar de la desaceleración del crecimiento mundial (NAM, 2016).

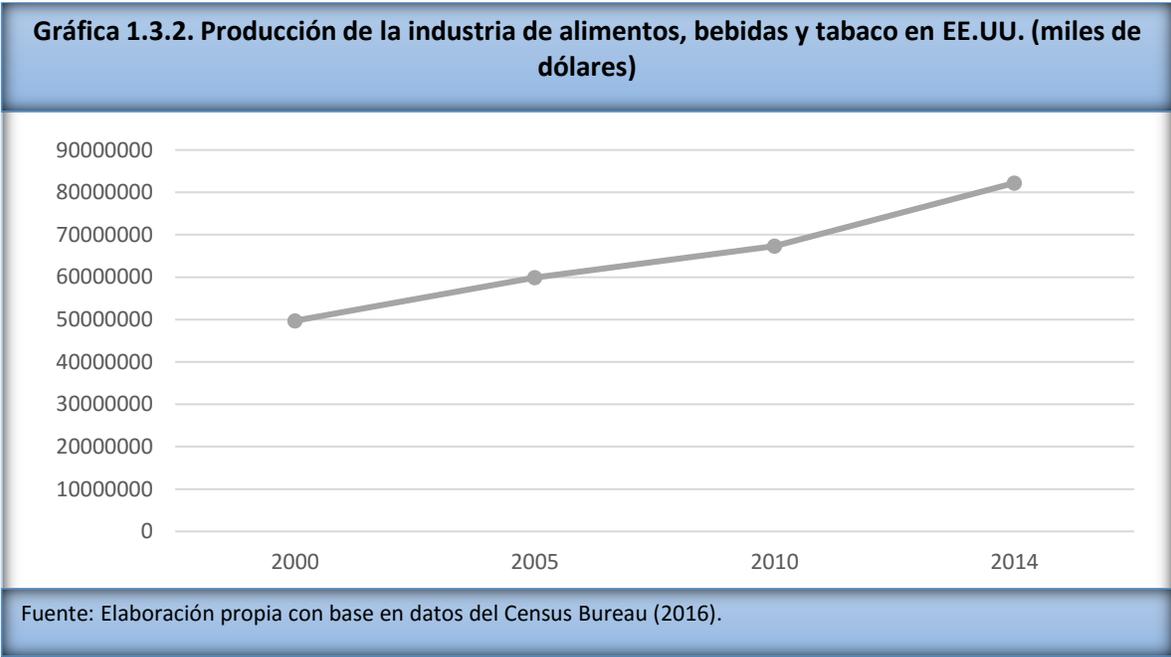
**Gráfica 1.3.1. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU. (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Census Bureau (2016).

En la gráfica 1.3.1., se puede observar como las exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco del periodo 2000-2005 no tuvieron un crecimiento considerable fue un aumento del 12%, en cambio en los periodos 2005-2010 y 2010-2014, su crecimiento fue mayor del primero del 74%, sin embargo el del último el crecimiento de las exportaciones fue del 39%.

La rama con mayor volumen de exportaciones es la de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles, y la rama con el menor volumen de exportaciones es la de preparación y envasado de pescados y mariscos. Las ramas tradicionales son las que presentan mayores volúmenes de exportación frente a las ramas no tradicionales.

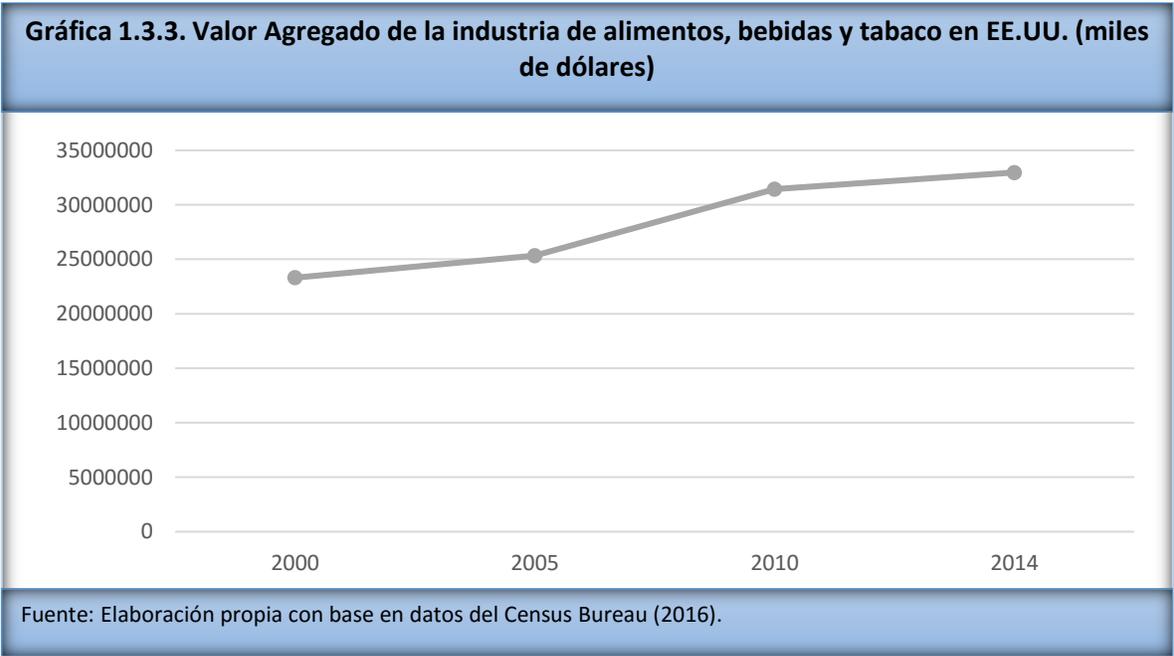


La producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco, tuvo un aumento mayor del periodo 2010-2014, el aumento más bajo fue del periodo 2005-2010 posiblemente se deba por la crisis del 2009, ya que en ese periodo fue donde se presenta el menor aumento a la producción, cosa que difiere de las exportaciones de esa misma industria en EE.UU., tal y como se observa en la gráfica 1.3.2.

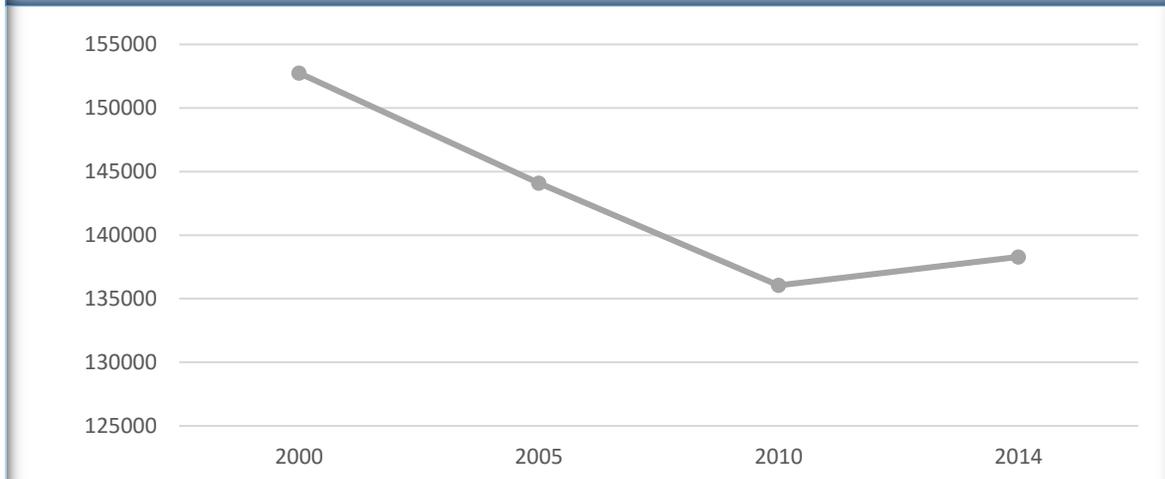
Al igual que en el indicador de exportaciones, la rama con mayor volumen de producción es la de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles, y la rama con menor volumen de producción es la de preparación y envasado de pescados y mariscos. Las ramas tradicionales presentan mayores cantidades de producción que las ramas no tradicionales.

El valor agregado de la industria en EE.UU., en el periodo de 2000-2014, estuvo siempre aumentando aunque en los últimos 4 años de estudio, fue un poco menos el crecimiento en comparación a los demás años, tal como se puede observar en la tabla 1.3.3.

La rama con mayor valor agregado es la de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles. Y la rama con menor valor agregado es la de preparación y envasado de pescados y mariscos. Las ramas no tradicionales presentan mayor valor agregado, en específico la de otras industrias alimentarias.



**Gráfica 1.3.4. Personal Ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU. (miles de dólares)**



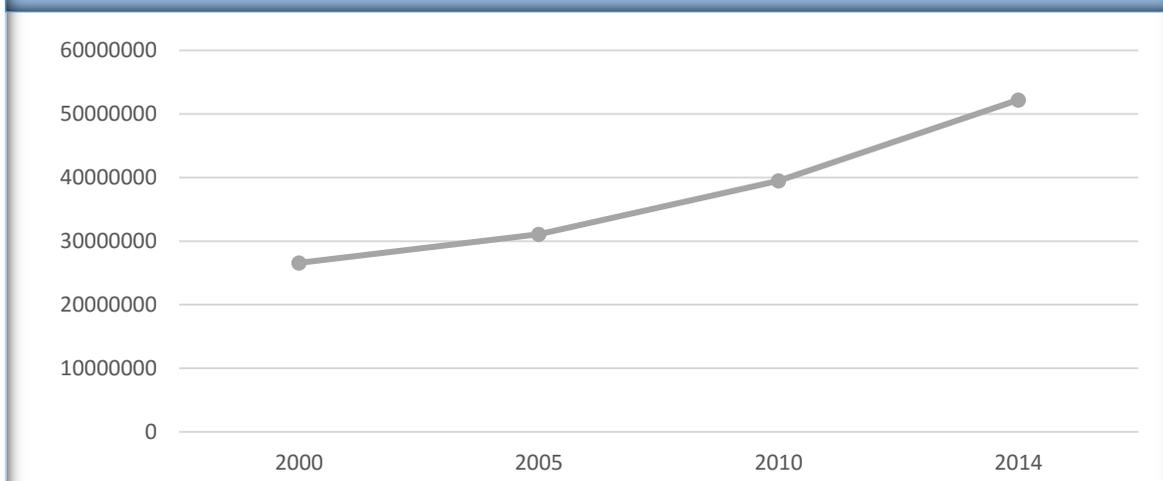
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Census Bureau (2016).

El personal ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco, se comportó de manera diferente a comparación de los otros indicadores, a partir del año 2000 al 2010, tuvo una baja considerable, sin embargo a partir del año 2010 empieza de nuevo a aumentar el indicador del personal ocupado.

La rama con mayor personal ocupado es la de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles, para los años de estudio, mientras que la rama de industria del tabaco fue la que presentó menor personal ocupado frente al resto. Las ramas tradicionales tuvieron mayor personal ocupado del año 2000 al 2014, que las ramas no tradicionales.

En la gráfica 1.3.5. se tiene que el costo de materiales para la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU., tiene un comportamiento algo similar al de la producción, en donde se tuvo para cada periodo analizado una tendencia a aumentar.

**Gráfica 1.3.5. Costo de Materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en EE.UU. (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Census Bureau (2016).

La rama de matanza, empackado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles es la que mayor cantidad de costo de materiales tuvo del periodo 2000 al 2014, mientras que la rama de preparación y envasado de pescados y mariscos fue la rama en la que menos se invirtió. Las ramas tradicionales fueron las que presentaron mayores cantidades en costo de materiales que las ramas no tradicionales. Se puede observar que en todos los indicadores las ramas tradicionales son las que presentan mayores cantidades que las ramas no tradicionales (ver tablas del anexo 3).

#### **1.4. Industria de alimentos bebidas y tabaco en Canadá**

Canadá es una potencia industrial, alimentada por los grandes recursos que dispone el país. Su producción industrial es tan grande que depende en gran medida de las exportaciones, ya que su población es insuficiente para consumir toda la producción. Tiene industrias de todos los sectores económicos, entre los que destacan equipo de transporte, productos eléctricos, alimentos, químicos, productos

de papel, productos de madera, plásticos, maquinaria, textiles y muebles (Osorio, 2011).

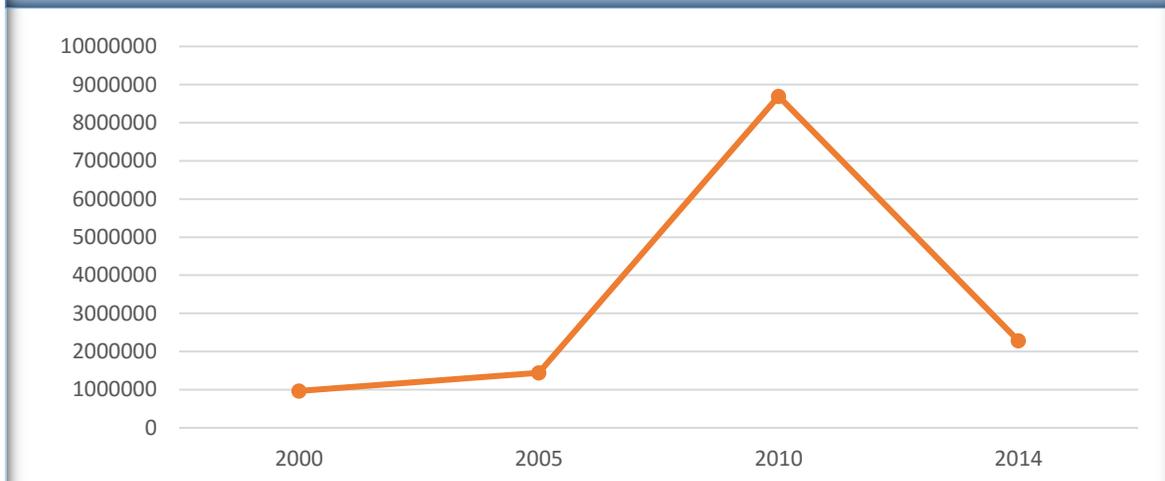
Actualmente, el porcentaje del PIB que corresponde a manufactura es el 12.6%, solamente superado por finanzas con un 21.2%. Sin embargo, desde el 2005 ha sufrido una contracción en su crecimiento, y esto ha influenciado negativamente la economía canadiense (Osorio, 2011).

La industria manufacturera en Canadá es una industria de amplias habilidades y alta tecnología que emplea directamente a 1.7 millones de personas y soporta casi 3 millones más a través de efectos indirectos e inducidos. En conjunto, el sector manufacturero paga 1.850 billones de dólares canadienses por semana en salarios a sus trabajadores, más que cualquier otro sector de la economía canadiense (Gobierno de Canadá, 2016).

En 2014 el sector manufacturero invirtió cerca de 6.8 billones de dólares canadienses en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y productos destinados a los mercados nacionales e internacionales. Como parte del sector exportador más grande del país, las industrias manufactureras de Canadá representaron el 61 por ciento de las exportaciones totales de mercancías de Canadá en 2014 y se encuentran entre los principales beneficiarios de los acuerdos de libre comercio (Gobierno de Canadá, 2016).

La industria de alimentos fue el segundo sector manufacturero más importante en Canadá en el 2014, con ventas de 107.1 billones de dólares canadienses, superado únicamente por el sector de equipo de transporte, con 112.6 billones, y seguido por los productos de petróleo y carbón, con 83.1 billones (Gobierno de Canadá, 2016).

**Gráfica 1.4.1. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá (miles de dólares)**



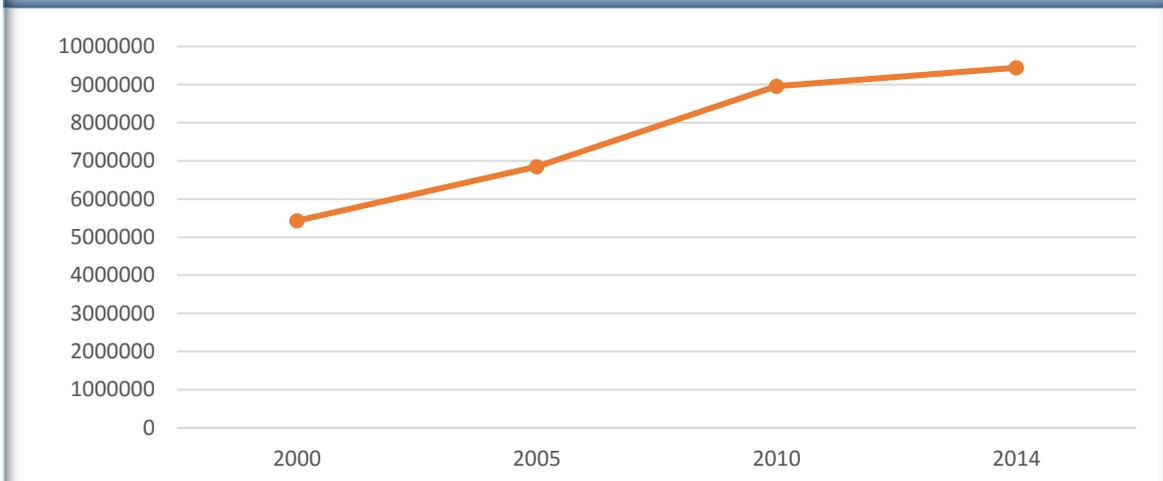
Fuente: Elaboración propia con base en datos del CANSIM (2016).

En la gráfica 1.4.1. se puede apreciar como las exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá tuvieron sobre todo en el periodo 2005-2010 un aumento mayor que en los otros años que se consideraron para el estudio, y para el periodo 2010-2014 un gran decremento.

La rama de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles es la que presenta mayores volúmenes de exportación, mientras que la rama de la industria del tabaco es la que presenta menores volúmenes de exportación. Las ramas tradicionales son las que tuvieron una cantidad mayor de exportación que las ramas no tradicionales.

La producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá, tiene un comportamiento diferente al de las exportaciones, tal como se ve en la gráfica 1.4.2., del periodo 2000-2005 la producción tuvo un decremento, pero para el periodo 2005-2010, hubo un incremento en la producción de la industria, sin embargo para el periodo 2010-2014, de nuevo tuvo un decremento.

**Gráfica 1.4.2. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá (miles de dólares)**

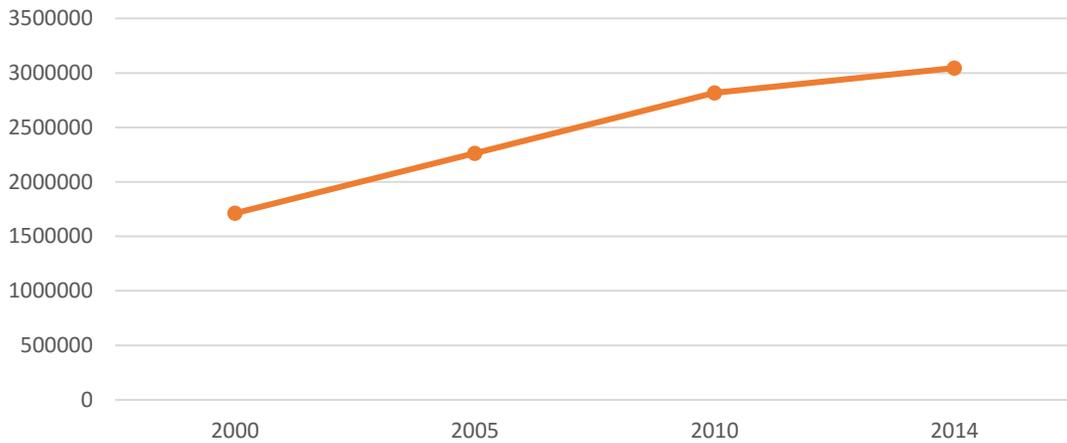


Fuente: Elaboración propia con base en datos del CANSIM (2016).

En el indicador de producción la rama de matanza, empaquetado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles presenta una mayor cantidad y la rama de la industria del tabaco presenta una menor cantidad. Las ramas tradicionales en conjunto son las que presentan mayores volúmenes de producción que las ramas no tradicionales.

El valor agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá tiene un comportamiento diferente a las exportaciones y producción de la misma industria, tuvo un crecimiento en todos los periodos, aunque en menor medida en el periodo 2010-2014 tal como se puede observar en la gráfica 1.4.3., sin embargo el personal ocupado de la industria misma en Canadá, presenta un comportamiento similar al de la producción, en donde al principio va a la baja, y en el último periodo empieza a tener un crecimiento. La rama con mayor valor agregado fue la de industria de las bebidas, mientras que la rama con menor valor agregado fue la de preparación y envasado de pescados y mariscos. Las ramas tradicionales en conjunto presentan mayor valor agregado y personal ocupado que las ramas no tradicionales.

**Gráfica 1.4.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del CANSIM (2016).

La rama de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles presenta mayor personal ocupado y la rama de la industria del tabaco es la que presenta menor cantidad de personal ocupado.

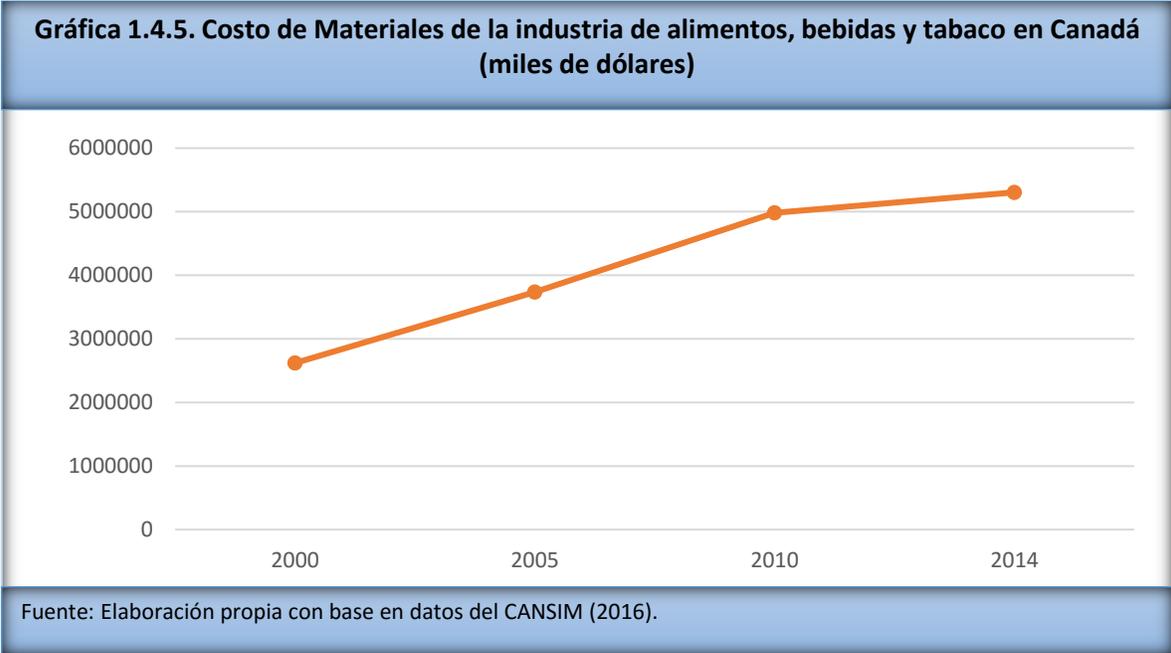
**Gráfica 1.4.4. Personal Ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del CANSIM (2016).

En la gráfica 1.4.5., se puede observar el costo de materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Canadá tenía una tendencia a crecer, y del periodo 2010-2014 su crecimiento fue en menor medida que el de los periodos anteriores.

La rama de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles, presenta mayor cantidad en costo de materiales y la que presenta menor cantidad es la de la industria del tabaco. En general, las ramas tradicionales en conjunto presentan mayores cantidades de todos los indicadores que las ramas no tradicionales (ver tablas del anexo).



## 1.5. Industria de alimentos bebidas y tabaco en Brasil

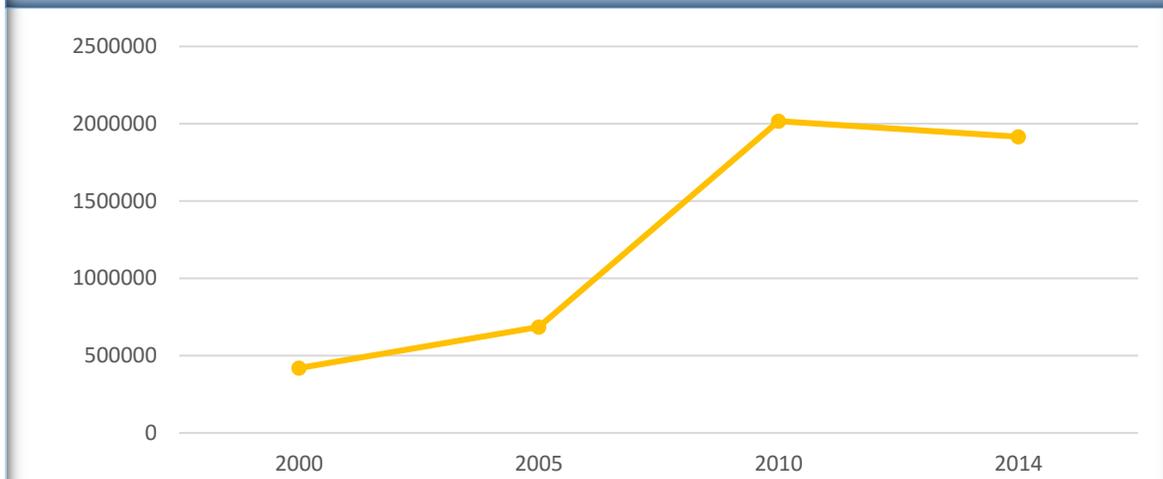
La industria textil fue el símbolo de la industrialización en Brasil hasta los años treinta. Desde esa década y hasta el inicio de los ochenta, la economía de Brasil creció de forma constante, experimentando algo similar a una revolución industrial, que lo convirtió en el país más industrializado de América Latina. En este país fue bastante rápida la recuperación de la depresión económica de principios de la década de 1930. Esta década marca el inicio de un esfuerzo inicial de industrialización orientada por el Estado, misma que se consolidó hasta los años setenta. A partir de 1930 se observa la creación de múltiples mecanismos e instituciones orientadas en favor de la industrialización (Rojas, 2008).

En los últimos años, precisamente entre el 2007 y el 2012, hubo una significativa pérdida de competitividad en el sector manufacturero brasileño, muy concentrada en el grupo de manufacturas no básicas, es decir, los productos manufacturados más sofisticados, menos intensivos en recursos primarios (García-Herrero *et al.*, 2014).

El análisis de las tendencias de comercio internacional entre los años 2002 y 2012 muestra que las exportaciones brasileñas como proporción del PIB se mantuvieron prácticamente estables en la última década, con el aumento del peso de las exportaciones de productos primarios siendo compensado por una reducción del peso en el PIB de las exportaciones de productos manufacturados, especialmente del de productos manufacturados no básicos en la segunda mitad del período analizado (García-Herrero *et al.*, 2014).

Como proporción de las exportaciones mundiales, las exportaciones brasileñas sí aumentaron, tanto entre el 2002 y el 2007, como entre el 2007 y el 2012. Sin embargo, la expansión de las exportaciones de productos primarios explica gran parte de este aumento (García-Herrero *et al.*, 2014).

**Gráfica 1.5.1. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil (miles de dólares)**

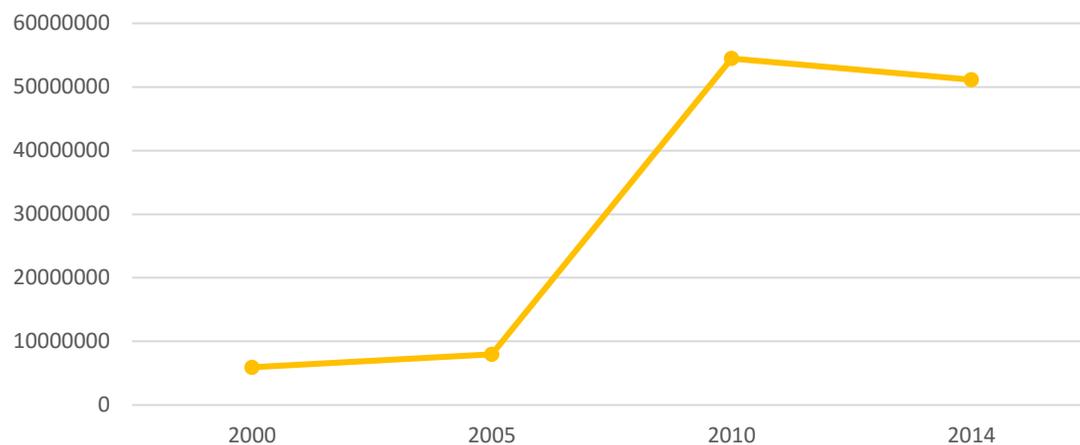


Fuente: Elaboración propia con base en datos del COMTRADE (2016).

Se puede observar en la gráfica 1.5.1., cómo el comportamiento de las exportaciones de Brasil, del periodo 2005 al 2010 tuvo un crecimiento acelerado y después de ese periodo empezaron a caer las exportaciones; la producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco (ver gráfica 1.5.2.) presenta un comportamiento un tanto similar al de las exportaciones, así como al del valor agregado de la misma industria según se muestra en la gráfica 1.5.3., en donde los crecimientos mayores se observan del periodo 2005-2010 y del periodo 2010-2014, empieza a tener decrementos. También se puede observar la gráfica 1.5.5., en donde se ve el costo de los materiales que tuvo la misma tendencia que el de las gráficas de exportaciones, producción y valor agregado.

La rama de molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas, presenta mayores volúmenes de exportación del periodo 2000 al 2014, mientras que la rama de elaboración de alimentos para animales es la que presenta un menor volumen de exportación frente a las demás ramas. En Brasil a diferencia de los otros países para las ramas no tradicionales presentan en conjunto mayores volúmenes de exportación que las ramas tradicionales.

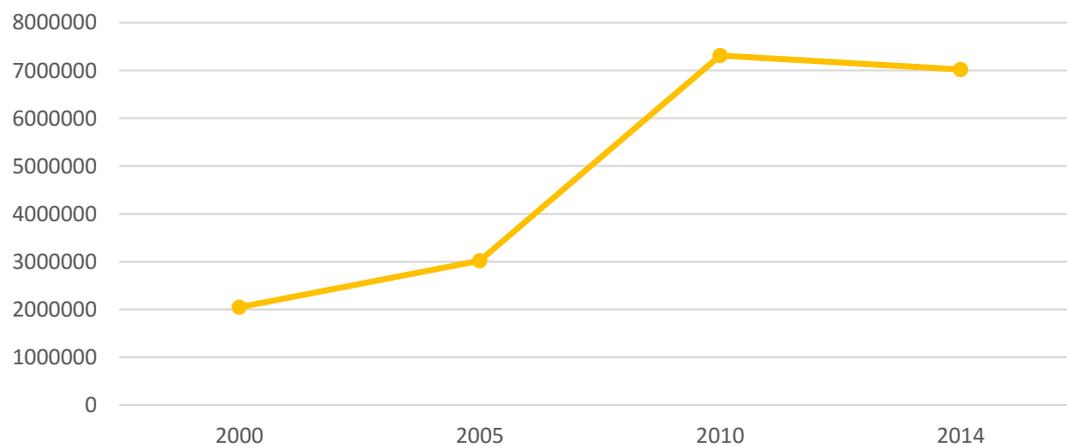
**Gráfica 1.5.2. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del IBGE (2012, 2015).

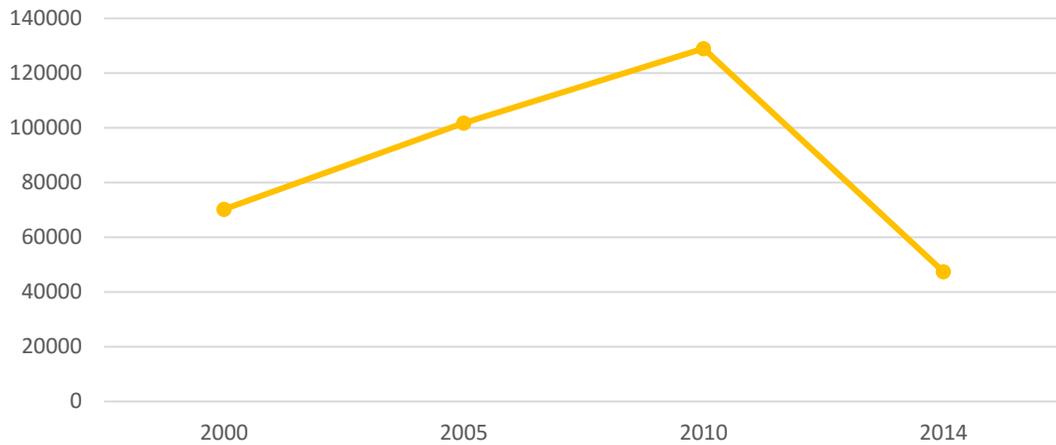
La rama de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles presenta mayor producción y la rama de preparación y envasado de pescados y mariscos presenta menor producción. Las ramas tradicionales presentan una mayor producción que las ramas no tradicionales.

**Gráfica 1.5.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos deL IBGE (2012, 2015).

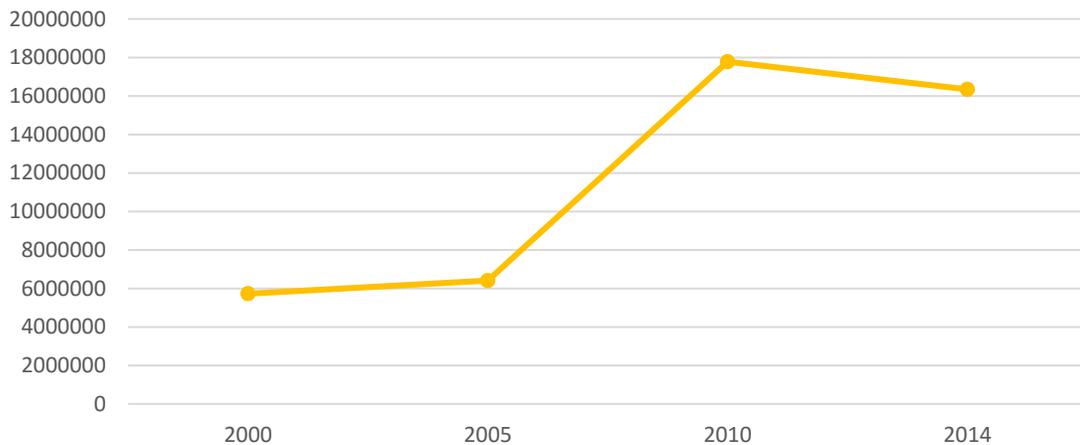
**Gráfica 1.5.4. Personal Ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del IBGE (2012, 2015).

El personal ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil en la gráfica 1.5.4., muestra un comportamiento diferente al de los otros indicadores, debido a que al principio estaba en crecimiento y a partir del año 2010, empezó a decaer en mayor medida a diferencia de los otros indicadores.

**Gráfica 1.5.5. Costo Materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en Brasil (miles de dólares)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del IBGE (2012, 2015).

La rama de elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares es la que presenta un mayor valor agregado, y la rama de preparación y envasado de pescados y mariscos presenta un menor valor agregado; en este caso las ramas tradicionales presentan un mayor valor agregado que las no tradicionales.

Para el caso de personal ocupado, la rama con mayor personal ocupado del periodo 2000 al 2014 es la de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles, y la rama con menor personal ocupado es la de preparación y envasado de pescados y mariscos. Las ramas tradicionales en conjunto presentan mayor personal ocupado que las no tradicionales.

La rama de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles, es la que tiene mayor costo de materiales, mientras que la de la industria del tabaco es la de menor costos de materiales. Las ramas tradicionales presentan mayores costos de materiales que las no tradicionales.

En general, las ramas tradicionales para todos los indicadores con excepción de las exportaciones presentan mayores cantidades que las no tradicionales (ver tablas del anexo 5).

## **1.6. Análisis comparativo de la Industria de alimentos, bebidas y tabaco de los 4 países**

En el anexo 2 de la tabla 2.1 a la tabla 2.8, se ubican los datos de producción, personal ocupado, valor agregado, costo de materiales, personal ocupado y remuneraciones al personal ocupado de México, en el anexo 3 de la tabla 3.1 a la tabla 3.8 están los datos para EE.UU., en el anexo 4 de la tabla 4.1 a la tabla 4.8 se ubican los datos para Canadá y en el anexo 5 de la tabla 5.1 a la tabla 5.8

para Brasil, para las 11 ramas que integran la industria de alimentos, bebidas y tabaco para los años 2000, 2005, 2010 y 2014, para la elaboración de las gráficas.

En el anexo 6 se encuentran las gráficas en conjunto de los 4 países. En la gráfica 6.1. del anexo 6 se encuentra el indicador de producción de los 4 países, se puede observar que el país con mayor producción fue EE.UU., seguido por Brasil, aunque para el último periodo Brasil tuvo un decremento, el país con menos producción fue México justo detrás de Canadá. En términos del análisis de ramas tradicionales y no tradicionales el comportamiento que tuvo es que para México, EE.UU., Canadá y Brasil, las ramas tradicionales presentaron mayores cantidades de producción todas en conjunto que las ramas no tradicionales.

En el anexo 6, la gráfica 6.2 muestra las exportaciones, se observa que EE.UU. fue el país con mayor crecimiento pero, Canadá en el año 2010 supero a EE.UU., sin embargo, Canadá para el año 2014 tuvo un gran decremento quedando por debajo de EE.UU. y teniendo casi las mismas exportaciones que Brasil, Brasil al igual que Canadá tuvo un decremento en sus exportaciones para el año 2014 pero en menor medida, el país con menor cantidad de exportaciones fue México. En cuanto a las ramas tradicionales y no tradicionales, para México, EE.UU. y Canadá las ramas tradicionales en conjunto presentaron mayores volúmenes de exportaciones que las ramas no tradicionales, con excepción de Brasil que su comportamiento fue al revés.

Para el caso del valor agregado, en la gráfica 6.3. del anexo 6, se observa que EE. UU. fue el país con el mayor valor, Brasil, Canadá y México tuvieron los mismo valores para el año 2000, Brasil superó a México y Canadá en los años posteriores, y el más bajo fue México pero en el último periodo queda casi igual que Canadá. En el análisis de las ramas tradicionales y no tradicionales se presenta el mismo comportamiento de que las ramas tradicionales en conjunto

son las que tienen mayor valor agregado, personal ocupado y costo de materiales que las ramas no tradicionales para los 4 países.

En cuanto al personal ocupado de la gráfica 6.4., del anexo 6, EE.UU. es el país con mayor personal ocupado, seguido por Brasil, aunque en este último país para el año 2014, hubo una gran caída, para este indicador México ocupó el tercer lugar con personal ocupado y el que menos tuvo fue Canadá.

El costo de materiales se muestra en la gráfica 6.5. del anexo 6, presentó un comportamiento similar en conjunto de los 4 países al del personal ocupado, EE.UU. fue el país que presentó un mayor costo de materiales mostrando un incremento en los años de estudio; después le sigue Brasil mostrando un incremento y a partir del año 2010 empieza a caer el costo de materiales, para el caso de Canadá y México mostraron un incremento en su costo de materiales pero fue bajo, México fue el país con menor costo de materiales.

México y Brasil son países en vías de desarrollo, es necesario ver los niveles de eficiencia y compararlos con países desarrollados como EE.UU. y Canadá para ver las deficiencias en sus respectivas ramas. En conclusión se puede decir que México es el país que presenta menores cantidades en todos los indicadores se puede decir que no utiliza eficientemente sus recursos, ya que cuenta con gran cantidad de ellos, esto ocasiona una menor eficiencia y conduce a una menor competitividad a nivel mundial en la industria de alimentos, bebidas y tabaco.

---

---

## CAPÍTULO 2

### ELEMENTOS TEÓRICOS DEL COMERCIO EXTERIOR Y LA EFICIENCIA

---

---

En el capítulo anterior se analizó el contexto de la industria de alimentos, bebidas y tabaco para cada país en el periodo 2000-2014, en el cual se podía observar como México no hacía un uso adecuado de sus recursos lo que supone un problema de eficiencia. Por lo tanto, en este capítulo se da la finalidad de abordar el marco teórico de la eficiencia y su medición, para conocer posteriormente en el siguiente capítulo el modelo que se utilizará para el cálculo de las eficiencias de la industria. En este capítulo se realiza una presentación de los conceptos, técnicas y métodos utilizados en los capítulos posteriores sobre la eficiencia. En primer lugar se describe el concepto de eficiencia en sus perspectivas técnica, asignativa y global. A continuación se presentan los métodos paramétricos y no paramétricos para la medición de la eficiencia desarrollándose los fundamentos del Análisis Envolvente de Datos, presentándose como la herramienta para la medición.

#### 2.1. Postulados teóricos sobre la eficiencia

La eficiencia es la relación existente entre los bienes y servicios consumidos con los bienes y servicios producidos, es decir, la relación que hay entre los *outputs* y los *inputs* (AECA, 1997).

Actualmente el término de eficiencia es ampliamente utilizado en la literatura económica, pero no siempre de forma correcta. Por lo que se hace necesario identificar las diferencias que existen entre nociones tales como eficacia, eficiencia, productividad y competitividad.

La eficiencia y la productividad son conceptos que muy a menudo se confunden o se emplean como sinónimos, sin embargo existen diversas diferencias. Cuando se

habla de productividad, generalmente se hace referencia a la productividad media de un factor, es decir, al número de unidades de *output* producidas por cada unidad empleada del factor (Álvarez, 2001).

Para Prokopenko (1997) la productividad es la “relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía), en la producción de diversos bienes y servicios. La productividad también puede entenderse como “la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. Dado que el tiempo es a menudo un buen denominador ya que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema.”

Por su parte David Sumanth (1990), maneja que la definición del término productividad varía ligeramente según quien la proporcione, ya sea un economista, un contador, un administrador, un político, un líder sindical o un ingeniero industrial. Lo anterior implica la existencia de varios conceptos de productividad (Navarro, 2005):

1. a) Productividad parcial, que es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.
2. b) Productividad de factor total, que es la razón de la producción neta con la suma asociada de los factores insumos de mano de obra y capital.
3. c) Productividad total que es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo. Así, la medida de productividad total refleja el impacto conjunto de todos los insumos al fabricar los productos.

Según Pedraza (1999) Machuca define a la productividad como “*el indicador por excelencia de la eficiencia (técnica o económica), midiendo, para un cierto periodo de tiempo, la relación entre la producción obtenida y la cantidad de factores*

*empleada para obtenerla*". Por lo tanto para él la eficiencia técnica implica que los conceptos anteriores se miden en unidades físicas. Si las medidas de los valores de las entradas y salidas son expresadas en unidades monetarias se habla de la eficiencia económica (Pedraza, 1999).

La productividad es la relación productos-insumos en un periodo específico con la debida consideración de la calidad (Koontz, 2001).

Según lo expresado por Gutiérrez (2005), la productividad tiene dos componentes: la eficiencia (el total de los recursos que fueron utilizados y de los desperdiciados) y la eficacia (los resultados alcanzados que cumplen con los objetivos).

Es importante mencionar la distinción entre eficiencia y productividad, la productividad se refiere a la cantidad producida por insumo, mientras que la eficiencia es la mejor utilización de recursos. La eficiencia es un determinante de la productividad; por lo que si se mejora la eficiencia por ende se mejora la productividad.

La eficiencia y la competitividad también son dos términos que se suelen confundir. La eficiencia es un elemento que resulta determinante para la competitividad. Según Porter (1990) la competitividad es *"la capacidad para sostener e incrementar la participación en los mercados internacionales, con una elevación paralela del nivel de vida de la población. El único camino sólido para lograr esto se basa en el aumento de la productividad"*. Por lo tanto se puede decir que la competitividad engloba a la eficiencia.

Beltrán (2004) define a la eficiencia como la relación entre un ingreso y un egreso; entre una entrada y una salida; entre un recurso y un producto; o mejor, *"es el criterio económico que revela la capacidad administrativa de producir el máximo resultado con un mínimo de recursos, energía y tiempo"*.

La idea más extendida de eficiencia es el concepto de óptimo de Pareto según el cual una asignación de recursos X es preferida a otra Y, sí y solo sí con la segunda al menos algún individuo mejora y nadie empeora, es decir, un óptimo paretiano es una asignación de recursos que no puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la de otro(s) (Gravelle y Rees, 2005).

La eficacia hace referencia al logro de los objetivos propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que alcanzamos el objetivo o resultado (Oliveira, 2002).

La eficacia difiere de la eficiencia en el sentido en que la eficacia es la capacidad que se tiene para lograr un objetivo, aunque en el proceso del mismo no se hayan utilizado de la mejor manera los recursos, en cambio la eficiencia hace referencia en la mejor utilización de los recursos.

La teoría de la eficiencia se remonta hasta los años 50, cuando Tjalling C. Koopmans y Gerard Debreu comienzan sus investigaciones con relación al uso eficiente de los recursos empresariales y al análisis de producción.

Sin embargo antes de Koopmans y Debreu, se pueden encontrar interesantes trabajos sobre el tema, entre los que se destacan los estudios de Harrington Emerson, un estudioso de las causas que originan la eficiencia de las organizaciones, cuyas aportaciones en investigaciones económicas le confirieron la distinción de ser considerado el primer “ingeniero de la eficiencia” (Cancio, 2009).

El autor que dio por primera vez una definición de eficiencia técnica fue Koopmans (1951) afirmando que una combinación factible de *inputs* y *outputs* es técnicamente eficiente, si es tecnológicamente imposible aumentar algún *output* o reducir algún *input* sin reducir simultáneamente al menos otro *output* o aumentar al menos otro *input*.

Esta primera definición resultaba limitante, ya que solo permitía diferenciar a los productores eficientes de los ineficientes. Por lo que Debreu (1951) se encarga de dar el siguiente paso desarrollando una medida radial que permitiera cuantificar porcentualmente el nivel de eficiencia, a lo que propuso un índice de eficiencia técnica, al que llamó “coeficiente de utilización de recursos” que definía como la unidad menos la máxima reducción equiproporcional en todos los *inputs* para un nivel dado de *outputs*.

En el año 1957 hubo un interés general en el crecimiento y productividad, y el documento más influyente sobre esos asuntos dentro de un entorno macro fue el de Solow, el primer autor que identificó el concepto de Producción Total de Factores (PTF) con el cambio tecnológico o desplazamiento de una función de producción. Al mismo tiempo Farrell sentó las bases para los nuevos enfoques hacia los estudios de eficiencia y productividad en el nivel micro.

Inspirado en los trabajos de Koopmans (1951) y Debreu (1951), Farrell (1957) fue el primero en introducir el marco teórico básico para estudiar y medir la eficiencia, así como uno de los pioneros en la utilización de la función de producción tipo frontera. Propuso considerar como referencia eficiente la mejor practica observada entre la muestra de empresas objeto de estudio, calculando los índices de eficiencia de cada una en comparación con las que presentan un mejor comportamiento.

La eficiencia es definida por Farrell (1957) como la capacidad que tiene una unidad para obtener el máximo *output* a partir de un conjunto dado de *inputs*. Por tanto, evaluar la eficiencia o ineficiencia de un conjunto de Unidades de Decisión (DMU<sup>1</sup>) pasa por determinar la frontera de producción la cual hace referencia al máximo *output* teórico alcanzable por ese conjunto de DMU's dada una combinación de *inputs*.

---

<sup>1</sup> DMU (Unidad de decisión), se utilizó para referirse a entidades sin fines de lucro (Charnes *et al*, 1978), se ha extendido para hacer referencia a cualquier tipo de organización o empresa.

La eficiencia de una DMU se entiende como la comparación entre los valores óptimos y los observados, de productos y factores. Esta situación permite introducir el concepto de frontera de producción, que consiste en comparar el nivel alcanzado por cada DMU con el que le correspondería en caso de aplicar eficientemente la tecnología de producción existente en el grupo utilizado para la comparación (Martínez y Martínez, 2002).

La propuesta de Farrell (1957) es visualizar a la eficiencia desde una perspectiva real no ideal, donde cada unidad de producción sea evaluada en relación con otras tomadas de un grupo representativo y comparable. Así, las medidas de eficiencia serían relativas y no absolutas, donde el valor alcanzado por determinada unidad productiva, corresponda a una expresión de la desviación observada respecto a aquellas consideradas como más eficientes dada la información disponible. En este sentido, la metodología que propone Farrell es una técnica basada en el concepto de “*benchmark*” o referenciación, que consiste de estimar y ubicar DMU “virtuales” a partir de buenas DMU comparables con la que deseamos estudiar (Schuschny, 2007).

En su investigación, Farrell parte de un caso sencillo, el de una empresa que emplea dos *Inputs* para la obtención de un único *output*, y establece, entre otros, los siguientes supuestos (Coll y Blasco, 2006):

1. Las empresas operan bajo condiciones de rendimientos constantes a escala. Este supuesto permite que la tecnología de producción pueda ser representada mediante la isocuanta, que identifica las distintas combinaciones de los dos factores que una empresa perfectamente eficiente podría usar para producir una unidad de *output*.
2. Isocuanta convexa hacia el origen y con pendiente no positiva, lo que indica que el incremento en el *input* por unidad de *output* de un factor implica eficiencia técnica más baja.
3. La función de producción eficiente es conocida.

A partir de los supuestos anteriores, Farrell, haciendo uso de la curva isocuanta, comienza definiendo el concepto de eficiencia técnica, y continúa proporcionando una medida de eficiencia que tome en cuenta el uso de los diversos factores en las mejores proporciones desde el punto de vista de los precios (eficiencia precio) para lo cual emplea una curva de isocoste, que muestra todas las posibles combinaciones de *inputs* que pueden adquirirse a un costo total dado (Coll y Blasco, 2006).

En un estudio más reciente, Farrell y Fieldhouse (1962) presentan un modelo alternativo para medir la eficiencia bajo condiciones de rendimientos no constantes a escala, los autores agrupan las observaciones de acuerdo a estratos de producción, y estiman funciones eficientes de la producción para cada intervalo; las observaciones se comparan entonces con las isocuanta relevantes para determinar los niveles relativos de eficiencia (Navarro, 2005).

Farrell más tarde propuso computar los parámetros de la función frontera, a través de la forma Cobb-Douglas. Aigner y Chu (1968) fueron los primeros en seguir la sugerencia de Farrell. Ellos especificaron una función de producción frontera Cobb-Douglas, que requería que todas las observaciones estuvieran en o bajo la frontera.

Farrell (1957) dividió a la eficiencia en dos componentes: la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. Ambas medidas, combinadas, proveen una medida de la eficiencia económica o eficiencia global.

### **2.1.1. Eficiencia técnica**

González-Páramo (1995) afirma que la eficiencia productiva o eficiencia técnica de una empresa está dada por su capacidad para transformar unos *inputs* (trabajo, capital y otros factores) en *outputs* (bienes o servicios) en el contexto de una

tecnología, que puede sintetizarse mediante una función de producción, que marca el valor máximo o “frontera” de *output* alcanzable a partir de diversas combinaciones de *inputs* (Navarro y Torres, 2006).

Para Lindbeck (1971) la eficiencia técnica surge de la interpretación de la función de producción como el conjunto de los puntos frontera del conjunto de producción, quedando dividido el espacio de asignaciones del siguiente modo (Fuentes, 2000):

- Eficientes (ubicadas justo sobre la función de producción).
- Ineficientes (situadas debajo de la función de producción).
- Imposible (las localizadas más allá).

En ese sentido, se trata de un concepto puramente técnico puesto que contempla únicamente la relación entre las cantidades de insumos y productos y no sus valores.

Farrell (1957) se refiere a la eficiencia técnica como la habilidad de una firma para obtener el máximo nivel de producción dado un conjunto de insumos o, a partir de un nivel dado de producto, obtenerlo con la menor combinación de insumos. Sin embargo, el objetivo de Farrell era obtener una medida satisfactoria de eficiencia productiva sin profundizar las causas de ésta. En ese sentido, ha sido más escasa la literatura de las ineficiencias. Sobre este asunto, Leibenstein (1966, 1975 y 1978) citado por (Rodríguez y Suárez, 2003) acuñó el concepto de ineficiencia X, argumentando que en una organización donde interactúan distintos individuos, éstos tienen algún grado de discreción con respecto al esfuerzo que ponen en su trabajo. Así, cada individuo es capaz (aptitud) de ejercer un nivel de esfuerzo tal que contribuya a minimizar los costes, aun cuando no tiene por qué ser éste el elegido (actitud). Dado que las empresas no tienen control sobre el nivel de esfuerzo de los individuos (debido a la existencia de contratos incompletos) no necesariamente minimizarán costos.

A partir del trabajo inicial de Farrell, otros autores han propuesto conceptos alternativos. Navarro (2005) cita a Forsund y Hjalmarsson (1974) y Forsund *et al.* (1980), quienes descompusieron la eficiencia técnica, asignativa y de escala. En esa misma línea Banker, Charnes y Cooper (1984) mencionados por Navarro (2005), dividieron la eficiencia técnica (o eficiencia técnica global) en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala.

- Eficiencia técnica pura muestra en qué medida la unidad productiva analizada está extrayendo el máximo rendimiento de los recursos físicos a su disposición.
- Eficiencia de escala es relevante cuando la tecnología de producción presenta rendimientos de escala variables. Este tipo de eficiencia muestra si la unidad productiva analizada ha logrado alcanzar el punto óptimo de escala. Los rendimientos de escala se obtienen al aumentar proporcionalmente la cantidad de todos los factores que intervienen en la función de producción (Coll y Blasco, 2006). Existen tres tipos de rendimientos de escala (Varian, 1998):
  1. Rendimientos constantes a escala: Si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en la misma proporción.
  2. Rendimientos crecientes a escala: Si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en una proporción mayor.
  3. Rendimientos decrecientes a escala: Si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en menor proporción.

La eficiencia técnica solo puede obtener tomar valores comprendidos entre cero y uno. Una puntuación cercana a cero debe entenderse como que la unidad que está siendo evaluada se encuentra muy lejos de la isocuanta eficiente y en consecuencia, se trata de una unidad muy ineficiente técnicamente. Todo lo contrario sucede si la eficiencia técnica esta próxima a uno, lo que indica que la unidad se encuentra sobre la isocuanta eficiente (Coll y Blasco, 2006).

### **2.1.2. Eficiencia asignativa**

Para Farrell (1957) la eficiencia asignativa muestra la habilidad de una firma para usar los factores en proporciones óptimas, dados los precios de éstos, y obtener un determinado nivel de producción con el menor costo o, para determinado nivel de costos, obtener la máxima cantidad de producto. Alternativamente, se puede definir como la obtención de una cantidad máxima de producto manteniendo el costo a través del reajuste de los factores de producción según sus costos de uso.

González-Páramo (1995) afirma que la eficiencia asignativa o de precios se da cuando una empresa maximiza beneficios o minimiza costos.

Alé Yarad (1990) menciona que la eficiencia asignativa o de costos se refiere a que “el gasto monetario total en insumos usados para producir una cantidad dada de bienes sea el mínimo posible de acuerdo a los precios de insumos” (Navarro y Torres 2006).

De acuerdo con Parkin (2007) la eficiencia en la asignación es cuando no es posible producir más de algún bien sin tener que ceder algún otro que se considere de mayor valor, y se produce en el punto de la Frontera de Posibilidades de Producción que se prefiere por encima de todos los demás.

### **2.1.3. Eficiencia económica o global**

La eficiencia económica tiene dos componentes: la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa.

Por último, Farrell (1957) definió la eficiencia económica (o global), la cual implica que la unidad productiva es técnica y asignativamente eficiente, es decir, la obtención de una determinada producción supone la minimización de la cantidad de factores empleados y además de su coste. La eficiencia económica se define como el producto de la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa.

La “eficiencia económica es considerada como el logro de la máxima producción al menor costo posible” (Pinzón, 2003).

## 2.2. Medición de la eficiencia

La estimación de la eficiencia implica que el resultado de una unidad productiva deba ser comparado con un estándar. En este sentido, la medición de la eficiencia requiere de dos etapas (Sellers y Más, 2009):

1. En primer lugar la determinación de una función de referencia estándar que indique, dada una determinada tecnología de producción disponible, el máximo nivel de output alcanzable a partir de diferentes combinaciones de inputs. La función de referencia o “función frontera” puede ser tanto una función de producción como una función de costes, o incluso de beneficios.
2. La segunda etapa consiste en comparar los resultados obtenidos por cada unidad de producción con la frontera estándar, de forma que las desviaciones existentes quedarán caracterizadas como comportamientos ineficientes.

Las técnicas de estimación se agrupan básicamente en dos grandes bloques: los modelos que utilizan las aproximaciones paramétricas y los que emplean las aproximaciones no paramétricas.

Según Lovell (1993), el cálculo de la eficiencia comporta, fundamentalmente, tres problemas (Alonso *et al.*, 2009):

- Qué *inputs* y *outputs* y cuántos deben incluirse en el análisis. La ineficiencia de una unidad de producción puede deberse a la no inclusión de todos los inputs y outputs.
- Cómo deberían de ponderarse en el caso de que se debieran agregar multitud de *inputs* y/o *outputs*. La solución más habitual es utilizar los precios

como factor homogeneizador, si bien éstos, en algunas ocasiones, o no están disponibles o son poco fiables.

- Cómo determinar el nivel o actuación óptima con la que compararse.

### **2.2.1. Paramétricas**

Los métodos paramétricos se clasifican en:

- Determinísticos.
- Estocásticos.

El término “paramétrico” hace referencia al hecho de que son los parámetros de esa función los que se estiman econométricamente, y no la forma de la función en sí misma. Los métodos no paramétricos consideran que cualquier diferencia observada entre una firma y la frontera eficiente corresponde a una diferencia de eficiencia, que en realidad podría estar generada por un error de medición o por un comportamiento exógeno a la firma (Berrio y Muñoz, 2005).

La estimación paramétrica especifica la tecnología mediante una forma funcional conocida y según se modelice la naturaleza de la perturbación aleatoria, la frontera, tendría un carácter determinístico o estocástico. La desventaja de estos modelos, es que los posibles errores pueden confundirse con la ineficiencia técnica. Su ventaja es que los estimadores obtenidos para la ineficiencia gozan de propiedades estadísticas conocidas (Murillo, 2002).

En la tabla 1.2., que trata de los métodos paramétricos y según su relación estadística se divide en estadísticos y de programación matemática y a su vez esos mismos se dividen en deterministas y estocásticos. Una de las ventajas que tiene es que las empresas analizadas se sitúan en la frontera o debajo de ella, esto para tanto las deterministas como los estocásticos. Los inconvenientes de las deterministas es que tienen sensibilidad de los resultados y se requiere especificar la forma funcional para la frontera.

**Tabla 1.2. Métodos paramétricos**

Establecimiento de forma funcional	Existencia de relación estadística	Existencia de perturbación aleatoria	Ventajas	Inconvenientes	Referencias significativas
<b>Métodos paramétricos</b>	Estadísticos	Deterministas	Todas las empresas se sitúan en o por debajo de la frontera (directamente asimilables a las medidas de Farrell).	-Requiere especificar forma funcional de la frontera y función de distribución para el término de error (ineficiencia). -Sensibilidad de los resultados ante diferentes distribuciones del termino error. -Sensibilidad de resultados ante la existencia de empresas atípicas ( <i>outliers</i> ). -Las perturbaciones aleatorias contaminan la medida de eficiencia obtenida.	Afriad (1972), Richmond (1974), Olson, Schmidt y Waldman (1980), Elyasiani y Mehdián (1990).
		Estocásticos	Aíslan la medida de eficiencia de la ineficiencia de perturbaciones aleatorias.	-Requiere especificar forma funcional de la frontera y función de distribución para el término de error (ineficiencia). -Sensibilidad de los resultados ante diferentes distribuciones del término de error. - Requieren supuesto de independencia de eficiencia e inputs (excepto en modelos de efectos fijos). - Obtención de medidas de eficiencia globales no individuales. (Existe solución ad-hoc en Jondrow, Lovell, Materov y Schmidt (1982)).	Aigner, Amemiya y Poirier (1976), Aigner, Lovell y Schmidt (1977), Meeusen y Broeck (1977), Lee y Tyler (1978), Schmidt y Sickles (1984), Sickles (1985), Sickles, Good y Johnson (1986), Battese y Coelli (1988), Cornwell, Schmidt y Sickles (1990), Schmidt (1988), Ferrier y Lovell (1990), Gong y Sickles (1992).
	Programación matemática	Deterministas	Todas las empresas se sitúan en o por debajo de la frontera (directamente asimilables a las medidas de Farrell).	-Requiere especificar forma funcional de la frontera. Ausencia de propiedades estadísticas de los estimadores obtenidos. -Las perturbaciones aleatorias contaminan la medida de eficiencia obtenida.	Aigner y Chu (1968), Farsund y Hjalmarsson (1979), Nishimizu y Page (1982), Charnes, Cooper y Sueyoshi (1988), Bajurek, Hjalmarsson y Farsund (1990).
		Estocásticos	Aíslan la medida de eficiencia de la influencia de perturbaciones aleatorias.	-Requiere especificar forma funcional para la frontera. -Establecimiento a priori de la proporción de empresas que se permite que se sitúen por “encima” de la frontera por causas aleatorias.	Tintner (1960), Timmer (1971), Banker, Datar y Kemerer (1991).

Fuente: Pastor (1995)

### 2.2.1. No paramétricas

Las técnicas no paramétricas no definen la frontera mediante una forma funcional conocida, sino que formulan las características de la tecnología mediante unos supuestos sobre el conjunto de producción. La frontera estimada es más flexible que la paramétrica y está formada por las empresas de la muestra que producen la mayor cantidad de productos con la menor cantidad de *inputs* (Murillo, 2002).

En la tabla 1.4., se muestran los métodos no paramétricos, que hay de programación matemática, algunas de sus ventajas es que las empresas se sitúan en o por debajo de la de la frontera, tiene aplicabilidad a múltiples *inputs* y *outputs*, tiene posibilidad de explorar los orígenes de la ineficiencia. Algunos de los inconvenientes es que hay sensibilidad de los resultados, requiere información a priori de los valores esperados.

**Tabla 1.2. Métodos paramétricos**

Establecimiento de forma funcional	Existencia de relación estadística	Existencia de perturbación aleatoria	Ventajas	Inconvenientes	Referencias significativas
Métodos no paramétricos	Programación matemática	Deterministas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Todas las empresas se sitúan en o por debajo de la frontera (directamente asimilables a las medidas de Farrell).</li> <li>-Inmediata aplicabilidad a situaciones de múltiples <i>outputs/inputs</i>.</li> <li>-Posibilidad de exploración de los orígenes de la ineficiencia.</li> <li>-No requiere especificación de forma funcional para la frontera (evita sesgo de especificación).</li> <li>-Flexibilidad, realización de pocos supuestos (sustituibilidad y convexidad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ausencia de propiedades estadísticas de los estimadores obtenidos.</li> <li>-Las perturbaciones aleatorias contaminan la media de eficiencia obtenida.</li> <li>-Sensibilidad de resultados ante la presencia de empresas atípicas (<i>outliers</i>).</li> <li>-Sensibilidad de resultados ante diferentes elecciones del vector de <i>outputs/inputs</i>.</li> </ul>	Charnes, Cooper y Rhodes (1978, 1981), Banker, Charnes y Cooper (1984), Sherman y Gold (1985), Rangan, Grabowski, Aly y Pasurka (1988), Elyasiani y Mehdián (1990 y 1992), Seiford y Thrail (1990), Charnes, Cooper, Huang y Sun (1990), Peterson (1990), Ferrier y Lovell (1990), Aly, Grabowski, Pasurka y Rangan (1990), Ley (1991), Berg, Farsund y Jansen (1992), Grifell, Prior y Salas (1992), Doménech (1992), Grifell y Lovell (1993).
		Estocásticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis de la medida de eficiencia de la influencia de perturbaciones aleatorias.</li> <li>-Inmediata aplicabilidad a situaciones de múltiples <i>outputs/inputs</i>.</li> <li>-Posibilidad de exploración de los orígenes de la ineficiencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ausencia de propiedades estadísticas de los estimadores obtenidos.</li> <li>-Requiere información a priori sobre los valores esperados, matriz de varianza-covarianza de las variables, así como de los niveles de probabilidad de las restricciones.</li> <li>-Sensibilidad de resultados ante diferentes elecciones del vector <i>outputs/inputs</i>.</li> </ul>	Sengupta (1990).

Fuente: Pastor (1995)

Al igual que en los métodos paramétricos, según la especificación del modelo, los no paramétricos pueden ser clasificados en estocásticos o determinísticos. Los modelos de naturaleza no paramétrica utilizan técnicas de programación matemática para medir y evaluar la eficiencia de las unidades de decisión. En esta categoría cabe destacar el análisis envolvente de datos (DEA), a través del cual se puede construir una frontera o un hiperplano de producción, que permita medir la eficiencia relativa de un conjunto de unidades de decisión que producen similares outputs a partir de un conjunto de posibilidades de producción (Seijas, 2004).

El DEA utiliza algoritmos de programación lineal para calcular la frontera. Según Álvarez (2001), Hoffman (1957) fue el primero en sugerir la posibilidad metodológica de estimar la función de producción frontera a partir de una muestra de observaciones de empresas, utilizando técnicas de la programación lineal, sin embargo la primera aplicación se debe a Boles (1966) quien describe un modelo de programación lineal para calcular la función de producción frontera y posteriormente Charnes, Cooper y Rhodes (1978) sistematizaron la técnica, denominandola *Data Envelopment Analysis* (DEA) tal como se conoce actualmente.

### **2.3. Análisis de la Envolvente de Datos**

El análisis envolvente de datos o *Data Envelopment Analysis*, DEA en sus siglas en inglés; es una técnica de programación matemática, introducida inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), y reconocido como CCR por las siglas de sus autores, quienes aplicaron técnicas de programación lineal para estimar las medidas de ineficiencia técnica definidas previamente en los trabajos de Farrell (1957) y de Debreu (1951). Básicamente, el DEA es una técnica de programación matemática que permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, a partir de datos disponibles del conjunto de unidades objeto de estudio, de forma que las unidades que determinan la

envolvente son denominadas unidades eficientes y aquellas que no permanecen sobre la misma son consideradas Unidades ineficientes (Coll y Blasco, 2006).

Los modelos DEA pueden ser clasificados (Coll y Blasco, 2006), básicamente en función de:

- a) El tipo de medida de eficiencia que proporcionan: índices radiales y no radiales<sup>1</sup>.
- b) La orientación del modelo: *input* orientado, *output* orientado.
- c) La tipología de los rendimientos a escala que caracterizan la tecnología de producción, entendida ésta como la forma (procedimientos técnicos) en que los factores productivos (*inputs*) son combinados para obtener un conjunto de productos (*outputs*), de tal forma que esa combinación de factores pueden caracterizarse por la existencia de rendimientos a escala: constantes o variables.

Siguiendo a Charnes, Cooper y Rhodes (1981) la eficiencia puede ser caracterizada con relación a dos orientaciones básicas, en cuyo caso se habla de dos modelos:

1. *Inputs* orientados: que busca, dado el nivel de *outputs*, la máxima reducción proporcional en el vector de *Inputs* mientras pertenece al conjunto de posibilidades de producción. Una unidad no es eficiente si es posible reducir cualquier *inputs* sin modificar la cantidad de sus *outputs*, es decir, calculándose el grado de ineficiencia de las empresas en función del nivel en que pueden ser reducidos los *inputs*, obteniendo la misma cantidad de *outputs*.
2. *Outputs* orientados: buscan, dado el nivel de *Inputs*, el máximo incremento proporcional de los *outputs* permaneciendo dentro del conjunto de posibilidades de producción. En este sentido una unidad puede ser identificada como eficiente si es posible incrementar cualquier *outputs* sin

---

<sup>1</sup> Índices radiales: fueron introducidos por Debreu (1951) y Farrell (1957) para medir la proporción en que puede incrementarse el vector de *outputs* (manteniendo constante el vector de *inputs*) o reducirse el vector de *inputs* (manteniendo constante el vector de *outputs*). La radialidad es sinónimo de equiproporcionalidad (Coll y Blasco, 2006).

incrementar ningún *inputs* y sin disminuir ningún otro *outputs*, es decir, obteniéndose la ineficiencia de las empresas en función del nivel en que se pueden aumentar los *outputs*, utilizándose la misma cantidad de *inputs*.

En base a los planteamientos que mencionan Charnes, Cooper y Rhodes (1981), la orientación del modelo se sujetará de las circunstancias productivas del sector. Por lo que en la orientación *output*, las ineficiencias que se localicen se corregirán manteniendo el mismo número de *inputs* y haciendo a las DMU's que son ineficientes que produzcan más. Mientras que en la orientación *input*, se detectan las posibilidades de disminución en el uso de *inputs* manteniendo el mismo nivel de producción.

### **2.3.1. Modelo CCR**

Basándose en los trabajos de Farrell, el modelo CCR es el modelo primitivo de la metodología DEA, creado por Charnes *et al.* (1978). En este primer modelo se asumen rendimientos constantes a escala (CRS, por las siglas en inglés *Constant Returns to Scale*). Esta asunción de rendimientos constantes hace que se consideren que todas las empresas (DMUs) operan en su escala óptima, lo que implica que en este modelo se cuantifique y valore la eficiencia total, incluyendo ineficiencia de gestión y de escala, sin realizar una distinción entre ellas. En este modelo se calcula la eficiencia total para cada DMU, donde opera con rendimientos de escala óptimos. El modelo tiene dos orientaciones hacia el *input* y hacia el *output*.

La fórmula hacia la orientación *input* es:

$$\text{Minimizar: } \theta_j - \in \left( \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = \theta_j x_{iJ} - h_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{kJ} + h_k^+ \quad k = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0$$

$\theta_j$  libre

Fuente: Coll y Blasco (2006)

La fórmula hacia la orientación *output* es:

$$\text{Maximizar: } \gamma_J + \in \left( \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{iJ} - h_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = \gamma_J y_{kJ} + h_k^+ \quad k = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0$$

$\gamma_J$  libre

Fuente: Coll y Blasco (2006)

### 2.3.2. Modelo BCC

Posteriormente, Banker, Charnes y Cooper (1984) proponen el modelo BCC, siendo éste una extensión del modelo CCR. En este modelo, a diferencia del anterior, se admite la existencia de rendimientos variables a escala (VRS por sus siglas en inglés), comparándose cada empresa con aquellas de similar dimensión, excluyéndose así las ineficiencias de escala. El modelo BCC permitió la división de la eficiencia técnica, en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala.

El modelo CCR no contemplaba la posibilidad de existencia de ineficiencias debidas a las diferencias entre escalas operativas Banker *et al* (1984) propusieron añadir una restricción a las variantes del modelo CCR.

La imposición de esta restricción para el modelo VRS implica que el conjunto de referencia para la unidad decisora considerada esté más cerca. De este modo se asegura que un agente sea comparado con otros de tamaño similar. Una característica del modelo VRS es que los puntajes encontrados son iguales o superiores a los del modelo CRS, debido a que la unidad decisora se está comparando con agentes eficientes aun cuando no lo sean en términos de escala. De este modo, una entidad podría ser comparada con otras que no necesariamente son eficientes a escala pero con tamaños similares, lo que resultaría un puntaje mayor. Según la orientación de este modelo, la ineficiencia de las empresas se obtiene de manera similar al del modelo CCR. Es decir, en la orientación *input*, según la distancia entre los *inputs* utilizados por las empresas y los *inputs* de la frontera, para el nivel de *outputs*; y en la orientación *output*, según la distancia entre los *outputs* obtenidos por la empresas y los establecidos en la frontera, en el mismo nivel de *inputs*. La diferencia del modelo BCC con respecto al modelo CCR es la restricción de convexidad, lo que permite calcular los niveles de eficiencia de las empresas teniendo en cuenta la escala de operaciones eficientes de las empresas evaluadas (Coll y Blasco, 2006).

La fórmula del modelo en su orientación *input* es:

$$\text{Minimizar: } \theta_j^- \in \left( \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = \theta_j x_{iJ} - h_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{kJ} + h_k^+ \quad k = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0$$

Fuente: Coll y Blasco (2006)

$\theta_j$  libre

La fórmula del modelo en su orientación *output* es:

$$\text{Maximizar: } \gamma_j^+ \in \left( \sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{iJ} - h_i^- \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = \gamma_j y_{kJ} + h_k^+ \quad k = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0$$

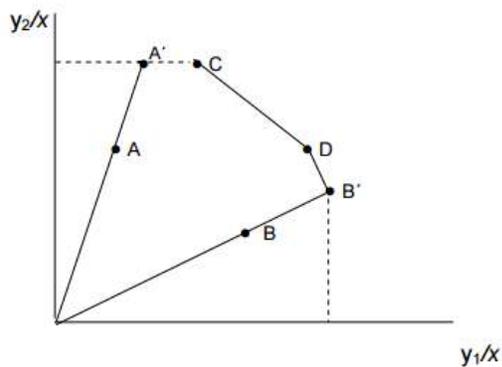
$\gamma_j$  libre

Fuente: Coll y Blasco (2006)

### 2.3.3. Análisis de *slacks*

“El análisis *slacks* de las variables en los modelos DEA, proporciona la dirección en la cual habrán de mejorarse niveles de eficiencia de las llamadas unidades de toma de decisión DMUs. Es así, que un valor *output slack* representa el nivel adicional de *outputs* necesarios para convertir una DMU ineficiente en una DMU eficiente. Asimismo, un valor *input slack* representa las reducciones necesarias de los correspondientes *inputs* para convertir un DMU en eficiente” (Lo, et al. 2001), citado por Navarro (2005: 53).

Grafica 1.6. Análisis de *slacks*



Fuente: Tofallis (2001).

Se puede observar en la gráfica que se presentan combinaciones de *inputs* para dos empresas eficientes C y D que se encuentran en la frontera, y para dos empresas ineficientes que son A y B. La ineficiencia se puede calcular mediante  $OA'/OA$  y  $OB'/OB$ . Sin embargo, el punto A' no puede ser totalmente eficiente, ya que es posible incrementar la producción del output  $y_2$  en la cantidad  $A' - C$ . La diferencia entre estos dos puntos es el slack asociado con el output  $y_2$ .

### **2.3.4. Benchmarking**

La empresa Xerox fue pionera en utilizar el concepto de *benchmarking*, a finales de los años 70. Esto a que realizo una comparación de los productos, características de producción y costos, ya que su filial Fuji-Xerox vendía sus productos debajo de sus costos de producción. De esta manera Xerox, llegó a cambiar sus objetivos de producción por unos nuevos objetivos cuya base fue una referencia del exterior: la competencia (Spendolini, 2005).

El *benchmarking* es una herramienta que se basa en el conocimiento de uno mismo y de la competencia; cuyo objetivo es lograr niveles adecuados de competitividad mediante la aplicación de las mejores prácticas dentro del sector (Rouse *et al.*, 2007).

Spendolini (2005) define al *benchmarking* como “el proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales”.

En la actualidad vivimos en un entorno competitivo, en donde las organizaciones se comparan con las mejores prácticas, para poder tener una ventaja competitiva. Por lo que Spendolini (2005) identifica tres tipos de *benchmarking* y los define de la siguiente manera:

1. Interno: es una forma de *benchmarking* que utilizan para identificar las mejores prácticas en diferentes sitios, departamentos, unidades operativas, países, etc. Se basa en un aprendizaje cooperativos interno.
2. Competitivo: este tipo de *benchmarking* está enfocado hacia los productos generados, servicios ofertados y/o procesos de trabajos de los competidores directos que venden a la misma base de clientes.

3. Funcional: dirigido a organizaciones acreditadas por tener lo más avanzado en productos/servicios/procesos, sin importar el sector productivo al que pertenezcan.

Las técnicas de *benchmarking* son frecuentemente empleadas, en un marco de aprendizaje y adaptación continua, junto al estudio de la eficiencia mediante el DEA.

Zhu (2009) citado por Delfin, O. y Navarro, J. (2014) define al *benchmarking* como un proceso por el cual se elabora una comparación de rendimiento entre DMU's pares y así determinar las posiciones relativas de cada DMU, estableciendo un estándar de excelencia.

#### **2.4. Revisión de la literatura**

La eficiencia estimada mediante el DEA, se puede aplicar a distintos campos, en la presente investigación se pretende aplicar a la industria de alimentos, bebidas y tabaco, con el objeto de mejorar los niveles de eficiencia mediante el aumento de las exportaciones. A continuación, se hace una revisión de la literatura en la que se trata de establecer una relación entre el comercio exterior y la eficiencia, de esta revisión algunos autores a mencionar son:

Wu (2005), analiza la eficiencia productiva del sector siderúrgico en Taiwán mediante un panel de datos de 1970-1996, sus resultados demostraron que la eficiencia técnica es influenciada por la liberalización del mercado y la adaptación y dominio de tecnología avanzada.

Jjri e Ismail (2007) analizan la productividad total de factores del sector manufacturero con base de los datos de la Encuesta de Manufactura Industrial de 1985-2000, mediante el DEA. Su principal hallazgo fue que el incremento de la productividad total de factores es debido a la eficiencia técnica. Los sectores de alimentos, madera, químicos y hierro presentaron altos niveles de eficiencia.

Perdomo y Mendieta (2007) analizaron la eficiencia técnica y asignativa del sector cafetero de tres provincias de Colombia mediante el DEA. Los resultados obtenidos presumen que las grandes unidades empresariales emplean muy bien la cantidad de insumos para maximizar su producto pero no logran producir a un costo mínimo, dada la ineficiencia asignativa.

Coll y Blasco (2011) analizaron el efecto de la liberación del sector textil español sobre la eficiencia de empresas pequeñas y medianas entre 2004 y 2006 a través de un DEA. Se obtuvo que las empresas medianas fueron más eficientes que las de menor dimensión.

Bannister y Stolp (1995) analizaron el vínculo entre la localización industrial, la concentración y la eficiencia económica para la manufactura mexicana de 1985. Encontraron que la eficiencia técnica a nivel regional estuvo asociada positivamente con las economías de urbanización y aglomeración.

Fuentes y Armenta (2006) midieron los cambios en la productividad originados por las transformaciones tecnológicas derivadas de las transformaciones de la eficiencia técnica y la escala de producción. Para ello construyeron el índice Malmquist así como un DEA, como resultado se obtuvo que los cambios en la productividad se debieron a la eficiencia técnica.

Becerril *et al.* (2011) determinaron la eficiencia mediante un DEA. Encontraron que los sectores de agricultura, minería, manufacturas y servicios financieros son eficientes bajo rendimientos variables.

Restrepo y Vanegas (2009) miden la eficiencia de la productividad de los recursos actuales de las firmas del sector textil para formular planes de expansión de la capacidad instalada y solicitar crédito al sector financiero.

Por su parte Mok, Yeung, Han y Li (2010) encuentran que las firmas con una mayor tasa de exportaciones tienden a experimentar una mayor eficiencia. Bhandari y Ray (2012) reportan que las características de localización de las firmas afectan al desempeño de éstas. Restrepo y Vanegas (2014) hacen un análisis comparativo de los sectores industriales exportadores que más empleo generan.

Cabe mencionar los estudios de Athanassopoulos y Ballantine (1995) analizan la eficiencia de la industria alimentaria a nivel agregado en el Reino Unido. Martínez y Martínez - Carrasco (2002) abordan el análisis del nivel de eficiencia de las empresas de comercialización y manipulación de hortalizas almerienses.

Lall *et al.* (2000), quienes evaluaron los factores que afectan a la eficiencia en el Caribe y América Latina, y llegaron al resultado de que con el fin de mejorar la eficiencia en los países del Caribe, se debe hacer hincapié en el fomento de la inversión extranjera y privada y el desarrollo de la infraestructura de lo que sería el caso en los países latinoamericanos.

Milner y Weymar (2003) midieron la eficiencia de un grupo de 85 países en desarrollo, los resultados indican que existe una relación positiva de la eficiencia y la apertura política comercial.

Iyer *et al.* (2008) en su trabajo miden los efectos externos de la eficiencia del comercio y diversas formas de inversión extranjera para una muestra de 20 países de la OCDE entre 1982 y 2000. Llegaron al resultado de que el comercio y todos los flujos de inversión extranjera se encuentran para mejorar la eficiencia, mientras que las salidas de IED a exacerbar la ineficiencia.

Shafaeddin (2006) en su estudio, el propósito es examinar si el libre comercio ayuda u obstaculiza la industrialización y el desarrollo.

Kim (1997) el propósito de su trabajo fue investigar los elementos que influyen en el incremento de la productividad de las ramas. También se analizaron los factores que determinan la productividad de las empresas y su aumento cuando éstas enfrentan una situación cambiante como la apertura comercial. El trabajo muestra que las ramas con mayor participación del capital extranjero proveniente del resto del mundo observaron un mayor aumento de productividad y eficiencia después de la apertura comercial.

Tansini y Triunfo (1998) realizaron una evaluación de la relación existente entre los procesos de apertura comercial y el desarrollo de la eficiencia técnica del sector industrial en Uruguay, se encontró que el nivel de eficiencia se asocia positivamente con la participación de las empresas con capital extranjero en las ventas, así como con la participación de importaciones en el mercado local.

Zamora y Navarro (2013) en su trabajo determinaron la eficiencia relativa de las aduanas como un factor determinante del comercio internacional, considerando 4 inputs y 3 outputs. Los resultados muestran que de las 29 economías analizadas, solamente 13 resultaron eficientes.

Tybout *et al.* (1991) en su trabajo concluyen que la liberalización comercial mejora la eficiencia técnica, al comparar el período de sustitución de importaciones con el de orientación hacia afuera.

Shujie y Zhao (2009) hablan sobre la eficiencia de las aduanas que tiene un impacto significativo en la reducción de los costos asociados con el comercio y la gestión del rendimiento empresarial.

Hassan *et al.* (2010) analizaron el impacto en el desempeño del sector manufacturero de Bangladesh tras la liberalización comercial, encontraron que la manufactura de exportación tuvo un mejor desempeño en su eficiencia técnica que

la de importación, lo que concluyeron que la liberalización comercial afecto de manera positiva a la industria de manufactura en Bangladesh.

Los autores Portugal y Wilson (2011) realizaron un estudio sobre la mejora en la infraestructura física y llegaron al resultado de que hay un mayor impacto sobre el desempeño de las exportaciones si se hay una mejora en la infraestructura.

Boughees (1999) en su estudio habla de la infraestructura del transporte en como afecta el volumen de comercio entre dos países.

Francis y Manchin (2006) en su estudio de transporte e infraestructura, llegan a la conclusión en que éstos afectan los niveles de exportaciones y referencia de entrega de bienes.

Sourdin y Pomfret (2012) analizan que si hay reducciones de costos de transporte, genera una expansión del comercio internacional.

Se muestra la tabla 1.4. de frecuencias, en donde se puede observar los *inputs* y *outputs*, el estudio, los resultados y el modelo que utilizaron diversos autores.

**Tabla 1.4.a Tabla de frecuencias del modelo DEA**

<b>Autor</b>	<b>Estudio</b>	<b>Inputs</b>	<b>Outputs</b>	<b>Resultado</b>	<b>Modelo</b>
<b>Martínez y Martínez (2002)</b>	Las empresas de comercialización hortícola de Almería: análisis no paramétrico de eficiencia.	Empleados, Número de productos, Número de marcas, Número de almacenes.	Producción, Ventas.	Las empresas más grandes tienen mayores niveles de eficiencia frente a las más chicas.	DEA, con orientación al <i>input</i> .
<b>Restrepo y Vanegas (2014)</b>	Desempeño exportador del sector industrial en Colombia	Número de establecimientos, Personal Ocupado, Activos, Energía Consumida.	Exportaciones y Producción bruta.	Los sectores con mayor número de empleados y activos se situaron en la frontera eficiente de producción.	DEA-CCR, con orientación al <i>input</i> .
<b>Coll y Blasco (2007)</b>	Evaluación de la eficiencia de la Industria textil Española.	Activos totales, Número de empleados, Costo de materiales.	Valor agregado	La industria textil española presenta elevados índices de ineficiencia productiva.	DEA con rendimientos variables a escala, orientación al <i>output</i> .
<b>Álvarez et al (2002)</b>	Eficiencia técnica y convergencia en la industria manufacturera de la Unión Europea.	Amortización, Gastos del personal.	Valor agregado	No hay evidencia empírica de que la creación de un mercado único haya forzado a las empresas a incrementar su eficiencia.	DEA, con orientación al <i>input</i> .
<b>Santibáñez et al (2015)</b>	Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México.	Personal Ocupado, Investigación y desarrollo, Formación bruta de capital.	Producción	El capital humano, el personal no calificado y el capital son generadores de eficiencia, mientras que la productividad laboral y el poder de mercado tienden a reducir la ineficiencia técnica.	Modelo de ineficiencia técnica.

Fuente: Elaboración propia con base en a Martínez y Martínez (2002), Restrepo y Vanegas (2014), Coll y Blasco (2007), Álvarez et al (2002), Santibáñez et al (2015).

**Tabla 1.4.b Tabla de frecuencias del modelo DEA**

<b>Autor</b>	<b>Estudio</b>	<b>Inputs</b>	<b>Outputs</b>	<b>Resultado</b>	<b>Modelo</b>
<b>Velázquez et al (2013)</b>	Eficiencia técnica en México: un análisis regional y sectorial con envoltura de datos 2003-2008.	Personal Ocupado, Activos fijos.	Producción.	Las regiones con mayores volúmenes de concentración de empleo y de producción bruta y con mayor especialización manufacturera son las que presentan mejores niveles de eficiencia.	DEA con rendimientos constantes, con orientación hacia el <i>output</i> y al <i>input</i> .
<b>Molina y Castro (2015)</b>	Análisis de eficiencia del sector industrial manufacturero en cinco países suramericanos, 1995-2008.	Formación bruta de capital, personal ocupado.	Producción.	En el sector manufacturero no se generaron ni mejoramientos en la eficiencia técnica ni cambios tecnológicos durante los catorce años.	DEA, orientación al <i>output</i> .
<b>Castro y Salazar (2011)</b>	Eficiencia financiera del sector industrial de agroquímicos.	Costos de producción, gastos administrativos.	Ventas, utilidad.	La ineficiencia de las empresas del sector se debe a un exceso de gastos de administración y a su baja razón corriente. Las firmas líderes en ventas son las más eficientes.	DEA con rendimientos constantes y variables.

Fuente: Elaboración propia con base en Velázquez et al (2013), Molina y Castro (2015), Castro y Salazar (2011).

---

---

## CAPÍTULO 3

### CARACTERIZACIÓN METODOLÓGICA DEL MODELO DEA PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO

---

---

En el capítulo anterior se abordaron los orígenes de la eficiencia y su medición, la cual una de ellas es el DEA, por lo que la finalidad del presente capítulo es describir el modelo DEA y los componentes que se utilizarán para el cálculo de la eficiencia de la industria, una vez abordado esto, el capítulo siguiente contiene los resultados de los niveles de eficiencia técnica global y sus componentes, para los países de estudio. En este capítulo se describe la técnica del Análisis Envolvente de Datos, presentándose como la herramienta para la medición de la eficiencia de la industria de alimentos, bebidas y tabaco, así como el número de DMU's que se utilizarán en el modelo, y el proceso para la selección de *inputs* y del *output*, que se ocuparán para el cálculo de la eficiencia.

#### 3.1. DMU's del modelo DEA

Es importante señalar el número de DMU's que se utilizarán en el estudio. La selección del número de unidades a evaluar y el número de factores de entrada y de salida debe cumplir con ciertos requisitos. Por lo que las DMU's deberán ser al menos el doble que el producto entre el número de entradas y de salidas (Dyson, 2002). Por lo tanto, el número de unidades a evaluar se puede observar en la tabla 1.5.

Tabla 1.5. DMU's	
Clave	Concepto
3111	Elaboración de alimentos para animales
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares
3114	Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados
3115	Elaboración de productos lácteos
3116	Matanza, empackado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas
3119	Otras industrias alimentarias
3121	Industria de las bebidas
3122	Industria del tabaco

Fuente: Elaboración propia con base en el SCIAN (2002).

Los 11 DMU's son para 4 países México, Estados Unidos, Canadá y Brasil, por lo que en total se tendrán 44 DMU's.

Las ramas se dividieron en tradicionales y no tradicionales en función de las variables de mano de obra y capital, de la siguiente manera.

Tabla 1.6. Ramas tradicionales y no tradicionales	
Tradicionales	No tradicionales
Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares.	Elaboración de alimentos para animales.
Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados.	Molienda de granos y semillas y obtención de aceites y grasas.
Matanza, empackado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles.	Elaboración de productos lácteos.
Preparación y envasado de pescados y mariscos.	Otras industrias alimentarias.
Elaboración de productos de panadería y tortillas.	Industria del tabaco.
Industria de las bebidas.	

Fuente: Elaboración propia con base en SCIAN (2002) y Myro y Gandoy, (2003).

### 3.2. Proceso de selección de *inputs* y *outputs* de acuerdo al modelo DEA

Después de haber realizado la revisión bibliográfica de los estudios que analizan la eficiencia en la utilización de los recursos en la industria se llega a la conclusión de que los *inputs* y *outputs* de los modelos DEA según la literatura son los que se verán a continuación.

#### 3.2.1. *Inputs* y *outputs* que sugiere la literatura

De acuerdo a la revisión de la literatura de los estudios con modelos DEA, los *inputs* y *outputs* que se sugieren se pueden ver en la tabla 1.7.

Tabla 1.7. <i>Inputs</i> y <i>outputs</i> según la literatura	
<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Formación bruta de capital.	Producción.
Número de establecimientos.	Exportaciones.
Número de marcas.	Ventas.
Activos totales.	Utilidades.
Personal ocupado.	Valor agregado.
Costo de producción.	
Gastos administrativos y de personal.	

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez y Martínez (2002), Restrepo y Vanegas (2014), Coll y Blasco (2007), Álvarez et al (2002), Santibáñez et al (2015), Velázquez et al (2013), Molina y Castro (2015), Castro y Salazar (2011).

#### 3.2.2. Fundamentos para la selección del *Output*

Se elige el *output* para el modelo DEA a desarrollar, debido a lo que se pretende en la investigación es mejorar los niveles de eficiencia mediante el aumento de las exportaciones, de acuerdo a la revisión de la literatura varios autores manejan el

*output* de exportaciones. Por lo tanto, se toma la variable de “exportaciones”; además de que se cuenta con la existencia de datos en las bases de cada país estudiado del INEGI (2003, 2016), *Bureau of Economic Analysis* (2016), CANSIM (2016), COMTRADE (2016).

### **3.2.3. Inputs del modelo DEA determinados por el Análisis Factorial**

Los *inputs* que se eligieron para realizar el análisis factorial, teniendo su respaldo en la revisión de literatura así como en las teorías previamente vistas; otro factor muy importante que participo en la elección fue la existencia de los datos.

#### **3.2.3.1. Análisis factorial: Revisión teórica metodológica**

El análisis factorial tiene sus orígenes a principios del siglo XX, cuando Spearman (1904) hizo un estudio sobre la medición de la inteligencia. Supuso que si dos habilidades están correlacionadas, entonces cada una está compuesta por dos factores: un factor común y otro específico, el común es el responsable de la relación y el específico es el que determina la diferencia entre las habilidades. Por su parte Thurstone (1935) sugirió un cambio en la conceptualización del análisis factorial, el cual era que los datos analizados podrían explicarse por más de una variable latente (factor); que lo importante era determinar el número de factores que podrían ser identificados (Zamora *et al.*, 2009).

En la actualidad, el uso del análisis factorial como herramienta metodológica se ha extendido a diversos ámbitos científicos. El análisis factorial es una técnica estadística multivariada que se integra a la metodología cuantitativa que involucra variables latentes<sup>2</sup>. Estas variables no observables, son variables que no pueden medirse de manera directa: se estiman a través de variables manifiestas (observadas) (Zamora *et al.*, 2009).

---

<sup>2</sup> La variable latente es una variable directamente no observable medida o compuesta por variables directamente observables mucho más manejables, por ejemplo: inteligencia, nivel de ansiedad, grado de satisfacción (Lara, 2013).

En el análisis factorial el objetivo primordial es estudiar la correlación entre un grupo de variables medidas, asumiendo que la asociación entre las variables puede ser explicada por una o más variables latentes. La correlación entre el grupo de variables queda explicada por la presencia de las variables latentes (Zamora *et al.*, 2009).

Fundamentalmente lo que se pretende con el Análisis Factorial es simplificar la información que nos da una matriz de correlaciones para hacerla más fácilmente interpretable.

El análisis factorial se encarga de analizar la varianza común a todas las variables. Partiendo de una matriz de correlaciones, trata de simplificar la información que ofrece. En cada casilla de la matriz de correlaciones se plasma la proporción de varianza común a dos variables, excepto en la diagonal principal (donde cada variable coincide con ella misma). En los de la diagonal principal se refleja la varianza que cada variable comparte con los demás y también los que no comparte. Si se desea analizar exclusivamente la varianza compartida habrá que eliminar los unos de la matriz de correlaciones y poner en su lugar la proporción de varianza que cada variable tiene en común con todos los demás (Fuente, 2011). En el Análisis Factorial, por tanto, caben dos enfoques:

1. Analizar toda la varianza (común y no común). En este caso utilizamos los unos de la matriz de correlaciones.
2. Analizar solo la varianza común. En este caso, se remplazan los unos de la diagonal por estimaciones de la varianza que cada variable tiene en común con los demás (y que se denominan comunalidades). El procedimiento por el que se sustituyen los unos por las comunalidades se denomina Análisis de Factores Comunes (Fuente, 2011).

La comunalidad es la proporción de la varianza explicada por los factores comunes en una variable. Las comunalidades son valores que oscilan entre 0 y 1. Cuando se aproxima a 1 indica que la variable queda totalmente explicada por los factores comunes; mientras que si se acerca a 0, los factores no explicarán nada la variabilidad de las variables (Rodríguez, 2001).

Uno de los requisitos de la matriz de correlaciones es que las variables se encuentren altamente intercorrelacionadas. También que las variables que tengan correlación muy alta entre sí, la tengan con el mismo factor o factores. En consecuencia, si las correlaciones entre todas las variables son bajas, tal vez no sea apropiado el Análisis Factorial (Fuente, 2011).

➤ **Medidas de adecuación a la muestra**

El índice KMO se utiliza para contrastar las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial, de forma que cuánto más pequeño sea su valor, mayor será el valor de los coeficientes de correlación parciales  $ij(p)$  r y, en consecuencia, menos apropiado es realizar un Análisis Factorial. Kaiser-Meyer-Olkin para realizar un Análisis Factorial, proponen (Zamora *et al.* 2009):

$KMO \geq 0,75 \Rightarrow$  Bien

$KMO \geq 0,5 \Rightarrow$  Aceptable

$KMO < 0,5 \Rightarrow$  Inaceptable

La prueba de esfericidad de Bartlett determina la aplicabilidad del análisis factorial de las variables estudiadas. El modelo es significativo (aceptamos la hipótesis nula,  $H_0$ ) cuando se puede aplicar el análisis factorial

Si Sig. (p-valor) < 0.05 se puede aplicar el análisis factorial.

### **3.2.3.2. Resultados del Análisis Factorial: determinación de los *inputs* del modelo DEA**

El objetivo de realizar el análisis factorial es el de reducir las variables para simplificar el problema, con el fin de evitar problemas de multicolinealidad. En sí lo que se propone con este análisis es dejar solo aquellas variables que aporten información significativa.

Se realizó el análisis factorial de acuerdo a la base de datos obtenida de las páginas oficiales de estadística de cada país a analizar, que se puede observar en el anexo 2, para realizar el análisis se promediaron los 4 países con sus 44 DMU's.

En primer lugar se realiza una matriz de correlaciones con las variables de entrada y se tiene que las remuneraciones al personal ocupado con el costo de materiales están altamente correlacionados, así como las remuneraciones al personal ocupado con el personal ocupado, por lo que se decide sacar la variable de remuneraciones al personal ocupado. Como las variables de costo de materiales y personal ocupado no presentan una correlación alta, no es conveniente sacarlas del estudio, se puede decir que son variables de buena calidad.

Un análisis similar al que se realizó con las variables de entrada, se hizo con las variables de salida, en la matriz de correlaciones de las variables de salida se marcaron aquellas con una correlación mayor a 0.7, por lo que a partir de eso, se hace el análisis que la variables de producción está altamente correlacionada con ventas y valor agregado, la variable de ventas está altamente correlacionada con producción y valor agregado y por último valor agregado está altamente correlacionada con ventas y producción, por lo que se decide sacar esas tres variables del estudio y dejar la de exportaciones debido a que no presenta una correlación alta, por lo que es una variable de buena calidad.

El análisis factorial toma como punto de partida la matriz de correlaciones (ver tablas del anexo 7) en la cual aparecen las correlaciones lineales de cada variable y los

niveles de significación, los niveles bajos de significancia indican que debe rechazarse la hipótesis nula.

Después se obtiene el test KMO, en este test intervienen los coeficientes de correlación de todas las variables, permite juzgar sobre la calidad de la muestra para ser analizada mediante el análisis factorial y la prueba de esfericidad de Barlett evalúa la aplicabilidad del análisis factorial de las variables. Por lo que si el índice es menor a 0.5 y la prueba de esfericidad de Barlett no sea significativa (mayor a 0.05), no existen relaciones entre variables explicadas a partir de otras, por lo que no es conveniente seguir con el análisis factorial. En el caso de los 4 países se tiene un KMO de 0.693 y la prueba de esfericidad de Barlett de 0.016, es conveniente seguir con el análisis factorial.

La comunalidad de una variable es la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo. En las comunalidades se puede analizar que las variables con valores más bajos son las peor explicadas por el modelo; en este caso las variables de personal ocupado y costo de materiales tienen valores altos de 0.851 lo que implica que las variables están bien representadas en el espacio de los factores.

En la tabla de varianza total explicada se tienen los autovalores y el porcentaje de varianza que representa cada uno de ellos. Los autovalores reflejan la cantidad de la varianza total que está explicada por cada factor; y los porcentajes de la varianza explicada se obtienen dividiendo el autovalor por la suma de los autovalores, coincide con el número de variables. Por lo que se extraen factores como autovalores mayores que uno. En la tabla hay un autovalor mayor que uno, por lo que el procedimiento extrae un factor que consigue explicar un 85.12% de la varianza de los datos originales. Para explicar el 100% de la varianza total se deben extraer todos los factores. Y en la matriz de componentes nos muestra solo un componente.

Se concluye que el resultado del análisis factorial para todos los países es factible, porque se pasan con todas las pruebas del test, a lo que se establecen los *inputs* de costo de materiales y personal ocupado.

### **3.3. Caracterización metodológica del modelo aplicado**

El modelo DEA tiene dos orientaciones, hacia el *input* y hacia el *output*, de acuerdo a las necesidades de la investigación se realizará el modelo con una orientación hacia el *output*, ya que el fin de la investigación es maximizar las exportaciones utilizando la menor cantidad de personal ocupado y costo de materiales.

Es importante destacar que la presente investigación busca determinar la eficiencia técnica global, pero para eso antes se necesitan los datos de la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala. Por lo que el programa que se aplicó para obtener el cálculo de eficiencias fue el MaxDEA, basado en los datos del anexo 2, 3, 4 y 5. Y utilizando las fórmulas de los autores Charnes, Cooper y Rhodes (1978) y Banker, Charnes y Cooper (1984), debido a que para el cálculo de la eficiencia técnica global se ocupan de las dos fórmulas.

Banker, Charnes y Cooper (1984) plantean que la eficiencia técnica (eficiencia técnica global) está compuesta en dos: eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Para la eficiencia técnica global deben calcularse los dos modelos, CRS y VRS, con los mismos datos: si hay una diferencia entre las dos mediciones para una firma en particular, entonces significa que dicha firma posee ineficiencia de escala, y que el valor de ineficiencia es la diferencia entre la medición CRS y la medición VRS.

#### **3.3.1. Eficiencia Técnica Pura**

La eficiencia técnica pura que hace referencia a la utilización óptima de los recursos de una DMU en relación con la producción del output. Se desarrolla un modelo DEA con orientación al *output* y bajo rendimientos variables, con el objetivo de que la

DMU evaluada esté sacando el máximo rendimiento de sus recursos a su disposición (Navarro, 2005).

$$\text{Max } h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} : \sum_{i=1}^m v_i x_{i0}$$

Sujeto a

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} : \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1$$

$$j= 1, \dots, n$$

Donde

$h_0$  : índice de eficiencia de la unidad observada

$s$ : número de indicadores de resultados que se valoran

$m$ : número de indicadores de recursos que se valoran

$u_r$  : peso (positivo y desconocido) asociado al  $r$ -ésimo indicador de resultado

$y_{r0}$ : cantidad (conocida y positiva) del  $r$ -ésimo indicador de resultado en la unidad observada

$v_i$  : peso (positivo y desconocido) asociado al  $i$ -ésimo indicador de recurso

$x_{i0}$ : cantidad (conocida y positiva) del  $i$ -ésimo indicador de recurso en la unidad observada

$j$ : cantidad de unidades productivas analizadas

Una región es no es eficiente si  $\Phi^* > 1$  y si lo es eficiente si  $\Phi^*=1$ . Por tanto, todas las regiones eficientes se sitúan en la frontera de producción. Sin embargo, una región puede situarse en la frontera ( $\Phi^*=1$ ) y no ser eficiente. Para una orientación *output* la proyección  $(x_0, y_0) \rightarrow (x_0, \Phi^* y_0)$  siempre conduce a un punto fronterizo, pero la eficiencia técnica solo se alcanza si  $x_0 = X\lambda^*$  y  $\Phi^* y_0 = Y\lambda^*$ , para todo  $\lambda^*$  óptimo. Por

lo que, para lograr la eficiencia técnica las restricciones deben cumplirse con igualdad (Rodríguez, 2000).

Banker, Charnes y Cooper (1984) amplían el modelo suponiendo rendimientos variables a escala, esto debido a que en un mercado imperfecto una DMU puede dejar de operar en escala óptima. Para ello, incorporan en el modelo una restricción.

$e^T \lambda = 1$  (e es un vector de unos  $N \times 1$ )

La cual permitirá determinar si la región opera en un área de rendimientos crecientes o decrecientes.

### **3.3.2. Eficiencia de Escala**

Las eficiencias de escala para una DMU se determinan comparando las medidas de eficiencia técnica obtenidas, si éstas coinciden, entonces la DMU considerada presenta rendimientos decrecientes a escala (en caso contrario, rendimientos crecientes).

*“La ineficiencia de escala se origina de producir en un nivel de escala que no es óptimo, considerando como tal al que se obtiene de reescalar la actividad de las firmas eficientes ( $CRS = 1$ )”* (Navarro, 2005).

Se determina la eficiencia de escala con el objetivo de encontrar las potenciales fuentes de ineficiencia, y si la unidad productiva que se analizó ha logrado alcanzar el punto óptimo de escala (Navarro, 2005).

$$\text{Maximizar } \eta_0 + \varepsilon \left[ \sum_r s_r^+ + \sum_I s_i^- \right]$$

Sujeto a

$$\eta_0 y_{r0} = \sum_j \lambda_j y_{rj} - s_i^- \quad \text{para todo } r = 1, 2, \dots, s$$

$$x_{i0} = \sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^+ \quad \text{para todo } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{para todo } j = 1, 2, \dots, n$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad \text{para todo } r = 1, 2, \dots, s$$

$$s_i^- \geq 0 \quad \text{para todo } i = 1, 2, \dots, m$$

subíndice 0 indica la unidad productiva cuya eficiencia se va a evaluar

$y_{rj}$  y  $x_{ij}$  son las cantidades de output  $r$  y de input  $i$  de la entidad  $j$

$y_{r0}$  y  $x_{i0}$  son los multiplicadores del output  $r$  y el input  $i$

### 3.3.3. Eficiencia Técnica Global

La eficiencia técnica global muestra la capacidad de una DMU para obtener la máxima cantidad de *outputs* dado un nivel de *inputs*; o bien de minimizar los *inputs* dada la cantidad de *outputs*, esto va a depender de la orientación que se le dé al modelo.

La eficiencia técnica global está compuesta por la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala.

$$\text{ETG} = \text{ETP} * \text{EE}$$

Dónde:

ETG: eficiencia técnica global

ETP: eficiencia técnica pura

EE: eficiencia de escala

La eficiencia técnica global es el producto de la eficiencia técnica pura y de la eficiencia de escala.

---

---

## CAPÍTULO 4

### EFICIENCIA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO: UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

---

---

En el capítulo anterior se abordó la caracterización metodológica del modelo DEA, así como los DMU's y los *inputs* y *outputs* necesarios para proceder con el cálculo de la eficiencia, por lo que la finalidad de este capítulo es analizar los resultados de eficiencia que arroja cada país en el periodo de estudio, para determinar si las ramas tradicionales presentan mejores niveles de eficiencia frente a las no tradicionales. En este capítulo se determinan los niveles de eficiencia en los 4 países que son México, EE.UU., Canadá y Brasil, de las 11 ramas de la industria de alimentos, bebidas y tabaco. Se analiza del periodo 2000 – 2014, en el cual se calcula la eficiencia técnica pura, eficiencia de escala y eficiencia técnica global, con el programa MaxDEA, posteriormente se presentan los niveles promedio de eficiencia de los países y se concluye con una discusión de resultados.

#### 4.1. Resultados de la eficiencia técnica global y sus componentes

En este apartado se presenta la eficiencia técnica global (ETG), que se compone en eficiencia técnica pura (ETP) y eficiencia de escala (EE), se realiza el cálculo de los modelos CRS y VRS con los mismos datos, en el caso de que exista una diferencia en las dos mediciones la DMU posee una ineficiencia de escala. En la tabla 1.8., para el año 2000 en México se puede observar ninguna de las DMU's es eficiente<sup>3</sup> todas las ramas de elaboración de alimentos para animales (3111), molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas (3112), elaboración de azúcares, chocolates y dulces similares (3113), conservación de

---

<sup>3</sup> Se puede hablar de una DMU eficiente cuando su coeficiente es igual a la unidad (Navarro, 2005).

frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados (3114), elaboración de productos lácteos (3115), matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles (3116), elaboración de productos de panadería y tortillas (3118), otras industrias alimentarias (3119), industria del tabaco (3121) y la industria del tabaco (3122) son ineficientes, su ineficiencia técnica global se debe a que se encuentran tanto en ineficiencia técnica pura como en ineficiencia de escala, es decir que no se aprovechan los recursos y no están operando en la escala óptima y la rama de preparación y envasado de pescados y mariscos (3117), debe su ineficiencia debido a que no operó en la escala óptima. Además se observa que la ETG tiene valores muy bajos, aunque la rama con el valor más alto de la de conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados, la cual es una rama tradicional; y la que presenta el valor más bajo es la de elaboración de productos lácteos.

<b>Tabla 1.8. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2000</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.047894	0.830005	0.039752
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.192566	0.939137	0.180846
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.232725	0.971995	0.226208
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.259409	0.960886	0.249262
3115	Elaboración de productos lácteos	0.036238	0.843904	0.030582
3116	Matanza, procesamiento y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.045229	0.997247	0.045105
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	1	0.147827	0.147827
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.056003	0.964398	0.054009
3119	Otras industrias alimentarias	0.018257	0.927805	0.016939
3121	Industria de las bebidas	0.426305	0.394938	0.168364
3122	Industria del tabaco	0.199662	0.477941	0.095427

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Por su parte en la tabla 1.9. en EE.UU., para el año 2000, las ramas de elaboración de alimentos para animales (3111), elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares (3113), conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados

(3114), elaboración de productos lácteos (3115), preparación y envasado de pescados y mariscos (3117), elaboración de productos de panadería y tortillas (3118), otras industrias alimentarias (3119), y la industria de las bebidas (3121), y la industria del tabaco (3122) su ineficiencia técnica global se debe que no operan en una escala óptima y no aprovechan al máximo sus recursos, mientras que las ramas de molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas (3112) y matanza, procesamiento y empacado de carne (3116) su ineficiencia se debe a que no operaron en la escala óptima, la rama con el mayor nivel de eficiencia fue la de molienda de granos y de semillas y de obtención de aceites y grasas la cual es una rama no tradicional a diferencia de México que era tradicional; y la rama con el menor nivel de eficiencia fue la de elaboración de productos de panadería y tortillas.

Tabla 1.9. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2000				
Ramas		Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica Global
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.3252	0.58871	0.191449
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	0.703611	0.703611
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.320325	0.464697	0.148854
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.511785	0.340938	0.174487
3115	Elaboración de productos lácteos	0.169218	0.336153	0.056883
3116	Matanza, procesamiento y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	1	0.189235	0.189235
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.132561	0.697777	0.092498
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.156221	0.240986	0.037647
3119	Otras industrias alimentarias	0.656783	0.365771	0.240232
3121	Industria de las bebidas	0.274456	0.354688	0.097346
3122	Industria del tabaco	0.808494	0.681858	0.551278

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

En Canadá para el año 2000, solo dos ramas estuvieron en eficiencia, fueron la de molienda de granos y semillas y obtención de aceites y grasas (3112) y la de preparación y envasado de pescados y mariscos (3117), estas ramas se ubicaron en el punto óptimo y aprovecharon sus recursos. Mientras que las ramas de elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares (3113), y de la industria del tabaco (3122) su ineficiencia técnica global se debe a que no operaron en la escala

óptima. Por su parte las ramas de elaboración de alimentos para animales (3111), conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados (3114), elaboración de productos lácteos (3115), matanza, empackado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles (3116), elaboración de productos de panadería y tortillas (3118), otras industrias alimentarias (3119) y la industria de las bebidas (3121) se encontraron tanto en ineficiencia técnica pura como en ineficiencia de escala, es decir, no se aprovecharon sus recursos y no operaron en escala óptima (ver tabla 1.10.). La rama con el valor más bajo fue la de elaboración de productos lácteos; mientras que las ramas en eficiencia fueron la de molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas y la del tabaco, las cuales son ramas no tradicionales.

<b>Tabla 1.10. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2000</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.271451	0.997685	0.270823
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	1	1
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	1	0.879118	0.879118
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.539141	0.999873	0.539073
3115	Elaboración de productos lácteos	0.137432	0.776855	0.106765
3116	Matanza, procesamiento y empackado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.964351	0.530935	0.512008
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	1	1	1
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.459702	0.961744	0.442116
3119	Otras industrias alimentarias	0.47875	0.976952	0.467715
3121	Industria de las bebidas	0.517865	0.960039	0.49717
3122	Industria del tabaco	1	0.280607	0.280607

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

En la tabla 1.11. se muestra a Brasil para el año 2000, ninguna rama opero en eficiencia. Las ramas de elaboración de alimentos para animales (3111), molienda de granos y semillas y obtención de aceites y grasas (3112), elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares (3113), conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados (3114), elaboración de productos lácteos (3115), matanza, procesamiento y empackado de carne (3116), preparación y

envasado de pescados y mariscos (3117), elaboración de productos de panaderías y tortillas (3118) otras industrias alimentarias (3119), la industria de las bebidas (3121) y la industria del tabaco (3122) se mantuvieron tanto en ineficiencia técnica pura como en ineficiencia de escala. Se puede observar que a diferencia de los demás países, Brasil es el país en el que todas las ramas no aprovecharon sus recursos ni operaron en escala. A pesar de eso, la rama con mayor nivel de eficiencia fue la de otras industrias alimentarias, la cual es una rama no tradicional.

Tabla 1.11. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2000				
Ramas		Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica Global
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.010988	0.967816	0.010634
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.370571	0.536274	0.198727
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.276674	0.35316	0.09771
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.299689	0.811656	0.243245
3115	Elaboración de productos lácteos	0.005392	0.580138	0.003128
3116	Matanza, procesamiento y empaque de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.050483	0.301498	0.015221
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.015553	0.945857	0.014711
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.01358	0.747399	0.01015
3119	Otras industrias alimentarias	0.61691	0.97556	0.601832
3121	Industria de las bebidas	0.020522	0.456314	0.009365
3122	Industria del tabaco	0.429238	0.958494	0.411422

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Para el año 2000, se pudo ver que los 4 países en sus ramas presentaron diferentes puntuaciones, por ejemplo en México, EE.UU. y Brasil no tuvieron ninguna rama en eficiencia, mientras que Canadá tuvo dos ramas en eficiencia la rama de molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas que para ese año tenía Canadá era la más alta, esto se puede explicar debido a que Canadá es un país autosuficiente en cuanto a la agroalimentación básica, sus grandes recursos naturales y enorme extensión territorial, hacen propicia una agricultura extensiva que compite a escala internacional, particularmente en el mercado de los cereales, el cual nos abarca la rama 3112 y la rama 3117 la de preparación y envasado de pescados y mariscos. Si los ubicamos en grupos se tienen que Canadá y EE.UU.

tuvieron las ramas no tradicionales con mayores niveles de eficiencia, mientras que para México y Brasil las ramas tradicionales fueron las que contaron con mayores niveles de eficiencia.

En la tabla 1.12., se puede ver a México en el año 2005, al igual que en el año 2000, no tiene ninguna rama en eficiencia. Todas las ramas presentaron un mal aprovechamiento de los recursos además de que no operaron en una escala óptima. Para este año las ramas presentaron niveles muy alejados a la unidad, a pesar de esto, la rama con mayor nivel de eficiencia fue la de la industria de las bebidas.

<b>Tabla 1.12. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2005</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.023003	0.994785	0.022883
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.036711	0.804865	0.029547
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.11645	0.806019	0.093861
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.305222	0.950226	0.29003
3115	Elaboración de productos lácteos	0.038305	0.749553	0.028712
3116	Matanza, procesamiento y empaquetado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.07195	0.792083	0.056991
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.366017	0.253189	0.092671
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.084908	0.990184	0.084074
3119	Otras industrias alimentarias	0.199553	0.945059	0.188589
3121	Industria de las bebidas	0.49638	0.458935	0.227806
3122	Industria del tabaco	0.111313	0.360408	0.040118

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Para EE.UU. en el año 2005 (ver tabla 1.13), al igual que en el año 2000, tuvo la misma rama de molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas con mayor nivel de eficiencia. Las ramas de molienda de granos y semillas y obtención de aceites y grasas (3112) y matanza, procesamiento y empaquetado de carne (3116) presentaron ineficiencia técnica global debido a su ineficiencia de escala. Las ramas de elaboración de alimentos para animales (3111), elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares (3113), conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados (3114), elaboración de productos

lácteos (3115), preparación y envasado de pescados y mariscos (3117), elaboración de productos de panaderías y tortillas (3118) otras industrias alimentarias (3119), la industria de las bebidas (3121) y la industria del tabaco (3122) se mantuvieron tanto en ineficiencia técnica pura como en ineficiencia de escala.

<b>Tabla 1.13. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2005</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.33948	0.46208	0.156867
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	0.496251	0.496251
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.299125	0.537683	0.160834
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.537257	0.291632	0.156682
3115	Elaboración de productos lácteos	0.26136	0.257215	0.067226
3116	Matanza, procesamiento y empaquetado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	1	0.147583	0.147583
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.131022	0.705549	0.092442
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.180024	0.24852	0.04474
3119	Otras industrias alimentarias	0.777341	0.283335	0.220248
3121	Industria de las bebidas	0.339001	0.303181	0.102779
3122	Industria del tabaco	0.546621	0.756201	0.413355

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

En la tabla 1.14. Canadá al igual que el año 2000 mantuvo las mismas ramas tradicionales en eficiencia, fue la 3112 y 3117. Las ramas 3113, 3116 y 3122 presentaron ineficiencia técnica global ya que no operaron en la escala óptima; mientras que el resto de las ramas 3111, 3114, 3115, 3118, 3119 y 3121 tampoco aprovecharon al máximo sus recursos.

En la tabla 1.15. se puede observar que ninguna rama operó para el año 2005 en Brasil en eficiencia. Las ramas 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3121 y 3122 no aprovecharon al máximo sus recursos y no operaron en una escala óptima. En el año 2000, tenía la rama de otras industrias alimentarias (3119) con el valor más alto de eficiencia, y para el 2005 fue la rama 3112, que es una rama no tradicional.

**Tabla 1.14. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2005**

Ramas		Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica Global
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.2321	0.995278	0.231004
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	1	1
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	1	0.979887	0.979887
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.728815	0.999218	0.728245
3115	Elaboración de productos lácteos	0.122316	0.656381	0.080286
3116	Matanza, procesamiento y empaquetado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	1	0.547261	0.547261
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	1	1	1
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.434972	0.97443	0.42385
3119	Otras industrias alimentarias	0.535579	0.996516	0.533713
3121	Industria de las bebidas	0.388262	0.96922	0.376311
3122	Industria del tabaco	1	0.426166	0.426166

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

**Tabla 1.15. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2005**

Ramas		Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica Global
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.010128	0.880308	0.008916
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.678572	0.515674	0.349922
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.417951	0.35844	0.14981
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.180394	0.720493	0.129973
3115	Elaboración de productos lácteos	0.020433	0.537858	0.01099
3116	Matanza, procesamiento y empaquetado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.073084	0.257221	0.018799
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.044987	0.421235	0.01895
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.017361	0.751716	0.013051
3119	Otras industrias alimentarias	0.459618	0.673919	0.309745
3121	Industria de las bebidas	0.086277	0.451187	0.038927
3122	Industria del tabaco	0.306173	0.942372	0.288529

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Para el año 2005 se tiene que México las ramas tradicionales tuvieron mejores valores de eficiencia, para EE.UU. fueron las ramas no tradicionales, en Canadá

tuvo tanto ramas tradicionales como no tradicionales en eficiencia y en Brasil las ramas con mejores valores de eficiencia fueron las no tradicionales.

En los resultados que se tienen en la tabla 1.16, se puede observar que al igual que en los años pasados no tiene ninguna rama eficiente. Todas las ramas no son técnicamente eficientes, ni tampoco se sitúan en la escala óptima de producción. La rama con un mayor valor de eficiencia al igual que en el año 2000 fue la 3114.

<b>Tabla 1.16. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2010</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.029649	0.986599	0.029251
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.058658	0.76128	0.044655
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.149816	0.742364	0.111218
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.326697	0.978455	0.319658
3115	Elaboración de productos lácteos	0.017527	0.76097	0.013338
3116	Matanza, procesamiento y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.082161	0.781689	0.064224
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.264407	0.730408	0.193125
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.095092	0.670155	0.063726
3119	Otras industrias alimentarias	0.296576	0.888901	0.263627
3121	Industria de las bebidas	0.533838	0.44875	0.239559
3122	Industria del tabaco	0.097772	0.772338	0.075513

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Para el año 2010 en EE.UU., las ramas que mostraron ineficiencia técnica y de escala son 3111, 3113, 3114, 3115, 3117, 3118, 3119, 3121 y 3122; la rama 3112 y 3116 no operaron en la escala óptima, lo que ocasiono la eficiencia técnica global (ver tabla 1.17). También se puede observar que para el año 2010, que la rama que presentó un mayor nivel de eficiencia fue la 3112.

<b>Tabla 1.17. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2010</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.28662	0.387058	0.110938
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	0.44103	0.44103
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.379227	0.468689	0.17774
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.531786	0.31655	0.168337
3115	Elaboración de productos lácteos	0.290822	0.281126	0.081757
3116	Matanza, procesamiento y empaquetado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	1	0.175482	0.175482
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.091528	0.80844	0.073995
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.214538	0.298491	0.064038
3119	Otras industrias alimentarias	0.7129	0.317419	0.226288
3121	Industria de las bebidas	0.472606	0.319519	0.151007
3122	Industria del tabaco	0.11957	0.908439	0.108622

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

En la tabla 1.18 se puede ver a Canadá para el año 2010, en la cual las ramas que se encontraron en eficiencia fueron las mismas de los periodos anteriores la 3112 y 3117. Las ramas que no operan en una escala óptima lo que ocasiona su ineficiencia técnica global y que además de no operar en un punto óptimo no aprovecharon sus recursos son 3111, 3113, 3114, 3115, 3116, 3118, 3119 y 3121. La rama 3122 no operó en su escala óptima, eso ocasiono su ineficiencia técnica global.

En el año 2010 para Brasil todas las ramas que presentaron tanto ineficiencia a escala como ineficiencia técnica, la rama que presento el mayor valor de eficiencia fue la 3119 (ver tabla 1.19).

<b>Tabla 1.18. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2010</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.165432	0.993188	0.164305
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	1	1
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.788083	0.976026	0.769189
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.657722	0.999217	0.657207
3115	Elaboración de productos lácteos	0.069835	0.670936	0.046855
3116	Matanza, procesamiento y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.846515	0.447463	0.378784
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	1	1	1
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.523906	0.845469	0.442946
3119	Otras industrias alimentarias	0.467196	0.992143	0.463525
3121	Industria de las bebidas	0.243259	0.952923	0.231807
3122	Industria del tabaco	1	0.449166	0.449166

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

<b>Tabla 1.19. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2010</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.015621	0.591492	0.00924
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.613121	0.33242	0.203814
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.895604	0.257507	0.230625
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.259879	0.600968	0.156179
3115	Elaboración de productos lácteos	0.027338	0.415471	0.011358
3116	Matanza, procesamiento y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.076637	0.249077	0.019088
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.022162	0.920468	0.020399
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.021511	0.547588	0.011779
3119	Otras industrias alimentarias	0.841422	0.621069	0.522581
3121	Industria de las bebidas	0.085539	0.350899	0.030016
3122	Industria del tabaco	0.406034	0.94371	0.383179

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Para el año 2010, México tuvo las ramas tradicionales con mayores puntajes de eficiencia; y para EE.UU., Canadá y Brasil fueron las ramas no tradicionales.

Por último, en el año 2014 México no tuvo ninguna rama eficiente. La rama que tuvo la puntuación de eficiencia más baja fue la de elaboración de alimentos para animales (3111). La rama 3122 presentó ineficiencia técnica global debido a que no operaron en la escala óptima. Las ramas 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119 y 3121 no aprovecharon sus recursos y no operaron en la escala óptima, en la misma situación se encontraron el resto de las ramas (ver tabla 1.20); la rama que presento el mayor nivel de eficiencia fue la 3114.

<b>Tabla 1.20. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en México, 2014</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.024877	0.998572	0.024841
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.062634	0.7336	0.045948
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.231942	0.828347	0.192128
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.329391	0.980286	0.322898
3115	Elaboración de productos lácteos	0.059628	0.733048	0.04371
3116	Matanza, procesamiento y empaquetado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.101838	0.742287	0.075593
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.218121	0.76558	0.166989
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.082453	0.70954	0.058504
3119	Otras industrias alimentarias	0.297666	0.784308	0.233462
3121	Industria de las bebidas	0.589605	0.485912	0.286496
3122	Industria del tabaco	1	0.096213	0.096213

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Para el caso de EE.UU. en la tabla 1.21. para el año 2014, las ramas 3111, 3113, 3114, 3115, 3117, 3118, 3119, 3121 y 3122 se encontraron en ineficiencia técnica como en ineficiencia de escala. Por su parte las ramas 3112 y 3126, su ineficiencia técnica global se debe por no operar en la escala óptima. La rama con mayor nivel de eficiencia fue la 3112.

<b>Tabla 1.21. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en EE.UU., 2014</b>				
<b>Ramas</b>		<b>Eficiencia Técnica Pura</b>	<b>Eficiencia de Escala</b>	<b>Eficiencia Técnica Global</b>
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.27501	0.356304	0.097987
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	0.421169	0.421169
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.433772	0.441101	0.191337
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.625288	0.291331	0.182166
3115	Elaboración de productos lácteos	0.442745	0.236394	0.104662
3116	Matanza, procesamiento y empaquetado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	1	0.174181	0.174181
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.071416	0.780303	0.055726
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.242309	0.283641	0.068729
3119	Otras industrias alimentarias	0.794048	0.272535	0.216406
3121	Industria de las bebidas	0.69073	0.28661	0.19797
3122	Industria del tabaco	0.124203	0.934372	0.116052

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA..

En la tabla 1.22. se puede observar que las ramas de Canadá que se encontraron en eficiencia fueron las 3112, 3113 y 3117, para el 2014 la rama de elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares entro en eficiencia cuando en años anteriores no lo estaba. La rama 3122 su ineficiencia técnica global se debe a su ineficiencia de escala. El resto de las ramas 3111, 3114, 3115, 3116, 3118, 3119 y 3121 no operaron en la escala óptima además de no aprovechar sus recursos.

En el caso de Brasil (ver tabla 1.23) en las ramas 3111, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3121 y 3122 se puede distinguir que no son técnicamente eficientes, ni tampoco se sitúan en la escala óptima. Y la rama 3112, presentó ineficiencia técnica global por no operar en la escala óptima. La rama con mayor nivel de eficiencia fue la 3119.

**Tabla 1.22. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Canadá, 2014**

Ramas		Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica Global
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.1989	0.999189	0.198739
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	1	1
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	1	1	1
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.727705	0.992542	0.722277
3115	Elaboración de productos lácteos	0.069014	0.79738	0.05503
3116	Matanza, procesamiento y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.89415	0.472431	0.422424
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	1	1	1
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.589075	0.881957	0.519538
3119	Otras industrias alimentarias	0.478435	0.833578	0.398813
3121	Industria de las bebidas	0.246511	0.845916	0.208527
3122	Industria del tabaco	1	0.35	0.35

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

**Tabla 1.23. Eficiencia Técnica Global y sus componentes en Brasil, 2014**

Ramas		Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica Global
3111	Elaboración de alimentos para animales	0.021819	0.999104	0.0218
3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	1	0.378367	0.378367
3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.477076	0.386582	0.184429
3114	Conservación de frutas, verduras y otros alimentos preparados	0.188053	0.757411	0.142433
3115	Elaboración de productos lácteos	0.032826	0.494918	0.016246
3116	Matanza, procesamiento y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.059284	0.313228	0.018569
3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	0.006628	0.969766	0.006428
3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	0.0174	0.690483	0.012014
3119	Otras industrias alimentarias	0.607632	0.720616	0.437869
3121	Industria de las bebidas	0.058065	0.418817	0.024319
3122	Industria del tabaco	0.248818	0.985621	0.24524

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de las tablas del anexo 2, 3, 4, 5 y utilizando el software MaxDEA.

Para el año 2014 México presento las ramas tradicionales con mayores puntajes de eficiencia, mientras que EE.UU. y Brasil fueron las no tradicionales, y Canadá presento niveles de eficiencia de la unidad en ambas ramas tradicionales y no tradicionales.

En el anexo 7, se pueden observar las tablas con las variables *slacks*, en la que se obtiene la dirección en que deben reducirse los *inputs* y en la que deben aumentarse los *outputs* para de esa manera convertir las DMU's ineficientes en eficientes. Se obtuvo el modelo en CRS (Rendimientos Constantes a Escala) y el modelo VRS (Rendimientos Variables a Escala).

#### 4.2. Niveles promedio de eficiencia en los 4 países

Tabla 1.24. Niveles promedio de eficiencia				
Países	Años	Eficiencia Técnica Pura	Eficiencia de Escala	Eficiencia Técnica Global
México	2000	0.2285	0.7687	0.1140
EE.UU.		0.4868	0.4513	0.2257
Canadá		0.6698	0.8512	0.5450
Brasil		0.1917	0.6940	0.1469
México	2005	0.1681	0.7368	0.1050
EE.UU.		0.4919	0.4081	0.1871
Canadá		0.6765	0.8676	0.5751
Brasil		0.2086	0.5918	0.1216
México	2010	0.1774	0.7747	0.1288
EE.UU.		0.4636	0.4292	0.1617
Canadá		0.6147	0.8478	0.5094
Brasil		0.2968	0.5300	0.1452
México	2014	0.2725	0.7143	0.1406
EE.UU.		0.5181	0.4070	0.1660
Canadá		0.6548	0.8339	0.5341
Brasil		0.2470	0.6468	0.1352

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos realizados con la técnica DEA.

En la tabla 1.24. se puede observar los promedios de los países del periodo 2000 al 2014. México en el año 2000 la eficiencia en 11.40%, para el año 2005 fue de 10.50%, disminuyo en casi un punto porcentual, para el 2010 fue de 12.88% y para el 2014 de 14.06%. EE.UU. en el año 2000 fue de 22.57% y en 2005 al igual que México disminuyo pero fue en casi 4 puntos porcentuales, su eficiencia en ese año fue de 18.71%, para el año 2010 disminuyo fue de 16.17% y para el año 2014 fue de 16.60 % su nivel de eficiencia para ese año subió un poco. Canadá es el país que presentó mejores niveles de eficiencia, para el año 2000 fue de 54.50%, para el 2005 fue de 57.51%, para el año 2010 sus niveles de eficiencia cayeron casi 7 puntos porcentuales fue de 50.94% y para el año 2014 fue de 53.41%. Brasil para el año 2000 tuvo un nivel de eficiencia de 14.69%, para el año 2005 bajo a 12.16%, en el año 2010 subió a 14.52% y para el año 2014 fue de 13.52%, para ese año se mantuvo por debajo de México cuando en los años anteriores mantenía niveles superiores. Si se promedian todos los años para los cuatro países se tiene que el país con un mayor nivel de eficiencia es Canadá, seguido por EE.UU. y Brasil, quedando México en el último lugar.

### **4.3. Discusión de resultados**

El estudio de la eficiencia a partir de la metodología DEA, ha tomado mayor importancia en los últimos años. En la literatura revisada existen autores que han analizado la eficiencia en el sector manufacturero, sin embargo, es importante destacar que calculan solamente la eficiencia técnica a través de la metodología DEA. Martínez y Martínez (2002), en su estudio sobre eficiencia técnica de la comercialización hortícola de Almería utilizan DEA con orientación *input*. De igual manera, Restrepo y Venegas, trabajan eficiencia técnica del desempeño exportador industrial en Colombia con el modelo DEA con orientación *input*. En esta misma dirección se encuentra el trabajo de Álvarez *et. al*, (2002), quienes calcularon la eficiencia técnica con DEA con orientación al *input* para la industria manufacturera

de la Unión Europea. En tanto que, Coll y Blasco (2007), trabajan la eficiencia técnica global de la industria textil española con DEA con rendimientos variables y orientación al *output*. Santibañez *et. al* (2015), solo consideran en su estudio de la industria manufacturera en México, el modelo de ineficiencia técnica. Finalmente, Velázquez *et al* (2013), considera la eficiencia técnica en México, con DEA, con rendimientos constantes y orientación hacia el *output* y el *input*. Por su parte Molina y Castro (2015), consideran el análisis de eficiencia del sector industrial manufacturero en 5 países suramericanos, con orientación al *output*. Y Castro y Salazar (2011), calculan la eficiencia técnica global del sector industrial de agroquímicos con DEA, con rendimientos constantes y variables. En los resultados obtenidos la eficiencia técnica pura es el factor más importante para el mejoramiento de la eficiencia global de las industrias a diferencia de los resultados obtenidos en la presente investigación. Estos resultados tienen algunas similitudes con los que se obtuvieron en el presente trabajo, ya que varias de las ramas que presentaron su ineficiencia técnica global fue debido a que no se aprovecharon al máximo sus recursos ni operaron en una escala óptima.

De acuerdo a la contextualización del problema, se tenía que las ramas en México que contaban con mejores niveles de eficiencia eran las tradicionales, específicamente la de la industria de las bebidas, sin embargo, de acuerdo al análisis DEA, la rama más eficiente fue la de conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados, la cual se ubica dentro de las ramas tradicionales. Para las ramas de EE.UU. las ramas tradicionales en conjunto eran las que contaban con mayores exportaciones, de acuerdo al análisis DEA, las ramas no tradicionales son las que presentan mejores niveles de eficiencia. El mismo caso sucedió para Canadá, las ramas no tradicionales son las que presentaron mejores niveles de eficiencia. Para Brasil sucede lo mismo que EE.UU. y Canadá. Por lo que se concluye que para México las ramas tradicionales son las que presentan mejores niveles de eficiencia (aunque relativamente bajos) y los otros países son en las ramas no tradicionales.

## CONCLUSIONES

El sector manufacturero es uno de los sectores más importantes de la economía mexicana, esto por su gran aportación del PIB, además de ser el principal sector exportador e importador. La industria de alimentos, bebidas y tabaco se ubica dentro del sector manufacturero y cuenta con 11 ramas, esta industria ocupa el cuarto lugar de sus exportaciones del sector manufacturero (INEGI, 2016).

México cuenta con una gran cantidad de recursos, sin embargo, no aprovecha al máximo sus recursos para competir con otros países. Por lo que el objetivo de la investigación fue analizar la eficiencia en la que se utilizaron los recursos de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, para el periodo 2000-2014, en comparación con EE.UU., Canadá y Brasil.

Para un mejor análisis se decidió dividir la industria de alimentos, bebidas y tabaco, en ramas tradicionales y no tradicionales, las ramas tradicionales fueron las que contaban con mayor mano de obra, y las no tradicionales con capital y tecnología, se tomó esta división de acuerdo a Myro y Gando (2003). De acuerdo a la división de las ramas, México mostro que de acuerdo a las variables de exportaciones, producción, valor agregado, personal ocupado, costo de materiales, y remuneraciones al personal ocupado, en esta industria para el periodo estudiado las ramas tradicionales en su conjunto presentan mayores valores que las ramas no tradicionales en conjunto, los mismo sucedió para EE. UU., y Canadá (INEGI, 2016; Census Bureau, 2016; CANSIM, 2016; IBGE, 2015).

Con el fin de cumplir el objetivo, se abordó la teoría de la eficiencia de Farrell (1957) quien fue el primero en introducir el marco teórico de la eficiencia. Para medir la eficiencia se utilizó la metodología del análisis envolvente de datos (DEA). En la investigación se utilizaron diferentes tamaños de ramas, el modelo DEA permite realizar estas comparaciones, su finalidad es conocer la eficiencia en cuanto al correcto aprovechamiento de los recursos sin tener en cuenta el tamaño de la unidad. Los datos nos permiten tener un panorama más amplio de la situación de

cada rama de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en cada país para cada uno de los años de estudio. Los datos provienen de fuentes confiables, por ejemplo para México el INEGI, para EE. UU. el Census Bureau, para Canadá el CANSIM, y para Brasil el IBGE; no es necesario homogeneizar los datos en una sola medida, ya que el DEA permite combinar diferentes medidas. Las ramas de referencia son las eficientes y son las que se utilizan como base para realizar el benchmarking para las ramas de la industria en México. Lo que nos permite identificar cuales variables tendrán que sufrir un cambio con la finalidad de realizar el benchmarking para mejorar la eficiencia.

Para la investigación de la industria de alimentos, bebidas y tabaco se utilizó la técnica DEA para determinar los niveles de eficiencia en México, EE. UU., Canadá y Brasil. Es importante resaltar que se han realizado estudios para el sector manufacturero, sin embargo la producción científica sobre esta industria en particular, aún no se tiene conocimiento de que se hayan utilizado los modelos DEA. De acuerdo a la revisión de la literatura, y a las teorías previamente vistas, se realizó la selección de los *inputs* con el análisis factorial, quedaron el costo de materiales y personal ocupado. Para la selección del *output* se eligió la variable de exportaciones.

De acuerdo a la selección de los *inputs* y *output*, se realizó el cálculo de la eficiencia mediante la metodología DEA, con el modelo de rendimientos variables a escala con dos *inputs* y un *output*, con orientación al *output*, esto para maximizar las exportaciones. Se calculó la eficiencia técnica global, que incluye la eficiencia de escala y eficiencia técnica pura. Los resultados arrojaron que la industria mexicana en comparación con los demás presenta una serie de problemas con el aprovechamiento de sus recursos de capital y mano de obra, para generar mayor producción y por lo tanto aumentar las exportaciones sus productos, lo que hace que el país en esta industria sea ineficiente en el comercio exterior y por lo tanto menos competitivo frente a otros países.

Los problemas de las ramas de la industria en México fueron algo similares en todos los años de análisis, su dificultad se centró en el mal aprovechamiento de los recursos y no operar en la escala óptima. Esto probablemente a que no existan en las ramas una buena planeación de los recursos para su producción.

Por su parte el modelo BBC, presentó buenos resultados para algunas ramas, ubicándolas en buena posición e inclusive siendo, algunos puntos de referencia para realizar el *benchmarking*. Con el análisis *benchmarking* se identifican las DMU's que se consideran como referencia para las DMU's que son ineficientes, esto por sus características similares. Se puede apreciar en los anexos 7 y 8, que las ramas de referencia que sirvieron para llevar a cabo el *benchmarking* fueron en su mayoría pertenecientes al país de Canadá y algunas de EE. UU., para los años 2000, 2005, 2010 y 2014.

En relación con la hipótesis establecida, se asevera que las ramas tradicionales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco presentan mayores niveles de eficiencia que las no tradicionales en México, en el periodo 2000-2014. La hipótesis se comprobó mediante el cálculo de la eficiencia de los 4 países analizados. Dando como resultado que Canadá es el país con mejores niveles de eficiencia, además contrario a México es presenta mejores niveles en sus ramas no tradicionales que en las tradicionales al igual que EE. UU. y Brasil.

## RECOMENDACIONES

Los desafíos actuales del sector alimentario estarían indicando la necesidad de un impulso mayor a la investigación y desarrollo, a la introducción de nuevas tecnologías y difusión de las existentes y el establecimiento de una innovación tecnológica permanente en la que deben jugar un papel esencial recursos humanos con un mayor nivel de calificación.

De acuerdo al análisis de *slacks*, se tiene que aprovechar de manera más eficiente la mano de obra, esto para que el personal ocupado produzca más, debido a que hay un exceso de personal ocupado que no está produciendo, generalmente en las ramas tradicionales, por lo que se recomienda que el personal ocupado que sobra, se aproveche de la mejor manera. En cuanto al capital, no hay exceso como en personal ocupado, por lo que si se utiliza de mejor forma el personal ocupado se incrementa la producción y con ello las exportaciones de la industria.

Para el año 2000 en México, la rama que menos aprovecha el personal es la de industria de las bebidas, seguida por la de elaboración de productos de panadería y tortillas; lo mismo sucede para el año 2005, con la diferencia que para ese año aumentan las ramas con un mal aprovechamiento del personal ocupado; para el año 2010 la rama de elaboración de productos de panadería y tortillas es la principal seguida por la industria de las bebidas que tienen mal aprovechamiento del personal; para el año 2014 se comporta de la misma manera que en el 2010 (ver anexo 8). Con el paso del tiempo en lugar de tener mejoras, cada vez más ramas tenían un mal aprovechamiento de sus recursos (específicamente del personal ocupado), aumentando para cada año el número de personas que no se están utilizando de la mejor manera, por lo que se puede decir que hay un sobrante de esas personas.

Actualmente en México existen diversos programas de gobierno que pueden servir para aumentar la productividad, con ello las exportaciones. También hay programas que sirven para tratar el problema principal que es el mal uso del personal ocupado

en el país; algunos de los programas para la industria de alimentos, bebidas y tabaco son:

- Programa de apoyos a la comercialización y desarrollo de mercados para la promoción comercial y fomento a las exportaciones, el cual la actividad preponderante sea la producción, procesamiento, transformación, empaque, comercialización o promoción de los productos del sector agroalimentario mexicano.
- Programa de apoyo a los pequeños productores, el objetivo de este programa es incrementar la disponibilidad de alimentos.

Las ramas que se utilizan como referencia en el análisis son la de preparación y envasado de pescados y mariscos de Canadá, la de elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares de Canadá y la de molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas de EE. UU., estas ramas tienen las mejores prácticas porque son las que más se utilizan como referencia en el benchmarking. La rama que más toma como referencia es la de pescados y mariscos de Canadá, seguida por la de molienda de granos y semillas de Canadá y EE. UU.

Los pescados y mariscos de Canadá son reconocidos a nivel internacional por su variedad, calidad y valor. El gobierno de Canadá cuenta con un programa de Gestión de Calidad, supervisado por la Agencia de Inspección de Alimentos. Estados Unidos y Canadá son de los principales productores de molienda de granos y semillas.

Las líneas futuras de investigación es que se puede ampliar el año de estudio hasta el 2016, utilizar más países que se encuentren en posición similar como México, además de medir la eficiencia también medir la productividad de esta industria.

## REFERENCIAS

- AECA, A. E. (1997). *Indicadores de Gestión para la Entidades Públicas. Serie de Principios de Contabilidad de Gestión*. Madrid.
- Actinver (2015). El sector de los alimentos procesados en México. Disponible desde: <https://www.actinver.com/cs/groups/public/documents/actinver/dmvy/mde3/~edi sp/actinver017720.pdf>
- Alé Yarad, J. (1990). *Un Nuevo Esquema de Regulación de Monopolios Naturales. Estudios Públicos*. Chile.
- Alonso, I., Fernández, y González. (2009). Análisis de eficiencia en el sistema hotelero español: una aplicación al caso de Sol Meliá. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía*, 83-99.
- Álvarez, A. (2001). La medición de la eficiencia y productividad. En *Concepto y Medición de la Eficiencia Productiva*. Madrid: Pirámide.
- Álvarez, E., Gallizo, J. y Hernández, J. (2002). Eficiencia técnica y convergencia en la industria manufacturera de la Unión Europea. *Estudios de Economía Aplicada*, 381-401.
- Appleyard, D. y Field, A. (2003). *Economía Internacional*. Editorial McGraw Hill.
- Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA) (1997). *Indicadores de gestión para las entidades públicas*. Documento de Trabajo no. 16. Madrid: Serie de Principios de Contabilidad de Gestión.
- Athanassopoulos, A., y Ballantine, J. (1995). *Ratio Frontier Analysis for Assessing Corporate Performance Evidence from the Grocery Industry in the UK*.
- Azevedo, F., Chaddad, R., Farina, Q. (2004). *The Food Industry in Brazil and the United States: the effects of the FTAA on Trade and Investment*. (Informe –SITI-

07). Argentina: Banco de Desarrollo Interamericano, Departamento de Integración y Programas Regionales.

Banco Mundial (2014). *Doing Business 2015. Going Beyond Efficiency*. Washington DC: Banco Mundial.

Banker, R., Charnes, A., Cooper, W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in DEA. *Management Science*.

Bannister, J. y Stolp, C. (1995). Regional concentration and efficiency in Mexican manufacturing. *European Journal of Operational Research*, 80, 672-690.

Beltrán, V. (2004). *Conjunto de productividad para problemas de análisis envolvente de datos*. Universidad de Puerto Rico.

Bemowski, K. (1991). *The competitive benchmarking wagon*. Quality Progress.

Becerril, O, Álvarez I., Vergara, R. y Del Moral, L., (2011). Frontera tecnológica y eficiencia técnica sectorial en México: un análisis envolvente de datos. *Ciencia Económicas*, 30 (1), 135-146.

Berrio, D., y Muñoz, A. (2005). Análisis de la eficiencia relativa del sistema bancario en Colombia en el período 1993-2003 y propuesta estratégica de fortalecimiento. *Pensamiento y Gestión*.

Boughees, S. (1999). Infrastructure, Transport Costs, and Trade. *Journal of International Economics*, 169-189.

Bolling, C., Somwaru, A., (2001). *US Food Companies Access Foreign Markets Through Direct Investment*, 24(3), 23-28.

Bureau of Economic Analysis (2016). International data. Disponible en línea desde: <http://bea.gov/iTable/iTable.cfm?ReqID=2&step=1#reqid=2&step=1&isuri=1&202=1&203=22&204=6&205=1&200=2&201=1&207=36&208=52&209=97>

- Cancio, Y. (2009). Apuntes críticos sobre las interrelaciones dialécticas entre la eficiencia y las categorías relacionadas. *Contribuciones a la Economía*(ISSN 1696-8360).
- CANSIM (2016). Manufacturing. Disponible en línea desde: <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26>
- Castañón, R., Solleiro, J. y Del Valle, M. (2003). Estructura y perspectiva de la industria de alimentos en México. En *Revistas BANCOMEXT*, 53(2), 114-127.
- Caves, D., Christensen, L. Y Diewert, E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and productivity. *Econometrica*, 50, 1393-1414.
- CEFP (2005). Evolución del Sector Manufacturero de México, 1980-2003. Informe de la Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. Disponible en línea desde: <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0022005.pdf>
- Census Bureau (2016). Annual Survey of Manufactures. Disponible en línea desde: [http://factfinder.census.gov/faces/tableservices/jsf/pages/productview.xhtml?pid=ASM\\_2010\\_31GS101&prodType=table](http://factfinder.census.gov/faces/tableservices/jsf/pages/productview.xhtml?pid=ASM_2010_31GS101&prodType=table)
- Charnes, A., Cooper, W., y Rhodes, E. (1981). Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science*.
- Charnes, A., Cooper, W., y Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*.
- Coll, V. y Blasco, O. (2011). Análisis comparativo de la eficiencia de la PYME textil española: una aproximación al efecto de la liberalización en el periodo 2004-2006. *Revista electrónica de comunicaciones y trabajos ASEPUMA*, 12, 33-52.

- Coll, V. y Blasco, O. (2007). Evaluación de la eficiencia de la industria textil española: una aplicación del DEA. *Revista de investigación operacional*, 28(1), 61-91.
- Coll, V., y Blasco, O. (2006). *Evaluación de la Eficiencia mediante el Análisis Envolverte de Datos*. España: Universidad de Valencia.
- COMECYT (2005). *Estudio de tendencias y oportunidades para el sector de alimentos procesados del estado de México*. Disponible desde: <http://fumec.org.mx/v6/htdocs/alimentos.pdf>
- COMTRADE (2016). Trade Statistics. Disponible en línea desde: <http://comtrade.un.org/data/>
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*. 14-22
- Delfin, O. y Navarro, J. (2014). *La eficiencia de los puertos en México*. Morelia: Editorial Morevalladolid.
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2005). *Enciclopedia Microsoft Encarta*. México.
- Diez, F. (2008). Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla. Vlex España. Disponible en línea desde: <http://libros-revistas-derecho.vlex.es/source/universidad-sevilla-analisis-eficiencia-departamentos-universitarios-2439>
- Durán, J. y Álvarez, M. (2008). Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial. *CEPAL*.
- Färe, R., Grosskopf y Lovell (1985). *The measurement of efficiency of production*. (Vol. 6) 1ª ed. Hingham, MA, U.S.A: Kluwer-Nijhoff Publishers
- Färe, R., y Lovell (1978). Measuring the Technical Efficiency of Production. *Journal of Economic Theory*.

Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*.

Ferro, G., y Romero, C. (2011). Comparación de medidas de cambio de productividad. Las aproximaciones de Malmquist y Luenberger en una aplicación al mercado de seguros. Disponible desde: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00597946/document>

Francis, J. y Manchin, M. (2006). Institutional Quality Infrastructure and the Propensity to Export. *Centre for Economic Policy Research*.

Fuente, S. (2011). *Análisis Factorial*. Universidad Autónoma de Madrid.

Fuentes, J. y Armenta, L. (2006). Las políticas públicas y la productividad: del diagnóstico a la solución efectiva. *Análisis Económico*, 21 (47), 281-306.

Gamarra, J. (2004). Eficiencia técnica relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe. *Documentos de trabajo sobre Economía Regional*. Centro de estudios económicos regionales (CEER). Cartagena. No. 53.

García-Herrero, A., Dos Santos, E., Urbiola, P., Dal Bianco, M., Soto, F., Hernández, M., et al. (2014). *Competitividad del sector manufacturero en América Latina: tendencias y determinantes*. Documento de Trabajo N° 14/10. Madrid: BBVA Research.

Glosario de Comercio Exterior, Integración y Comercio Electrónico (2005). IBCE. Disponible en línea desde: [http://www.integracioneconomica.uson.mx/wp-content/uploads/2013/10/Glosario\\_de\\_Comercio\\_Exterior\\_comelect.pdf](http://www.integracioneconomica.uson.mx/wp-content/uploads/2013/10/Glosario_de_Comercio_Exterior_comelect.pdf)

Gobierno de Canadá. (2016). *Strengthening Canada's Manufacturing Sector*. Disponible en línea desde: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/mfg-fab.nsf/eng/00201.html>

González, R. (2011). Diferentes teorías del comercio internacional. En *Revista de Economía*, 103-117.

- Gutierrez Pulido, H. (2005). *Calidad Total y Productividad*. Mc Graw Hill. México.
- Gravelle, H., y Rees, R. (2005). *Microeconomía*. Pearson Educación.
- Hassan, M., Isik, I. y Mamun, A. (2010), Trade liberalization and industry performance in Bangladesh. *Journal of Policy Modeling*, 339-417.
- Henson, S. y Cranfield, J. (2013). Planteamiento de un caso político para las agroindustrias y agronegocios en los países en desarrollo. En *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 11-50.
- IBGE (2012). Anual Survey of Industry. Disponible en línea desde: <http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2012/defaulttabzip.shtm>
- IBGE (2015). Pesquisa Industrial Anual. Disponible en línea desde: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/piaproduct/default.asp?o=19&i=P>
- INEGI (2003). Encuesta Industrial Anual 2000-2001. Disponible en línea desde: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825176402/702825176402\\_1.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825176402/702825176402_1.pdf)
- INEGI (2011). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2005-2009. Disponible desde: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825169244>
- INEGI (2016). Banco de Información Económica. Disponible en línea desde: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=116012900200#D116012900200>
- Infante, Z. y Gutiérrez, Ortiz. (2009). Eficiencia portuaria entre Lázaro Cárdenas y APEC utilizando modelos DEA, *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*.

- Iyer, K., Rambaldi, A. y Ki Tang, K. (2008). Efficiency externalities of trade and alternative form of foreign investment in OECD countries, *Journal of Applied Econometrics*, 23(6), 749-766.
- Jajri, I. e Ismail, R. (2007). Technical efficiency, technological change and total factor productivity growth in Malaysian manufacturing sector. *MPRA Paper*, 1956 (28).
- Kim, C. (1997). Los efectos de la apertura comercial y de la inversión extranjera directa en la productividad del sector manufacturero mexicano. *El Trimestre Económico*, 64(3), 265-290.
- Koontz, H. (2001). *Administración: Una perspectiva global*. México: Mc Graw Hill.
- Krugman, P. (2006). *Economía Internacional*. Madrid: Editorial Pearson.
- Krugman, P. y Obstfeld, M. (2001). *Economía Internacional, Teoría y Política*. Editorial Pearson.
- Lall, P., Featherstone, A. y Norman, D. (2000). Productive Efficiency and Growth Policies for the Caribbean. *Applied Economics*, 32(11), 1483-1493.
- Lara, C. (2013). Técnicas estadísticas multivariantes para la generación de variables latentes. *Revista EAN*, 89-100. Disponible desde: <http://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/viewFile/454/447>
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de estadística*, 4, 209-242.
- Martínez, H. y Pico, J. (2013). Eficiencia y productividad en el comercio del sector manufacturero entre Venezuela y Mercosur. *Revista Venezolana de Gerencia*, 265-290.
- Martínez, J. y Martínez, F. (2002). Las empresas de comercialización hortícola de Almería: análisis no paramétrico de eficiencia técnica. *Revista Española de estudios Agrosociales y Pesqueros*, 105-128.

- Martínez, R. (2004). *Legislación del comercio exterior*. Mc Graw Hill, 12.
- Mayorga, J. y Martínez, C. (2008). Paul Krugman y el nuevo comercio internacional. En *Criterio Libre*, 8, 73-86.
- Maudos, J., Pastor, J.M y L. Serrano (2000): "Efficiency and Productive Specialization: An Application to the Spanish Regions", *Regional Studies*, 34(9), 829-842
- Milner, C. y Weyman-Jones, T. (2003). Relative National Efficiency and Country Size: Evidence for Developing Countries. *Review of Development Economics*, 7(1), 1-14.
- Mok, V., Yeung, G., Han, Z., y Li, Z. (2010). Export orientation and technical efficiency: clothing firms in China. *Managerial and decision economics*, 31, 453-463.
- Moorsteen, H. (1961). On measuring productive potencial and relative efficiency. *Quarterly Journal of Economics*, 4, 483-498.
- Murillo (2002). *Contribuciones al análisis estocástico de la eficiencia técnica mediante métodos no paramétricos*. Tesis doctoral. Universidad de Cantabria.
- Myro, R. y Gandoy, R. (2003). Sector Industrial. *Lecciones de economía española*.
- NAM (2016). Top 20 Facts About Manufacturing. Disponible en línea desde: <http://www.nam.org/Newsroom/Facts-About-Manufacturing/>
- Navarro, J. (2005). *La eficiencia del sector eléctrico en México*. Morelia: Morevallado.
- Navarro, J. y Torres, Z. (2006). Análisis de la eficiencia técnica global mediante la metodología DEA: evidencia empírica en la industria eléctrica mexicana en su fase de distribución, 1990-2003. En *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 9-28.

- Olivera, R. (2002). *Teorías de la administración*. International Thomson Editores.
- OMC (2015). Informe sobre el comercio mundial. Disponible desde:  
[https://www.wto.org/spanish/res\\_s/booksp\\_s/world\\_trade\\_report15\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/world_trade_report15_s.pdf)
- Orliac, T. (2012). *The Economics of Trade Facilitation*. París: Institut d'Études Politiques de Paris.
- Osorio Díaz, N. J., (2011). *Análisis de mercado del sector industrias manufactureras en base a ClIU 3 bajo un enfoque de concentración económica en el periodo 2000-2008 en el Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias.
- Pastor, José Manuel (1995), *Eficiencia, Cambio Productivo y Cambio Técnico en los Bancos y Cajas de Ahorro Españolas: Un Análisis Frontera no Paramétrico*, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas S.A. España.
- Pedraza, O. (1999). *Un enfoque sistémico sobre los factores determinantes de la productividad*. UMSNH. Disponible desde:  
[http://www.economia.umich.mx/eco\\_old/publicaciones/EconYSoc/ES05\\_10.html](http://www.economia.umich.mx/eco_old/publicaciones/EconYSoc/ES05_10.html)
- Peñaloza, M. (2003), Evaluación de la Eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con Data Envelopment Analysis (DEA), *Departamento Nacional de Planeación, dirección de Estudios Económicos*, 244, 156-245.
- Perdomo, A. y Mendieta, C- (2007). Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos. *Desarrollo y Sociedad*, 60, 1-45.
- Pinzón, M. (2003). *Medición de Eficiencia Técnica Relativa en Hospitales Públicos de Baja Complejidad mediante la Metodología Data Envelopment Analysis (DEA)*. (Tesis inédita de maestría). Universidad Javeriana.
- Porter, M. (1990). *The competitive advantage of Nations*. The Free Press.

- Portos Pérez, I. (2008). *La industria textil en México y Brasil: dos vías nacionales de desarrollo industrial*. México: UNAM.
- Portugal-Perez, A., y Wilson, J. S. (2011). Export performance and trade facilitation reform: Hard and soft infrastructure. *World Development*, 40(7).
- ProMéxico (2013). *Alimentos procesados*. Disponible desde: [http://mim.promexico.gob.mx/work/sites/mim/resources/LocalContent/72/2/130704\\_DS\\_Alimentos\\_procesados\\_ES.pdf](http://mim.promexico.gob.mx/work/sites/mim/resources/LocalContent/72/2/130704_DS_Alimentos_procesados_ES.pdf)
- Prokopenko, J. (1991). *La Gestión de la productividad*. México: Editorial Noriega-Limusa.
- Rafalafena D. (2010). Significación, estadística y potencia de un estudio. *Apuntes de Investigación*. Universidad de Barcelona.
- Restrepo, J. y Vanegas, J. (2009) Análisis del Perfil Financiero de las Pymes del Valle del Aburra y su Acceso al Crédito: Una aproximación empírica. *Ingeniería Industrial*, 3, 43-54.
- Restrepo, J. y Vanegas, J. (2009) Competitividad y comercio exterior de las Pymes del sector textil-confecciones del Valle de Aburrá: incidencia del tipo de cambio. *Revista Virtual*, 30, 185-204.
- Restrepo, J. y Vanegas, J. (2014). Desempeño exportador del sector industrial en Colombia. *Economía*. 139-156.
- Rodríguez, A. y Suárez, J. (2003). Organizaciones burocráticas e ineficiencia X. *Hacienda Pública Española*, 83-84.
- Rodrik, D. (1992). Closing the Productivity Gap. *Does trade liberalization really help? Trade, Policy, Industrialization and Development: New Prospectivs*, 155-175.
- Rojas, T. (2008). *Historia general de América Latina: América Latina desde 1930*. UNESCO.

- Rouse, P., Chen L. y Harrison, J. A. (2007). Benchmarking the performance of dairy farms using Data Envelopment analysis. *The University of Auckland, New Zeland*.
- Samuelson, Paul S., y W. Nordahus (1996). *Economía*. Mc Graw Hill, 95-103.
- Schuschny, R. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. Obtenido de CEPAL: <http://archivo.cepal.org/pdfs/2007/S0700014.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2005). Recuperado de <http://alimentariaonline.com/2014/10/07/vino-mexicano-enauga/>
- Seijas, A. (2004). Análisis de la eficiencia técnica en la educación secundaria. *Revista Galega de Economía*, 1-19.
- Sellers, R. y Más, J. (2009). Determinantes de la eficiencia en el canal de distribución: análisis en agencias de viajes. *Revista Española de Investigación de Marketing ESIC*, 97-115.
- Sellers, R. y Más, F. (2010). Marcas colectivas y eficiencia en el sector vinícola. *Congreso Aemark*.
- Shafaeddin, M. (2006). Does trade openness favour or hinder industrialization and development. *The Intergovernmental Group of Twenty Four International Monetary Affairs*.
- Shujie, Z., y Zhao, S. (2009). The Implication of Customs Modernization on Export Competitiveness in China. *United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*, 121-131.
- Sourdin, P., y Pomfret, R. (2012). Measuring international trade costs. *World Economy*, 35(6).

Spearman, C. (1904). General Intelligence. *The American Journal of Psychology*, 15 (2), 201-292.

Spendolini, M. (2005). *Benchmarking*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.

Statistics Canada & Census Bureau (2016). Trade data online. Disponible en línea desde:

<https://www.ic.gc.ca/app/scr/tdst/tdo/crtr.html?&productType=NAICS&lang=eng>

Steinberg, F. (2004). *La nueva teoría del comercio internacional y política comercial estratégica*.

Tansini, R. y Triunfo, P. (1998). *Eficiencia técnica y apertura externa en el sector manufacturero uruguayo*. Documento de Trabajo no. 04. Uruguay: Departamento de Economía.

Thibault, L. J., (2006), *Manufacturing*. Disponible desde: <http://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/manufacturing/>

Thurstone, L. (1935). *The vectors of mind*. Chicago: The University of Chicago Press. Disponible desde: <https://archive.org/details/vectorsofmindmul010122mbp>

Tovar, S. (2012). El Impacto de la Apertura Comercial en la Eficiencia Técnica de las Manufacturas en México: Un análisis por entidad federativa. *Revista de economía*, 9-31.

Tybout, J.; de Mello, J. y Corbo, V. (1991). The Effects of Trade Reforms on Scale and Technical Efficiency: New Evidence from Chile. *Journal of International Economics*, 31.

Vidal, F. *et al.* (2014). Las Denominaciones de Origen de aceite de oliva virgen en España. Un análisis de su eficiencia técnica. *ITEA*, 208-222.

Vivas, O. (2015). Modelos estocásticos y deterministas. Universidad Autónoma Metropolitana.

Wu, L. (2005). A DEA approach to understanding the performance of Taiwan's Steel industries 1970-1996. *Asia Pacific Management Review*, 10 (6), 349-356.

Zamora, S., Monroy, L. y Chávez, C. (2009). Análisis factorial: una técnica para evaluar la dimensionalidad de las pruebas. *Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior*. Disponible desde: <http://www.cidpae.org.mx/documentos/documentos01.pdf>

Zamora, T. y Navarro, J. (2013). Eficiencia de la administración pública aduanera a través del modelo DEA. *CONfines*, (10)20, 177-135.

## ANEXO 1. Matriz de congruencia

Pregunta	Objetivo	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Indicadores
¿Qué tan eficientemente se utilizaron los recursos en las ramas de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, Estados Unidos, Canadá y Brasil, en el periodo 2000-2014?	Analizar qué tan eficientemente se utilizaron los recursos de las ramas de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en México, Estados Unidos, Canadá y Brasil, en el periodo 2000-2014.	Teoría de la eficiencia de Farrell (1957).	Las ramas tradicionales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco presentan mayores niveles de eficiencia que las ramas no tradicionales en México, en el periodo 2000-2014.	Mano de obra Capital Exportaciones	Personal Ocupado Costo de Materiales Exportaciones

## ANEXO 2. Tabla de datos de México

Tabla 2.1. <i>Outputs</i> de México, 2000				
DMU'S	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	1666240	1698131	27679	255012
3112	1770004	1813751	180082	400982
3113	2901015	2884741	464781	912543
3114	2244376	1612508	366536	889982
3115	5211348	5354257	81789	1657321
3116	2504937	2583809	85247	712487
3117	275715	278908	33931	58590
3118	2563066	2722806	81320	1277581
3119	4086572	5214270	37322	2577768
3121	11053159	11822299	1143381	5303751
3122	1586557	1624571	42659	1118243

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2003).

Tabla 2.2. <i>Inputs</i> de México, 2000			
DMU'S	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	1017731	8454	70440
3112	1412769	12430	6463446
3113	1972198	37812	431253
3114	1411466	32917	247696
3115	3696936	34159	311547
3116	1871322	30032	262935
3117	220318	6454	29091
3118	1445225	47405	552220
3119	2636502	31394	463384
3121	6518548	110004	1161556
3122	506328	6597	95737

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2003).

<b>Tabla 2.3. Outputs de México, 2005</b>				
<b>DMU's</b>	<b>Ventas</b>	<b>Producción</b>	<b>Exportaciones</b>	<b>Valor Agregado</b>
3111	2975817	3138389	39673	393944
3112	5703079	5813400	92751	1124030
3113	4966907	5017630	318906	1906922
3114	2808038	2895012	589106	1035357
3115	7332171	7436008	119346	2297321
3116	3844051	3908107	198102	725611
3117	544297	590464	47019	125942
3118	4055686	4089863	206287	1843446
3119	5546721	5604572	523042	3065343
3121	14195069	14840404	1933675	6102118
3122	2251737	2282080	13623	1822261

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2016).

<b>Tabla 2.4. Inputs de México, 2005</b>			
<b>DMU's</b>	<b>Costo de materiales</b>	<b>Personal Ocupado</b>	<b>Remuneraciones P.O.</b>
3111	2744445	12313	60862
3112	4689370	24292	270631
3113	3110708	52044	616448
3114	1859655	33033	287805
3115	5138686	39819	449414
3116	3182496	48635	324731
3117	464522	8932	33136
3118	2246418	49929	637861
3119	2539229	33561	404366
3121	8738286	93854	1191327
3122	459819	2967	69019

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2016).

<b>Tabla 2.5. Outputs de México, 2010</b>				
<b>DMU's</b>	<b>Ventas</b>	<b>Producción</b>	<b>Exportaciones</b>	<b>Valor Agregado</b>
3111	4025723	4102015	76773	753184
3112	8511486	8731319	252806	1751819
3113	6698077	7049740	527765	2650798
3114	4018879	4216134	892559	1627730
3115	8047661	8196238	72193	2294643
3116	4913369	5326792	272963	1386897
3117	726636	730660	114768	179773
3118	10040557	10158449	384705	4562280
3119	7440210	7544101	955517	3834247
3121	17752294	18422680	2604228	8233379
3122	3014912	3196107	36361	2624014

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2016).

<b>Tabla 2.6. Inputs de México, 2010</b>			
<b>DMU's</b>	<b>Costo de materiales</b>	<b>Personal Ocupado</b>	<b>Remuneraciones P.O.</b>
3111	3348832	10545	38524
3112	6979500	27626	283672
3113	4398942	60262	633883
3114	2588405	39982	281452
3115	5901595	41847	363950
3116	3939894	53907	348641
3117	550887	7876	22121
3118	5596169	329300	1229257
3119	3709853	32864	199312
3121	10189300	117326	912100
3122	572093	2781	28398

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2016).

**Tabla 2.7. Outputs de México, 2014**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	5311247	4936844	83151	855706
3112	10904794	11127075	350754	2254901
3113	6421134	6784179	885434	2507263
3114	4766204	5049359	1052752	2023652
3115	9118681	9343024	295104	2787757
3116	7083948	7769593	454929	2184517
3117	812049	831226	118824	170863
3118	11153803	11310840	398462	4990121
3119	10187905	10337156	1222441	5477814
3121	20370880	21170512	3562765	9629752
3122	3033397	3143144	46555	2612874

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2016).

**Tabla 2.8. Inputs de México, 2014**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	4081138	10552	51842
3112	8872174	28749	295202
3113	4276916	64407	819136
3114	3025708	42005	314579
3115	6555267	40280	366773
3116	5585075	61560	460570
3117	660363	8376	20899
3118	6320719	314652	1324898
3119	4859342	34824	250683
3121	11540759	110124	938809
3122	530271	2168	25689

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2016).

### ANEXO 3. Tabla de datos de EE.UU.

Tabla 3.1. <i>Outputs</i> de EE.UU., 2000				
DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	18186240	24235208	1356779	7905027
3112	19610841	44831451	5802970	17758416
3113	25107223	25691038	1127466	13701950
3114	45282230	50332386	2751511	25888112
3115	48389386	60780305	1082055	20073381
3116	105951656	119365093	9185993	35601251
3117	8783923	8511008	335981	2991215
3118	44725464	47980703	664079	31048233
3119	48688203	53502452	3508344	30005995
3121	65615352	63183248	1700001	30008507
3122	45167604	48508762	1962035	41438048

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016) y Bureau of Economic Analysis (2016).

Tabla 3.2. <i>Inputs</i> de EE.UU., 2000				
DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.	
3111	16408828	49275	1670049	
3112	27233510	57344	2387522	
3113	12078674	83955	2675635	
3114	24401536	180714	5130575	
3115	40825188	132262	4578182	
3116	83978359	485851	11502159	
3117	5539364	42273	983433	
3118	16931598	319114	8924816	
3119	24171896	154854	4805394	
3121	33793702	146310	5495000	
3122	7078418	28298	1549712	

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016).

**Tabla 3.3. Outputs de EE.UU., 2005**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	33233522	33339458	1546418	13985808
3112	57525933	59479989	6437570	20995676
3113	28489295	28641180	1389536	15679323
3114	54862687	54960710	3096095	27135724
3115	76941026	76925769	1818608	25387074
3116	149819532	150436812	9469195	53877927
3117	10138025	10144831	417927	3936951
3118	53662828	53665976	918668	34997784
3119	67729273	67293439	4567565	38665926
3121	81382349	80922055	2206615	43890882
3122	42703246	42713597	1340630	216777

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016) y Bureau of Economic Analysis (2016).

**Tabla 3.4. Inputs de EE.UU., 2005**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	19299507	43611	1833076
3112	36567297	52520	2612259
3113	12706135	68287	2695398
3114	27583333	166749	5606824
3115	51778110	128126	5333565
3116	96378863	492725	13403584
3117	6195151	38976	1170819
3118	18799564	275295	8785637
3119	29089185	173994	6388839
3121	37979808	123930	5802252
3122	5434610	20885	1277529

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016).

**Tabla 3.5. *Outputs* de EE.UU., 2010**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	46883746	31058103	2374943	17464364
3112	82999485	63186582	12774778	28674949
3113	28963140	95166952	2169050	14320588
3114	64330889	175496986	4929791	29332392
3115	94101868	10110249	3881193	30772020
3116	175588599	59061895	16957581	57558040
3117	10680882	84310280	380823	4518729
3118	58887781	91689485	1528786	36014928
3119	84015093	38861177	6891567	47263224
3121	92860249	91689485	5269287	47083124
3122	38985065	13690	495766	32911599

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016) y Bureau of Economic Analysis (2016).

**Tabla 3.6. *Inputs* de EE.UU., 2010**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	29429718	43704	2080512
3112	54773569	50020	2836919
3113	14939623	61661	2717818
3114	34986614	165267	6390972
3115	63502694	132088	6252873
3116	118735983	479556	15125951
3117	6137745	29261	1080721
3118	22879597	247588	9142469
3119	37226437	155012	6788107
3121	45596639	118719	6048766
3122	6055838	13690	934077

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016).

**Tabla 3.7. Outputs de EE.UU., 2014**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	59809114	54687424	2965355	17492806
3112	97082004	91386637	14869509	23665103
3113	33516376	33173594	3091718	15322767
3114	72066569	70167880	6609317	32276137
3115	124179686	116992766	7319699	30888621
3116	222180966	219136986	23653613	61421666
3117	12279542	11802948	378072	5042380
3118	68396145	64648442	2187129	38842463
3119	100998342	99559323	9602288	50004910
3121	108198684	106934188	8292356	57910202
3122	37292837	35857308	667653	29763183

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016) y Bureau of Economic Analysis (2016).

**Tabla 3.8. Inputs de EE.UU., 2014**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	42383400	44260	2342341
3112	73040173	51635	3066332
3113	18082970	68359	3192242
3114	39757987	162592	6779072
3115	93467908	132156	6824339
3116	161032564	476944	16369676
3117	7249685	32394	1284456
3118	29532570	238637	9578736
3119	51545956	167368	8134046
3121	50867668	134214	7496499
3122	7517663	12714	804374

Fuente: Elaboración propia con base en Census Bureau (2016).

## ANEXO 4. Tabla de datos de Canadá

Tabla 4.1. <i>Outputs</i> de Canadá, 2000				
DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	3422243	4548760	352836	1009814
3112	3732863	4775206	1110749	1213622
3113	1978809	1897068	692059	995955
3114	4014673	4357087	915834	1650177
3115	7010541	9560644	249901	1850011
3116	12541435	18421201	2935887	2942732
3117	2847337	3905807	1987395	815873
3118	3292764	2937091	653857	1697135
3119	3304701	3279094	700480	1565239
3121	6211148	4818460	957825	3640658
3122	2085900	1222639	86782	1458320

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016) y Statistics Canada & Census Bureau (2016).

Tabla 4.2. <i>Inputs</i> de Canadá, 2000				
DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.	
3111	2202505	13448	290604	
3112	2348552	7723	225301	
3113	951160	11144	289254	
3114	2049183	24078	467126	
3115	4479797	20005	485444	
3116	8923621	65310	1229563	
3117	1907630	32058	386536	
3118	1419570	34373	651174	
3119	1588043	22962	461301	
3121	2343556	27147	777921	
3122	605009	2539	117119	

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016).

**Tabla 4.3. Outputs de Canadá, 2005**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	4712475	4919715	379098	927691
3112	5323034	5431012	1712446	1408463
3113	3288599	3472079	1359775	1441357
3114	5311273	6307965	1607282	1824123
3115	10849732	12276865	320730	1974134
3116	18006734	18374879	4607366	4865205
3117	3553782	4137188	2585737	938803
3118	5322143	5503893	1131610	2414345
3119	5237560	5068693	1119236	2222309
3121	8591633	7995620	899747	5215568
3122	2261553	1888573	121161	1652089

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016) y Statistics Canada & Census Bureau (2016).

**Tabla 4.4. Inputs de Canadá, 2005**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	2954571	9105	339107
3112	3442416	6933	282385
3113	1768565	12914	468388
3114	2705250	21308	619829
3115	7362821	20945	744491
3116	12200540	67838	1964939
3117	2367371	30695	453995
3118	2444367	36552	1018029
3119	2426175	21277	690085
3121	2967957	22817	882173
3122	458869	1956	140489

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016).

**Tabla 4.5. *Outputs* de Canadá, 2010**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	6226287	6682188	6487562	994641
3112	8281376	8577993	8328149	1999385
3113	4305691	4729323	4591576	1443572
3114	6782071	8070889	7835815	2445153
3115	14063844	15789982	15330079	3410907
3116	23012073	23473093	22789411	5747345
3117	3917979	4459901	4330001	1176752
3118	8006008	8005050	7771893	3762520
3119	7163026	7260753	7049275	2915441
3121	10571050	10148621	9853030	6060216
3122	1376794	1322517	1283998	1029817

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016) y Statistics Canada & Census Bureau (2016).

**Tabla 4.6. *Inputs* de Canadá, 2010**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	4382734	8039	379901
3112	5670114	7042	388654
3113	2614223	10065	457089
3114	3423954	22111	800809
3115	9200664	23034	1017769
3116	16052050	69518	2661199
3117	2494704	29599	554695
3118	3507540	39325	1462760
3119	3371472	24090	993801
3121	3812305	25007	1139367
3122	261261	1203	128883

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016).

**Tabla 4.7. *Outputs* de Canadá, 2014**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	8080419	8508562	813971	1597875
3112	10374481	10791279	5349641	2378324
3113	3725371	3994242	2009826	1504558
3114	6362158	7429282	2365785	2735389
3115	12785797	13663495	380870	3493954
3116	23801155	24698336	6181699	5714203
3117	4199859	4579011	3141099	1106471
3118	8319549	8408714	2089455	3897576
3119	8796973	9133764	1815821	3719116
3121	10702877	10854170	917154	6216743
3122	1468259	1810692	105031	1133323

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016) y Statistics Canada & Census Bureau (2016).

**Tabla 4.8. *Inputs* de Canadá, 2014**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	5300906	9601	477822
3112	7361819	7824	404370
3113	2045157	10700	433500
3114	3224600	18932	707694
3115	8381575	22429	109523
3116	16792321	57434	2373651
3117	2915059	20598	566405
3118	3732340	43912	1411561
3119	4232316	29762	1015462
3121	4081736	29790	1435518
3122	278493	2598	187841

Fuente: Elaboración propia con base en CANSIM (2016).

## ANEXO 5. Tabla de datos de Brasil

Tabla 5.1. <i>Outputs</i> de Brasil, 2000				
DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	1349043	1757454	12351	501224
3112	10959376	10244088	1214530	2540370
3113	7158827	7853549	796492	3097210
3114	2371274	2382523	619921	829025
3115	6743986	5753545	13682	2139798
3116	10415628	10720791	164928	2797655
3117	10991258	11324622	19408	3029425
3118	2817268	2825486	28625	1406973
3119	1868784	2631741	1231258	670267
3121	8156711	7890004	57513	4409854
3122	1962105	1903430	459823	1095066

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2012) y COMTRADE (2016).

Tabla 5.2. <i>Inputs</i> de Brasil, 2000			
DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	1710255	14001	82869
3112	10470403	61983	436096
3113	7824417	153371	668986
3114	2446259	43830	154785
3115	5559701	59738	367714
3116	10400997	195816	764557
3117	11001830	9173	35543
3118	2707033	86377	365501
3119	1963738	46630	263331
3121	7317550	87758	643478
3122	1584567	13960	146714

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2012).

**Tabla 5.3. Outputs de Brasil, 2005**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	3459962	4225185	24940	1473553
3112	19978521	19538210	2243116	5931818
3113	11735612	11868260	1847456	5531299
3114	342434	3286160	512559	998728
3115	6292243	7426779	74468	2312163
3116	19340379	18743040	368184	6016447
3117	970056	677418	11738	329759
3118	340763	3670673	48614	1856022
3119	3764119	4351177	1353354	1818508
3121	10997071	10476044	343255	5580314
3122	3571479	3238959	702290	1362557

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2012) y COMTRADE (2016).

**Tabla 5.4. Inputs de Brasil, 2005**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	3748457	24722	168171
3112	5868978	79989	624428
3113	11290530	280265	1204472
3114	3610547	62397	316920
3115	7517151	71051	476125
3116	17931642	322968	1290894
3117	567088	12544	50777
3118	3410485	95592	437588
3119	4112482	51065	328854
3121	9141751	97040	724805
3122	3241834	21653	218381

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2012).

**Tabla 5.5. Outputs de Brasil, 2010**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	4113286	13158110	78519	2854170
3112	44363243	39657614	6376843	11285535
3113	30901690	33077939	7595790	16384906
3114	7524991	7288970	1133321	2967081
3115	15311781	19918270	169937	7556891
3116	42673940	435368339	805800	13262938
3117	1091219	1335877	26898	563846
3118	9074093	8189911	94430	4402669
3119	8328939	7928260	3705798	3303859
3121	28903039	27061315	630543	15043816
3122	6173190	6130424	1569388	2820477

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2012) y COMTRADE (2016).

**Tabla 5.3. Inputs de Brasil, 2010**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	11026321	30477	413326
3112	41368909	96740	1436889
3113	30531523	383068	4033814
3114	7268249	68981	689844
3115	17742750	87069	932256
3116	42011928	406691	3386244
3117	1222326	15444	109767
3118	7431577	118977	1086423
3119	7512453	59214	696761
3121	24265495	135185	1762311
3122	5182965	17314	477027

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2012).

**Tabla 5.7. Outputs de Brasil, 2014**

DMU's	Ventas	Producción	Exportaciones	Valor Agregado
3111	6202158	13748843	101906	2923090
3112	43027890.35	38845231	10034774	11347891
3113	29429537	31178868	4235607	15674347
3114	6022386	6814058	960885	2719070
3115	13336160	18419230	225495	6832925
3116	41487489	403874019	631524	13090030
3117	3507879.574	3529864	17671	702335
3118	7255890	7583312	88621	4085563
3119	8166109	7661680	3263537	3382766
3121	26888503	25125428	454808	13873253
3122	6067290	5939067	1064625	2591661

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2015) y COMTRADE (2016).

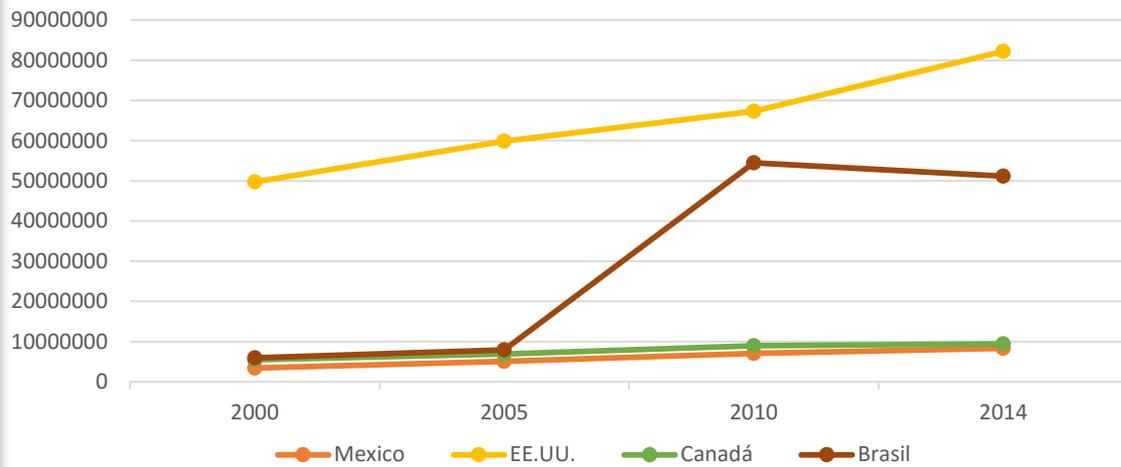
**Tabla 5.8. Inputs de Brasil, 2014**

DMU's	Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones P.O.
3111	6302849	8238	403181
3112	35614543	48289	1350026.809
3113	28640497	65507	3845936
3114	6878603	35767	678134
3115	16526416	48021	862961
3116	40396888	118704	3235397
3117	3530338	6743	103208
3118	6845437	70975	993057
3119	7490104	40977	640737
3121	22335669	63977	1593700
3122	5205608	14624	451154

Fuente: Elaboración propia con base en IBGE (2015).

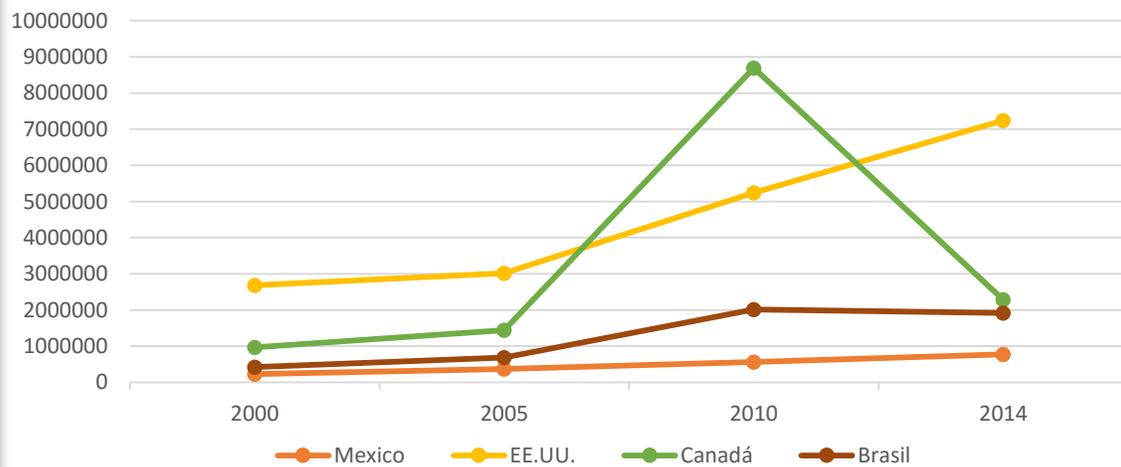
## ANEXO 6. Gráficas comparativas de los 4 países

**Gráfica 6.1. Producción de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países (miles de dólares).**



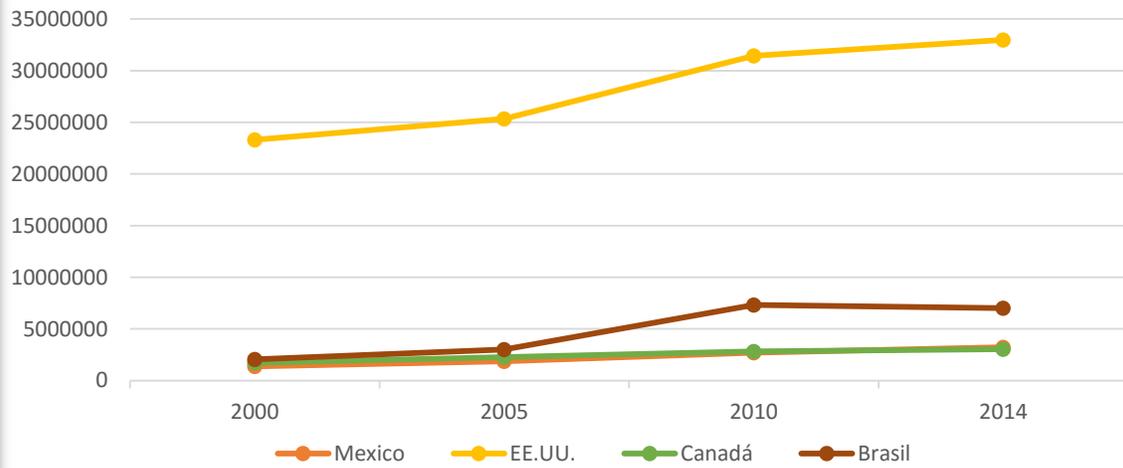
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000, 2005, 2010, 2014), Census Bureau (2000, 2005, 2010, 2014), CANSIM (2000, 2005, 2010, 2014), IBGE (2000, 2005, 2010, 2014).

**Gráfica 6.2. Exportaciones de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países (miles de dólares).**



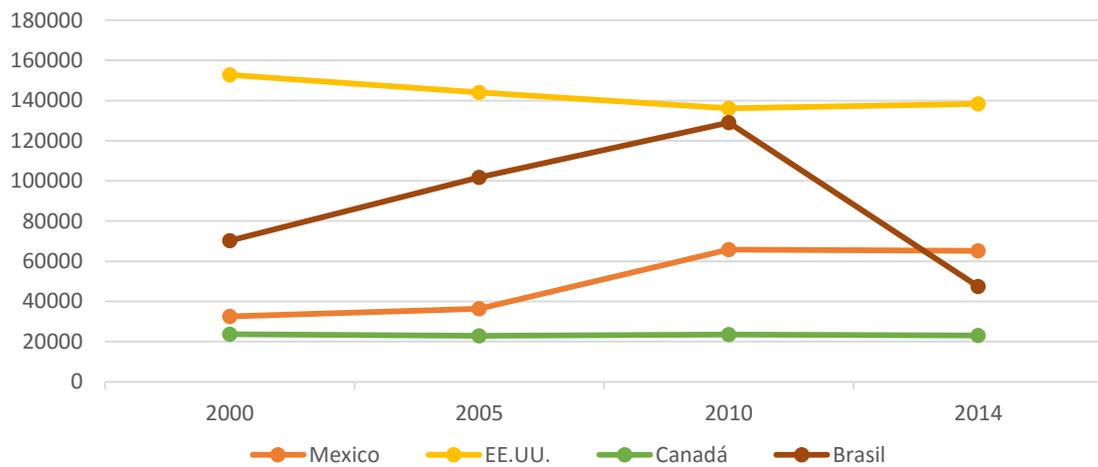
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000, 2005, 2010, 2014), Census Bureau (2000, 2005, 2010, 2014), CANSIM (2000, 2005, 2010, 2014), IBGE (2000, 2005, 2010, 2014).

**Gráfica 6.3. Valor Agregado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países (miles de dólares).**



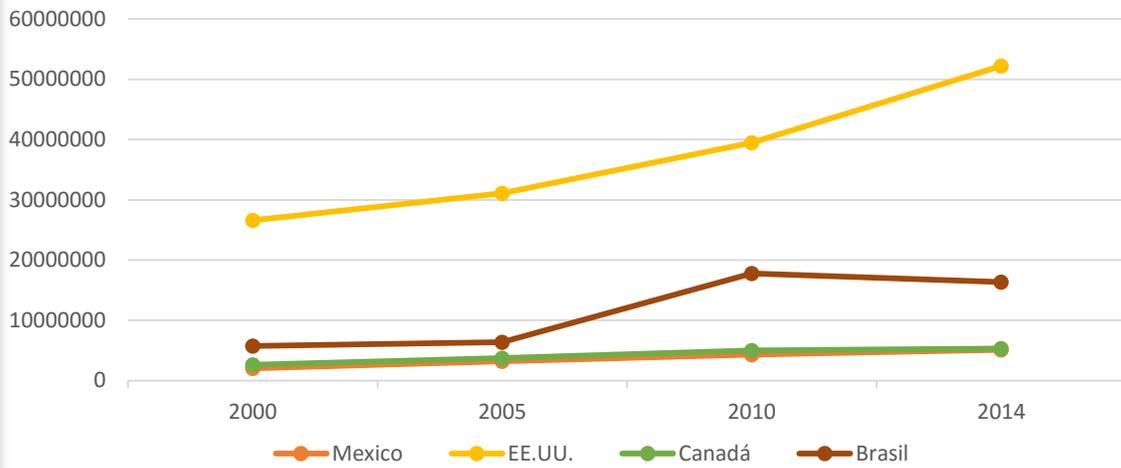
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000, 2005, 2010, 2014), Census Bureau (2000, 2005, 2010, 2014), CANSIM (2000, 2005, 2010, 2014), IBGE (2000, 2005, 2010, 2014).

**Gráfica 6.4. Personal Ocupado de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países (miles de dólares).**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000, 2005, 2010, 2014), Census Bureau (2000, 2005, 2010, 2014), CANSIM (2000, 2005, 2010, 2014), IBGE (2000, 2005, 2010, 2014).

**Gráfica 6.5. Costo de materiales de la industria de alimentos, bebidas y tabaco en los 4 países (miles de dólares).**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000, 2005, 2010, 2014), Census Bureau (2000, 2005, 2010, 2014), CANSIM (2000, 2005, 2010, 2014), IBGE (2000, 2005, 2010, 2014).

## ANEXO 7. Resultados del análisis factorial para los 4 países

Tabla 7.1. Correlaciones				
		Costo de materiales	Personal Ocupado	Remuneraciones del Personal Ocupado
Costo de materiales	Correlación de Pearson	1	.703*	.795**
	Sig. (bilateral)		.016	.003
	N	11	11	11
Personal Ocupado	Correlación de Pearson	.703*	1	.971**
	Sig. (bilateral)	.016		.000
	N	11	11	11
Remuneraciones P.O.	Correlación de Pearson	.795**	.971**	1
	Sig. (bilateral)	.003	.000	
	N	11	11	11

Fuente: Elaboración propia con base en cuadros del anexo 2, 3, 4 y 5, utilizando el software SPSS.

Tabla 7.2. Matriz de correlaciones			
		Costo de materiales	Personal Ocupado
Correlación	Costo de materiales	1.000	.703
	Personal Ocupado	.703	1.000
Sig. (Unilateral)	Costo de materiales		.008
	Personal Ocupado	.008	

Fuente: Elaboración propia con base en cuadros del anexo 2, 3, 4 y 5, utilizando el software SPSS.

Tabla 7.3. KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.693
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	5.783
	gl	1
	Sig.	.016

Fuente: Elaboración propia con base en cuadros del anexo 2, 3, 4 y 5, utilizando el software SPSS.

**Tabla 7.4. Comunalidades**

	Inicial	Extracción
Costo de materiales	1.000	.851
Personal Ocupado	1.000	.851

Fuente: Elaboración propia con base en cuadros del anexo 2, 3, 4 y 5, utilizando el software SPSS.

**Tabla 7.5. Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	1.703	85.126	85.126	1.703	85.126	85.126
2	.297	14.874	100.000			

Fuente: Elaboración propia con base en cuadros del anexo 2, 3, 4 y 5, utilizando el software SPSS.

**Tabla 7.6. Matriz de componentes**

	Componente
	1
Costo de materiales	.923
Personal Ocupado	.923

Fuente: Elaboración propia con base en cuadros del anexo 2, 3, 4 y 5, utilizando el software SPSS.

## ANEXO 8. Análisis de las variables *slacks*

Tabla 8.1. Modelo CRS. Análisis de las variables <i>slacks</i> , 2000				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	-4668.91	0
	3114	0	-9197.1	0
	3115	0	0	0
	3116	0	0	0
	3117	0	-2751.52	0
	3118	0	-23117.8	0
	3119	0	0	0
	3121	0	-458.83	0
	3122	0	0	0
	EE.UU.	3111	-1424381	0
3112		-9795293	0	0
3113		0	0	0
3114		0	0	0
3115		-604530	0	0
3116		0	0	0
3117		0	0	0
3118		0	-34576	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	0	0
	3116	0	0	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-10516.9	0
	3119	0	0	0
	3121	0	0	0
	3122	0	0	0
	BRASIL	3111	0	0
3112		0	0	0
3113		0	-21880.5	0
3114		0	-2720.25	0
3115		0	0	0
3116		0	-21025.7	0
3117		-8212335	0	0
3118		0	-40884.9	0
3119		0	-13629.1	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0

Tabla 8.2. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2000				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	-5689.53	0
	3114	0	-8388	0
	3115	0	-314.511	0
	3116	0	0	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-22363.7	0
	3119	0	0	0
	3121	0	-73342.3	0
	3122	0	0	0
	EE.UU.	3111	0	-2738.64
3112		0	0	0
3113		0	-41742	0
3114		0	-126198	0
3115		-3670695	0	0
3116		0	0	0
3117		0	-6588.98	0
3118		0	-272056	0
3119		0	-100567	0
3121		0	-39426.9	0
3122		0	0	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	0	0
	3116	0	-26247.1	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-9721.02	0
	3119	0	0	0
	3121	0	0	0
	3122	0	0	0
	BRASIL	3111	0	0
3112		0	0	0
3113		0	0	0
3114		0	0	0
3115		0	0	0
3116		0	0	0
3117		0	-7926102	0
3118		0	0	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0

Tabla 8.3. Modelo CRS. Análisis de las variables slacks, 2005				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	-11711	0
	3114	0	-8920.97	0
	3115	0	0	0
	3116	0	-7371.2	0
	3117	0	-2909.08	0
	3118	0	-20802.3	0
	3119	0	-637.714	0
	3121	0	0	0
	3122	0	0	0
	EE.UU.	3111	0	0
3112		-10489744.33	0	0
3113		0	0	0
3114		0	0	0
3115		0	0	0
3116		0	0	0
3117		0	0	0
3118		0	-31542.5	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	0	0
	3116	0	0	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-4858.68	0
	3119	0	0	0
	3121	0	0	0
	3122	0	0	0
	BRASIL	3111	0	0
3112		0	-3892.66	0
3113		0	-133874	0
3114		0	-15583.2	0
3115		0	0	0
3116		0	-90468.9	0
3117		0	-5191.22	0
3118		0	-51372.1	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0

Tabla 8.4. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2005				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	-18541.2	0
	3114	0	-9983.4	0
	3115	0	0	0
	3116	0	-14861	0
	3117	0	-6890.89	0
	3118	0	-21055.4	0
	3119	0	-2216.84	0
	3121	0	-39094	0
	3122	0	-996.704	0
	EE.UU.	3111	0	0
3112		0	0	0
3113		0	-766.839	0
3114		0	-108581	0
3115		-4938069	0	0
3116		0	0	0
3117		0	0	0
3118		0	-211605	0
3119		0	-116773	0
3121		0	-61014.1	0
3122		0	0	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	0	0
	3116	0	0	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-5566.16	0
	3119	0	0	0
	3121	0	0	0
	3122	0	0	0
	BRASIL	3111	0	0
3112		0	-36067.3	0
3113		0	-215864	0
3114		0	-27006.1	0
3115		0	-20903.6	0
3116		0	-258733	0
3117		0	-8958.4	0
3118		0	-60956.8	0
3119		0	-13778.2	0
3121		0	-40756	0
3122		0	0	0

Tabla 8.5. Modelo CRS. Análisis de las variables slacks, 2010				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	-8069.72	0
	3114	0	-9271.27	0
	3115	0	0	0
	3116	0	-7161.2	0
	3117	0	-1339.87	0
	3118	0	-262903	0
	3119	0	0	0
	3121	0	0	0
	3122	0	0	0
	EE.UU.	3111	0	0
3112		-14498209.46	0	0
3113		0	0	0
3114		0	0	0
3115		0	0	0
3116		0	0	0
3117		0	0	0
3118		0	0	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	0	0
	3116	0	0	0
	3117	0	0	0
	3118	0	0	0
	3119	0	0	0
	3121	0	0	0
	3122	0	0	0
	BRASIL	3111	0	0
3112		0	0	0
3113		0	-20819.6	0
3114		0	0	0
3115		0	0	0
3116		0	0	0
3117		0	-941.425	0
3118		0	-30803.3	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0

Tabla 8.6. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2010				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	-19438	0
	3113	0	-44190	0
	3114	0	-11048.6	0
	3115	0	-34602.4	0
	3116	0	-34574.1	0
	3117	0	-2990.69	0
	3118	0	-321733	0
	3119	0	-11897	0
	3121	0	-106329	0
	3122	0	0	0
	EE.UU.	3111	0	-15866.3
3112		0	0	0
3113		0	-46505.8	0
3114		0	-132566	0
3115		0	-23448.1	0
3116		0	0	0
3117		0	-21809.7	0
3118		0	-225483	0
3119		0	-120350	0
3121		0	-76731.1	0
3122		0	-6310.39	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	-12901.9	0
	3116	0	-53389.2	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-16920.8	0
	3119	0	-719.253	0
	3121	0	-4767.78	0
	3122	0	0	0
	BRASIL	3111	0	-18747
3112		0	-58452.5	0
3113		0	-354266	0
3114		0	-60540.2	0
3115		0	-69460.4	0
3116		0	-367841	0
3117		0	-2022.02	0
3118		0	-110393	0
3119		0	-50559.5	0
3121		0	-111867	0
3122		0	-6811.47	0

Tabla 8.7. Modelo CRS. Análisis de las variables slacks, 2014				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	-34186	0
	3114	0	-20625.2	0
	3115	0	0	0
	3116	0	-22095.5	0
	3117	0	-3709.83	0
	3118	0	-269989	0
	3119	0	-487.574	0
	3121	0	-28576.2	0
	3122	0	0	0
	EE.UU.	3111	-737936.6371	0
3112		-24455367.29	0	0
3113		0	0	0
3114		0	0	0
3115		0	0	0
3116		0	0	0
3117		0	0	0
3118		0	-29957.9	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	0	0
	3116	0	0	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-17539	0
	3119	0	0	0
	3121	0	-948.187	0
	3122	0	-630.152	0
	BRASIL	3111	0	0
3112		0	0	0
3113		0	0	0
3114		0	0	0
3115		0	0	0
3116		0	0	0
3117		0	0	0
3118		0	-22604.7	0
3119		0	0	0
3121		0	0	0
3122		0	0	0

Tabla 8.8. Modelo VRS. Análisis de las variables slacks, 2014				
Países	Ramas	Costo de materiales	Personal Ocupado	Exportaciones
MÉXICO	3111	0	0	0
	3112	0	-18761.8	0
	3113	0	-47721.1	0
	3114	0	-21724.9	0
	3115	0	-30139.1	0
	3116	0	-48632	0
	3117	0	-3170.95	0
	3118	0	-303837	0
	3119	0	-19811.3	0
	3121	0	-96314.7	0
	3122	0	0	0
	EE.UU.	3111	0	0
3112		0	0	0
3113		0	-45179.6	0
3114		0	-113933	0
3115		-3768705	0	0
3116		0	0	0
3117		0	-24247.9	0
3118		0	-199059	0
3119		0	-117655	0
3121		0	-84561.3	0
3122		0	-4666.79	0
CANADÁ		3111	0	0
	3112	0	0	0
	3113	0	0	0
	3114	0	0	0
	3115	0	-13144.5	0
	3116	0	-36103.2	0
	3117	0	0	0
	3118	0	-25661.8	0
	3119	0	-12948	0
	3121	0	-12543.5	0
	3122	0	0	0
	BRASIL	3111	0	0
3112		0	0	0
3113		0	-27206.6	0
3114		0	-26554.9	0
3115		0	-27071	0
3116		0	-69987.4	0
3117		0	0	0
3118		0	-61667.6	0
3119		0	-32969.3	0
3121		0	-34706.7	0
3122		0	-605.952	0

## ANEXO 9. Análisis benchmarking

Tabla 9.1. Análisis <i>Benchmarking</i> CRS de la industria de alimentos, bebidas y tabaco					
País	Ramas	2000	2005	2010	2014
MÉXICO	3111	5112(0.272458); 5117(0.198072)	5112(0.617256); 5117(0.261722)	5112(0.484590); 5117(0.240972)	5112(0.351882); 5113(0.728867)
	3112	5112(0.356336); 5117(0.301891)	5112(0.968405); 5117(0.572668)	5112(0.916183); 5117(0.715370)	5112(0.575688); 5113(2.265870)
	3113	5117(1.033848)	5117(1.313993)	5117(1.763312)	5117(1.467180)
	3114	5117(0.739906)	5117(0.785536)	5117(1.037560)	5117(1.037957)
	3115	5112(0.881045); 5117(0.853287)	5112(0.711084); 5117(1.136636)	5112(0.467753); 5117(1.302513)	5113(1.610133); 5117(1.119117)
	3116	5112(0.044601); 5117(0.926057)	5117(1.344317)	5117(1.579303)	5117(1.915939)
	3117	5117(0.115493)	5117(0.196218)	5117(0.220823)	5117(0.226535)
	3118	5117(0.757603)	5117(0.948908)	5117(2.243220)	5117(2.168299)
	3119	5112(0.406770); 5117(0.881294)	5117(1.072594)	5112(0.185157); 5117(1.066257)	5117(1.666979)
	3121	5117(3.417093)	5112(0.515781); 5117(2.941134)	5112(0.059226); 5117(3.949759)	5117(3.959013)
	3122	5112(0.060228); 5117(0.191274)	5112(0.079440); 5117(0.078718)	5112(0.066521); 5117(0.078130)	5112(0.019755); 5113(0.188172)
	EE.UU.	4111	5112(6.380293)	5112(5.480607); 5117(0.182895)	5112(5.071553); 5117(0.269946)
4112		5112(7.425094)	5112(7.575364)	5112(7.103096)	5112(6.599565)
4113		5112(3.749561); 5117(1.715551)	5112(2.558533); 5117(1.646805)	5112(1.919128); 5117(1.626626)	5112(0.855230); 5113(5.763335)
4114		5112(7.225049); 5117(3.896530)	5112(5.063347); 5117(4.288803)	5112(4.147932); 5117(4.596684)	5112(1.479753); 5113(14.113496)
4115		5112(17.125728 )	5112(14.408728 ); 5117(0.919703)	5112(10.315954 ); 5117(2.008279)	5112(11.626973 ); 5113(3.849212)
4116		5112(29.151829 ); 5117(8.132492)	5112(20.076715 ); 5117(11.517613 )	5112(15.427163 ); 5117(12.531434 )	5112(11.910488 ); 5113(35.865079)
4117		5112(1.600795); 5117(0.932998)	5112(1.096777); 5117(1.022057)	5112(0.723227); 5117(0.816515)	5112(0.180354); 5113(2.895599)
4118		5117(8.875727)	5117(7.941114)	5112(0.396337); 5117(8.270448)	5117(10.131035)
4119		5112(7.918104); 5117(2.922905)	5112(5.389060); 5117(4.451267)	5112(4.759396); 5117(4.104745)	5112(3.333558); 5113(13.204322)
4121		5112(13.280875 ); 5117(1.364458)	5112(9.774596); 5117(1.829703)	5112(7.010730); 5117(2.342966)	5112(4.298147); 5113(9.400495)
4122		5112(2.855774); 5117(0.194736)	5112(1.315073); 5117(0.383372)	5112(0.965609); 5117(0.232784)	5112(0.867241); 5113(0.554084)

CANADÁ	5111	5112(0.742340); 5117(0.240655)	5112(0.774612); 5117(0.121669)	5112(0.729856); 5117(0.097954)	5112(0.590793); 5113(0.465293)
	5112	5112(1.000000)	5112(1.000000)	5112(1.000000)	5112(1.000000)
	5113	5112(0.152478); 5117(0.310887)	5112(0.265696); 5117(0.360708)	5112(0.347854); 5117(0.257286)	5113(1.000000)
	5114	5112(0.326316); 5117(0.672464)	5112(0.365188); 5117(0.611701)	5112(0.307365); 5117(0.673892)	5113(1.027197); 5117(0.385522)
	5115	5112(1.741347); 5117(0.204522)	5112(1.976620); 5117(0.235905)	5112(1.429952); 5117(0.437997)	5112(0.697975); 5113(1.585798)
	5116	5112(2.666669); 5117(1.394825)	5112(2.396562); 5117(1.668762)	5112(2.007812); 5117(1.870975)	5112(0.991176); 5113(4.642901)
	5117	5117(1.000000)	5117(1.000000)	5117(1.000000)	5117(1.000000)
	5118	5117(0.744154)	5117(1.032524)	5112(0.038037); 5117(1.319543)	5117(1.280365)
	5119	5112(0.117352); 5117(0.687993)	5112(0.270032); 5117(0.632183)	5112(0.264170); 5117(0.751029)	5113(0.038340); 5117(1.424981)
	5121	5112(0.385475); 5117(0.753945)	5112(0.415511); 5117(0.649496)	5112(0.335783); 5117(0.764972)	5117(1.400224)
	5122	5112(0.240300); 5117(0.021310)	5112(0.105930); 5117(0.039798)	5112(0.031491); 5117(0.033151)	5117(0.095536)
	BRASIL	6111	5112(0.464331); 5117(0.324879)	5112(0.633406); 5117(0.662342)	5112(1.666003); 5117(0.633299)
6112		5112(3.590315); 5117(1.068532)	5117(2.479112)	5112(6.542844); 5117(1.711723)	5112(4.497632); 5113(1.224255)
6113		5117(4.101644)	5117(4.769227)	5117(12.238536 )	5112(2.747822); 5113(4.112901)
6114		5117(1.282355)	5117(1.525129)	5112(0.286471); 5117(2.262363)	5112(0.007200); 5113(3.337446)
6115		5112(1.061391); 5117(1.607738)	5112(0.700656); 5117(2.156487)	5112(2.049462); 5117(2.454025)	5112(1.252541); 5113(3.572067)
6116		5117(5.452315)	5117(7.574496)	5112(1.523588); 5117(13.377543 )	5112(3.018607); 5113(8.886581)
6117		5112(1.187751)	5117(0.239543)	5117(0.489968)	5112(0.382094); 5113(0.350794)
6118		5117(1.419056)	5117(1.440621)	5117(2.978942)	5117(2.348301)
6119		5117(1.029413)	5112(0.059862); 5117(1.650105)	5112(0.496730); 5117(1.882362)	5113(3.185255); 5117(0.334730)
6121		5112(1.109302); 5117(2.470237)	5112(0.570031); 5117(3.032676)	5112(2.535491); 5117(3.963988)	5112(1.722931); 5113(4.719326)
6122		5112(0.399086); 5117(0.339318)	5112(0.540575); 5117(0.583326)	5112(0.733501); 5117(0.410443)	5112(0.410890); 5113(1.066280)

Tabla 9.2. Análisis *Benchmarking* VRS de la industria de alimentos, bebidas y tabaco

País	Ramas	2000	2005	2010	2014
MÉXICO	3111	5112(0.113863); 5113(0.618795); 5122(0.267341)	5112(0.531187); 5113(0.323938); 5117(0.144875)	5112(0.475350); 5117(0.231245); 5122(0.293405)	5112(0.367899); 5113(0.540155); 5117(0.091946)
	3112	5112(0.259225); 5113(0.636882); 5117(0.103893)	4112(0.057757); 5112(0.322513); 5117(0.619730)	4112(0.026666); 5112(0.973334)	5112(0.946541); 6112(0.053459)
	3113	4112(0.002550); 5117(0.997450)	5116(0.075595); 5117(0.924405)	5112(0.599683); 5117(0.400317)	5112(0.306258); 5117(0.693742)
	3114	3117(0.294056); 5117(0.705944)	5117(0.733971); 5122(0.266029)	5112(0.029508); 5117(0.970492)	5112(0.024883); 5117(0.975117)
	3115	4112(0.070651); 5117(0.929349)	4112(0.012520); 5116(0.238289); 5117(0.749191)	4112(0.004714); 5112(0.995286)	5112(0.818620); 5117(0.181380)
	3116	5112(0.036264); 5113(0.054677); 5117(0.909059)	5116(0.082895); 5117(0.917105)	5112(0.455119); 5117(0.544881)	5112(0.600441); 5117(0.399559)
	3117	3117(1.000000)	5117(0.002962); 5122(0.997038)	5117(0.129677); 5122(0.870323)	5117(0.144836); 5122(0.855164)
	3118	3117(0.274048); 5117(0.725952)	5117(0.936624); 5122(0.063376)	5112(0.976713); 5117(0.023287)	5112(0.765875); 5117(0.234125)
	3119	4112(0.027802); 5112(0.056174); 5117(0.916024)	5116(0.017477); 5117(0.982523)	5112(0.382675); 5117(0.617325)	5112(0.437236); 5117(0.562764)
	3121	4112(0.182063); 5117(0.817937)	5116(0.647900); 5117(0.352100)	4112(0.092034); 5112(0.907966)	5112(0.852087); 6112(0.147913)
	3122	3117(0.483090); 5113(0.251796); 5122(0.265114)	5117(0.000497); 5122(0.999503)	5112(0.037724); 5117(0.047814); 5122(0.914462)	3122(1.000000)
	EE.UU.	4111	4112(0.572584); 5117(0.427416)	4112(0.475433); 5116(0.068375); 5117(0.456191)	4112(0.483868); 5112(0.516132)
4112		4112(1.000000)	4112(1.000000)	4112(1.000000)	4112(1.000000)
4113		4112(0.401607); 5117(0.598393)	4112(0.020749); 5116(0.979251)	4112(0.188775); 5112(0.811225)	5112(0.620527); 6112(0.379473)
4114		4112(0.888179); 5117(0.111821)	4112(0.631302); 5116(0.368698)	4112(0.597035); 5112(0.402965)	4112(0.110711); 6112(0.889289)
4115		4112(0.825165); 4116(0.174835)	4112(0.828248); 4116(0.171752)	4112(0.863527); 4116(0.136473)	4112(0.810676); 4116(0.189324)
4116		4116(1.000000)	4116(1.000000)	4116(1.000000)	4116(1.000000)
4117		4112(0.143400); 5117(0.856600)	4112(0.057543); 5116(0.189137); 5117(0.753320)	4112(0.009523); 5112(0.990477)	5112(0.974783); 5117(0.025217)
4118		4112(0.593226); 5117(0.406774)	4112(0.270821); 5116(0.729179)	4112(0.350474); 5112(0.649526)	5112(0.215270); 6112(0.784730)
4119		4112(0.879111); 5117(0.120889)	4112(0.693102); 5116(0.306898)	4112(0.642650); 5112(0.357350)	4112(0.425682); 6112(0.574318)
4121		4112(0.884391); 4116(0.115609)	4112(0.976384); 4116(0.023616)	4112(0.813110); 5112(0.186890)	4112(0.407558); 6112(0.592442)
4122		4112(0.197900); 5112(0.360144); 5117(0.441956)	4112(0.074556); 5112(0.481322); 5117(0.444122)	4112(0.007855); 5112(0.992145)	5112(0.994484); 6112(0.005516)

CANADÁ	5111	5112(0.737509); 5113(0.031688); 5117(0.230803)	5112(0.700848); 5113(0.277625); 5117(0.021527)	5112(0.724059); 5117(0.091852); 5122(0.184089)	5112(0.601918); 5113(0.334219); 5117(0.063863)
	5112	5112(1.000000)	5112(1.000000)	5112(1.000000)	5112(1.000000)
	5113	5113(1.000000)	5113(1.000000)	5112(0.334560); 5117(0.243291); 5122(0.422149)	5113(1.000000)
	5114	5112(0.325970); 5113(0.002272); 5117(0.671758)	5112(0.348751); 5113(0.061863); 5117(0.589386)	5112(0.306734); 5117(0.673228); 5122(0.020038)	5112(0.081868); 5113(0.062660); 5117(0.855471)
	5115	4112(0.091288); 5112(0.590151); 5117(0.318561)	4112(0.129431); 5112(0.529199); 5117(0.341369)	4112(0.071900); 5112(0.928100)	5112(0.963906); 6112(0.036094)
	5116	4112(0.277029); 5117(0.722971)	5116(1.000000)	4112(0.211430); 5112(0.788570)	5112(0.666209); 6112(0.333791)
	5117	5117(1.000000)	5117(1.000000)	5117(1.000000)	5117(1.000000)
	5118	3117(0.289253); 5117(0.710747)	5116(0.007830); 5117(0.992170)	5112(0.318962); 5117(0.681038)	5112(0.183792); 5117(0.816208)
	5119	5112(0.062043); 5113(0.362732); 5117(0.575225)	5112(0.200489); 5113(0.261739); 5117(0.537772)	5112(0.276112); 5117(0.723888)	5112(0.296228); 5117(0.703772)
	5121	4112(0.013456); 5112(0.215790); 5117(0.770754)	4112(0.006939); 5112(0.337911); 5117(0.655150)	5112(0.414939); 5117(0.585061)	5112(0.262366); 5117(0.737634)
	5122	5122(1.000000)	5122(1.000000)	5122(1.000000)	5122(1.000000)
	BRASIL	6111	5112(0.404438); 5113(0.392799); 5117(0.202763)	4112(0.031570); 5112(0.280364); 5117(0.688066)	4112(0.109080); 5112(0.890920)
6112		4112(0.338104); 5117(0.661896)	5116(0.356102); 5117(0.643898)	4112(0.727012); 5112(0.272988)	6112(1.000000)
6113		4112(0.233626); 5117(0.766374)	5116(0.907455); 5117(0.092545)	4112(0.506307); 5112(0.493693)	5112(0.246845); 6112(0.753155)
6114		4112(0.021268); 5117(0.978732)	5116(0.126427); 5117(0.873573)	4112(0.032546); 5112(0.967454)	5112(0.891333); 5117(0.108667)
6115		4112(0.144203); 5117(0.855797)	5116(0.523715); 5117(0.476285)	4112(0.245861); 5112(0.754139)	5112(0.675621); 6112(0.324379)
6116		4112(0.335363); 5117(0.664637)	4112(0.235202); 5116(0.764798)	4112(0.740107); 5112(0.259893)	4112(0.127783); 6112(0.872217)
6117		4112(0.029221); 5112(0.970779)	5117(0.056703); 5122(0.943297)	5117(0.430307); 5122(0.569693)	5112(0.395037); 5113(0.256793); 5122(0.348170)
6118		4112(0.031565); 5117(0.968435)	5116(0.106081); 5117(0.893919)	4112(0.035872); 5112(0.964128)	5112(0.883875); 5117(0.116125)
6119		4112(0.002215); 5117(0.997785)	5116(0.177472); 5117(0.822528)	4112(0.037520); 5112(0.962480)	5112(0.995459); 6112(0.004541)
6121		4112(0.213612); 5117(0.786388)	5116(0.688932); 5117(0.311068)	4112(0.378698); 5112(0.621302)	5112(0.470003); 6112(0.529997)
6122		5112(0.324756); 5113(0.487475); 5117(0.187769)	4112(0.013226); 5112(0.392671); 5117(0.594103)	5112(0.846587); 5117(0.153413)	5112(0.515105); 5117(0.484895)