



## MODELO DINÁMICO PARA LA EVALUACION ECONÓMICA DE LA TRAZABILIDAD EN EL MERCADO MEXICANO DE CARNE DE BOVINO

### [DYNAMIC MODEL FOR THE ECONOMIC EVALUATION OF THE TRACEABILITY OF MEXICAN BEEF MARKET]

Lucila Herrera Ayala<sup>1</sup>, Flor del Carmen Pérez Vera<sup>2\*</sup>,  
Miguel Ángel Martínez Damián<sup>3</sup> and Omar Hernández Mendo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Economía del Colegio de Postgraduados, km 36.5 carretera México-  
Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. Estado de México, México.

<sup>2</sup>Doctorado en Economía del Colegio de Postgraduados  
Email: florvera\_95@hotmail.com

<sup>3</sup>Postgrado en Economía, Colegio de Postgraduados. Email: angel01@colpos.mx

<sup>4</sup>Postgrado en Ganadería, Colegio de Postgraduados.

\*Corresponding author

#### SUMMARY

In order to point out the importance of the implementation of a traceability system in economic terms in the beef meat production activity, for the 2011-2016 period, a dynamic model was created in order to estimate the real value of the cattle inventory and to make projections of the gains and losses obtained in the implementation or not of this system with two possible plausible scenarios that affect the exports and imports. The results indicate that if the exports were increased by 53%, just like it happened in Uruguay with the implementation of this system, gains would increase 8.21% in the yearly average. In the absence of this system and considering the 80% decrease of the exports in the United States, in the presence of the Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) losses would increase 9.97% in a yearly average. In both scenarios a change  $\pm$  of 20% in the imports was considered. Due to the results obtained and in the face of foreseeable conduct of trade, the cost of opportunity of a traceability system results positive.

**Keywords:** Traceability; beef; cattle inventory; projection; dynamic model.

#### RESUMEN

Con la finalidad de dar a conocer la importancia de la implementación de un sistema de trazabilidad en términos económicos en la actividad productora de carne de bovino, para el periodo 2011-2016, se hizo uso de un modelo dinámico para estimar el valor real del inventario de ganado bovino y realizar proyecciones de las ganancias y pérdidas obtenidas en la implementación o no de este sistema, con dos posibles escenarios plausibles que afectan a las exportaciones e importaciones. Los resultados indican que de incrementarse las exportaciones en un 53%, como sucedió en Uruguay al implementar este sistema, las ganancias se incrementaron 8.21% en promedio anual. En ausencia del sistema y al considerar una disminución del 80% de las exportaciones de los Estados Unidos, ante la presencia de Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE) las pérdidas se incrementaron 9.97% en promedio anual. En ambos escenarios se consideró un cambio de  $\pm$  20% en las importaciones. Los resultados aquí obtenidos y ante comportamientos previsibles en el comercio, el costo de oportunidad de un sistema de trazabilidad resulta positivo.

**Palabras clave:** Trazabilidad; carne bovina; inventario de ganado bovino; proyección; modelo dinámico.

#### INTRODUCCIÓN

La trazabilidad se define como la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un animal destinado a la producción

de alimentos o sustancia destinados a ser incorporados en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo (DOCE, 2002). En la Unión Europea y Estados Unidos, se han realizado diversos estudios, en los que a través de diversas metodologías (cuantitativas y cualitativas), han determinado la

actitud y la valoración de los consumidores de las características de la carne, en cuanto a inocuidad, región de origen del animal, raza de los animales, trazabilidad en las explotaciones agrícolas, el tipo de alimentación, el bienestar animal, dentro de los cuales se ha encontrado que existen diferentes grados de familiaridad y disposición a pagar por los programas de trazabilidad y son percibidos como garantía de calidad y seguridad (Hobb, 2002; Dickinson et al., 2002, Souza, 2004; Gracia et al., 2005; Mennecke et al., 2007; Levai et al., 2011).

Al cumplir con esta regulación, no sólo se logra una mayor protección en la salud de los consumidores, sino que también permite obtener mayores beneficios al ofrecer productos con mayor valor agregado. Por ejemplo, Cicia et al. (2010) reporta la disposición del consumidor de carne de bovino y encontró que la trazabilidad en finca es estadísticamente significativa y cuando está presente, los consumidores están dispuestos a pagar 16.71% más sobre el precio base de la carne, antecedentes que nos permiten asegurar un mercado rentable, no solo para cubrir el mercado interno, sino también al externo.

En este contexto y ante las contingencias sanitarias que se han presentado a nivel mundial y la posible vinculación de enfermedades zoonóticas en el hombre como la encefalopatía espongiforme bovina (EEB), la fiebre aftosa (bovinos, porcinos, caprinos y ovinos), y en fechas recientes la influenza porcina (AH1N1), han generado una crisis de desconfianza en la industria cárnica (Rodríguez et al., 2010), por lo que se han implementado sistemas referentes a la trazabilidad, esto es, la capacidad de rastrear los insumos utilizados para la producción de alimentos desde su origen, en los diferentes niveles de la cadena productiva (Liddell et al., 2001). Otros países, como Canadá ha venido implementando un sistema similar (Dickinson et al., 2003). Estados Unidos se ha quedado atrás en la adopción de lo que se está convirtiendo en un estándar mundial para la identificación de los animales y la trazabilidad, estableciendo el programa de manera voluntaria; aplicándose de forma obligatoria, únicamente a los animales que cruzan las fronteras estatales (Schroeder et al., 2012).

En México, el sistema de trazabilidad opera de forma voluntaria. Para el caso de la actividad productora de carne de bovino, como primer paso y ante la experiencia adquirida en otros países como Europa y Sudamérica, en el 2003 la SAGARPA estableció el SINIIGA (Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado) en las organizaciones regionales y locales que integran a la Confederación Nacional de Organizaciones Ganadera (CNOG), considerando en la primera fase, únicamente a la especie bovina; en 2008 se incluye a los ovinos,

caprinos y colmenas (SIINIGA, 2011). Este paso se considera como un requisito clave para llegar a la trazabilidad (Yordanov, et al., 2006); herramienta que ha sido implementada de forma obligatoria en los principales países importadores: Japón, la Unión Europea, Corea del Sur; así como también en los principales países exportadores: Brasil, Australia, Nueva Zelanda, Canadá, Argentina y Uruguay (Schroeder et al., 2012), para garantizar la calidad agroalimentaria, mantener los tratados comerciales firmados y tener la posibilidad de acceder a otros mercados (Murphy et al., 2008).

Con la finalidad de asegurar y facilitar el rastreo del ganado bovino, el Centro de Investigación y desarrollo de ingeniería avanzada (CIDIA) del Estado de Sonora, desarrollo un software denominado Sistema de trazabilidad y administración ganadera (SITAGAN), que contiene un sistema de trazabilidad, el cual permite al productor llevar un registro puntual del ganado como: raza, genealogía, fecha de nacimiento, peso al nacimiento, fecha y peso al destete, ganancia de peso diaria, revisiones anuales, enfermedades y medicamentos, entre otros (Valdés et al., 2011), además de los nombres y fechas de ranchos en que estuvo. En Chihuahua se ha desarrollado un software propio para la identificación del ganado, lo que les permite identificar el origen del ganado destinado a la exportación y garantizar el acceso al mercado de Estados Unidos (Ortega et al., 2010).

En el esfuerzo de reforzar la implementación de trazabilidad en el sector agropecuario, el gobierno mexicano a través de la SAGARPA ha emitido en los lineamientos de las Reglas de Operación 2011, un apoyo a través del Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios con Esquemas de Riesgo Compartido (PROVAR) para todos aquellos productores que adopten el sistema de trazabilidad aprobados por Global System, Global Standard y Global Solution (GS1) (Diario Oficial de la Federación, 2011), empresa reconocida a nivel mundial en la elaboración y aplicación de normas mundiales, así como para dar soluciones en la eficiencia y visibilidad de toda la cadena de abastecimiento (GS1, 2011).

En relación al Comercio exterior, el 64% de los ingresos totales del sistema producto bovino mexicano, estuvo dado por la exportación de ganado en pie y el 24% por carne fresca, refrigerada o congelada (CNOG, 2009), mismos que dependen del hato ganadero existente en cada unidad productiva. Con este antecedente y tomando como referente la experiencia de otros países como Estados Unidos (principal país importador de ganado mexicano) que ante la ausencia de un sistema de trazabilidad los volúmenes exportados de ganado en pie se redujeron en un 80% en el 2004 ante los casos detectados de

Encefalopatía Espongiforme Bovina en el 2003 (USDA, 2009) y en el caso contrario de Uruguay (principal país exportador de carne bovina trazada) quienes al implementar un sistema de trazabilidad de forma voluntaria en el 2002, las exportaciones se incrementaron en un 53%, después de los problemas de fiebre aftosa registrados en el 2001 (INAC, 2008), se considera a la trazabilidad como un desplazador de la producción.

El objetivo de este estudio es cuantificar las ganancias y pérdidas económicas del valor real del inventario del ganado en pie si se considera o no la implementación de un sistema de trazabilidad, mediante un modelo dinámico del mercado de la carne bovina y dos escenarios plausibles que afectan las exportaciones e importaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para medir los efectos de la implementación de trazabilidad se generó un modelo dinámico para el mercado de carne de bovino, que permite modelar el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo. Se utilizan datos anuales del periodo 1980-2006, tomando como principales fuentes: (SIAP, 2012), (SIACON, 2012), (BANXICO, 2012), (INEGI, 2012), (OECD, 2012), (FAO, 2012), información utilizada para determinar las funciones de inventario, oferta y de precio. La metodología y estructura del modelo está basado en un modelo similar al propuesto por (Reutlinger, 1966). Quién planteó un modelo matemático para el mercado de carne de bovino, con la finalidad de demostrar que un sistema de ecuaciones estructurales puede ser analizado matemáticamente. Aquí los parámetros del modelo se estimaron por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con el paquete estadístico (SAS, 2003). El modelo se validó tanto por su congruencia económica y estadística.

Se establecieron tres relaciones funcionales para describir el comportamiento del mercado de carne de bovino, basado en la teoría económica y en la evidencia empírica.

$$1) \text{ STOCKGAN}_t = a_{11} + \beta_{11}\text{STOCKGAN}_{t-1} + \beta_{21}\text{PRIXCABR}_{t-1} - \beta_{31}\text{PRIXPFORR}_{t-1} + \beta_{41}\text{EXPCAB}_t$$

$$2) \text{ OFERCARN}_t = a_{22} - \beta_{12}\text{STOCKGAN}_{(t-1)} - \beta_{22}\text{PRIXCABR}_{(t-1)} - \beta_{32}\text{PRIXPFORR}_{(t-1)} - \beta_{42}\text{IMPCARN}_t$$

$$3) \text{ PRIXCABR}_t = a_{33} - \beta_{13}\text{OFERCARN}_t + \beta_{23}\text{INGPOBR}_t - \beta_{33}\text{IMPCARN}_t$$

Dónde:  $\text{STOCKGAN}_t$ : Es el inventario de ganado expresado en número de cabezas;  $\text{STOCKGAN}_{t-1}$ :

Inventario con un año de rezago (cabezas);  $\text{PRIXCABR}_t$  y  $\text{PRIXCABR}_{t-1}$  precio del ganado en pie en el año  $t$  y con un año de rezago (\$/cabeza);  $\text{PRIXPFORR}_{(t-1)}$  precio promedio del maíz y sorgo rezagado un año (\$/ton);  $\text{EXPCAB}_t$ : Exportaciones de gano en pie en el periodo  $t$  (cabezas);  $\text{OFERCARN}_t$ : Oferta de carne de bovino en el periodo  $t$  (tons);  $\text{IMPCARN}_t$ : Importaciones de carne en canal de bovino en el periodo  $t$  (tons);  $\text{INGPOBR}_t$ : Ingreso per cápita (\$); Todas las variables monetarias fueron deflactadas con el Índice Nacional de Precios al Consumidor base 2002=100.

Se espera una relación directa entre inventario de ganado y la variable  $\text{STOCKGAN}_{t-1}$ ,  $\text{PRIXCABR}_t$  y  $\text{EXPCAB}_t$  y una relación indirecta con  $\text{PRIXPFORR}_{(t-1)}$ . En la relación funcional de la oferta se espera una relación negativa entre  $\text{STOCKGAN}_{t-1}$ ,  $\text{PRIXCABR}_t$ ,  $\text{PRIXPFORR}_{(t-1)}$  y una relación positiva con  $\text{IMPCARN}_t$ . En el caso del precio del ganado en pie se supone una relación directa entre la variable  $\text{INGPOBR}_t$  e inversa entre  $\text{OFERCARN}_t$  y  $\text{IMPCARN}_t$ .

Para determinar el valor real del inventario de ganado en pie se multiplicó el inventario ( $\text{STOCKGAN}$ ) por el precio medio al productor de ganado en pie ( $\text{PRIXCABR}$ ).

Considerando a la trazabilidad como un desplazador de la producción, se realizaron simulaciones sobre el valor del inventario de ganado bovino, bajo dos escenarios con casos reales: a) Sin trazabilidad, considerando una disminución del 80% en el volumen exportado de ganado en pie; como sucedió en Estados Unidos; b) con trazabilidad, y con un incremento del 53% en las exportaciones de ganado; como en el caso de Uruguay. Es importante mencionar que si bien un sistema de trazabilidad tiene sus costos, aquí se parte de suponer que dicho sistema es exógenamente proveído como un subsidio a la producción. De la propia redituabilidad del sistema, de haberla pueden salir recursos para su implementación.

Ante una economía de libre mercado y con la finalidad de mantener una balanza comercial en equilibrio de la actividad productora de bovino ante los cambios en los volúmenes exportados, en los dos primeros escenarios sin trazabilidad se supuso un aumento de las importaciones y para el caso con trazabilidad una disminución del 20%, respectivamente. Porcentaje en el que las importaciones de México de carne en el 2004 se redujeron respecto al 2003, año en el que se presenta la crisis por Encefalopatía Espongiforme Bovina en Estados Unidos.

El interés particular de esta investigación es proyectar las ganancias o pérdidas registradas en el valor real

del inventario debido a los cambios que se dan en los volúmenes exportados e importados ante la presencia o ausencia de trazabilidad, y no analizar el comportamiento del mercado de carne de bovino, por lo que una vez estimados los parámetros, estos fueron sustituidos en la forma reducida del modelo:  $AY(t) + BY(t-1) + CZ(t) = 0$ . (1)

Donde:  $Y_t$ : Vector de variables endógenas del modelo;  $Y_{t-1}$ : Vector de variables endógenas rezagadas del modelo;  $Z_t$ : Vector de variables exógenas del modelo; A: Matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas; B: Matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas rezagadas; C: Matriz de parámetros estructurales asociados a las variables exógenas.

Una vez conformadas las matrices de la forma reducida del modelo y mediante transformaciones matriciales se obtuvo la forma reducida que definen las matrices multiplicadoras de impacto (Reutlinger, 1996):  $Y(t) = D_1Y(t-1) + D_2Z(t)$  (2)

Donde:  $D_1: -A^{-1}B$ ;  $D_2: -A^{-1}C$ ;

$D_1$  y  $D_2$  se les denomina matrices multiplicadoras de impacto.

Con las matrices multiplicadoras de impacto se proyectaron las variables endógenas del mercado de la carne de bovino. A través de estas variables, se calculó el valor real del inventario del ganado en pie y se simuló su comportamiento a través del tiempo cuando se presenta trazabilidad en el mercado y cuando hay ausencia de la misma.

La estabilidad del sistema se analizó respetando las normas matriciales y se obtuvieron los valores propios de la matriz, resolviendo la ecuación que resulta de igualar a cero el determinante de la matriz:

$$|D_1 - I\lambda| = 0 \quad (3)$$

Donde  $D_1$  es la matriz multiplicadora de impacto,  $I$  es la matriz Identidad y  $\lambda$  es un escalar que representa los valores propios de la matriz o mejor conocidas como las raíces de la ecuación de segundo grado. Si  $D_1^k$  se aproxima a la matriz nula a medida que  $k$  incrementa, se cumple la condición necesaria de que ninguna de las raíces latentes sean mayor a 1 (Reutlinger, 1966).

El modelo estimado se empleó para analizar los efectos de cambios plausibles en importaciones y

exportaciones ante la adopción o ausencia de un sistema de trazabilidad, efectos que fueron cuantificados a través del valor real del inventario. Esto se hizo sustituyendo en la ecuación (2), los coeficientes de las variables explicativas de cada una de las relaciones funcionales, tomando en cuenta sus valores estimados del año anterior y los valores observados de las variables explicativas, lo que permitió estimar año con año cada una de las variables dependientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados estadísticos obtenidos a partir del modelo en su forma estructural se observan en la Tabla 1. El  $R^2$  fue superior a 0.75 para las tres relaciones funcionales. Respecto a la prueba individual, la razón de  $t$  de las once variables explicativas del modelo, nueve resultaron significativas con un valor mayor a 1 respectivamente, a excepción del inventario de ganado en pie con un año de retraso y del precio promedio al productor de forrajes en la relación funcional de la oferta, sin embargo presentaron los signos esperados, al igual que las otras variables, por lo que se considera bajo los criterios antes mencionados, que el modelo capta el funcionamiento del mercado y se puede realizar las respectivas predicciones y simulaciones planteadas en la presente investigación.

### Predicciones en el mercado de carne de bovino en el corto plazo (periodo base)

Las predicciones de las variables endógenas del inventario de ganado en pie (STOCKGAN), oferta de carne de bovino (OFERCARN) y del precio de ganado en pie (PRIXCABR) se presentan en la Tabla 2, para el periodo 2011-2016.

En la Tabla 2 se aprecia que durante el periodo proyectado 2011-2016 el inventario y precio al productor presentaron crecimientos del 11.08 y 90.78 % respecto al 2010, respectivamente, por el lado de la oferta de carne de bovino se registró un crecimiento negativo del 25.99%. Este comportamiento se da bajo el supuesto de que el productor, retiene el ganado en pie mientras los precios se estabilizan y por lo tanto la oferta de carne tiende a disminuir.

El valor real del inventario de ganado en pie presentó un crecimiento respecto al 2010 de 115.20%, con un valor promedio de 826.03 millones de pesos durante el periodo proyectado (Tabla 3).

Tabla 1. México: Coeficientes de la forma estructural, estimados para el mercado de la carne de bovino, 1980-2006.

Var. dep. <sup>†</sup>	Intercepto		Variables Exógenas <sup>‡</sup>			R <sup>2</sup>
STOCKGAN <sub>t</sub>		STOCKGAN <sub>t-1</sub>	PRIXCABR <sub>t-1</sub>	PRIXPFORR <sub>t-1</sub>	EXPCAB <sub>t-1</sub>	0.8180
Error Estándar	9.390175	0.535601	0.312776	-0.00379	0.931059	(0.7889)
Razón de t	3.4875	0.1187	0.0715	0.00177	0.8072	
	2.69	4.51	4.38	-2.14	1.15	
OFERCARN <sub>t</sub>		STOCKGAN <sub>t-1</sub>	PRIXCABR <sub>t-1</sub>	PRIXPFORR <sub>t-1</sub>	IMPCARN	0.8125
Error Estándar	1.871897	-0.00999	-0.0131	-0.00013	0.6849	(0.7825)
Razón de t	0.4142	0.0111	0.00580	0.000173	0.3478	
	4.52	-0.90	-2.26	-0.73	1.97	
PRIXCABR <sub>t</sub>		OFERCARN	INGPOBR	IMPCARN		0.8293
Error Estándar	29.63357	-16.5921	0.000274	-25.0069		(0.8096)
Razón de t	5.3515	4.1236	0.000084	7.3434		
	5.54	-4.02	3.27	-3.41		

<sup>†</sup>Variable dependiente; <sup>‡</sup>Variables definidas en materiales y métodos.

Los valores entre paréntesis son las R<sup>2</sup> ajustadas de cada una de las ecuaciones.

Tabla 2. México: Predicciones en el mercado de carne de bovino, 2011-2016 (Escenario base).

AÑO	STOCKGAN <sup>§</sup> (millones/cabezas)	OFERCARN <sup>§</sup> (millones/ton)	PRIXCAB <sup>§</sup> (\$/cabezas)
2010	30.27	1.74	12.68
2011	29.62	1.56	13.32
2012	29.48	1.36	23.65
2013	32.63	1.23	25.87
2014	35.01	1.36	26.88
2015	37.08	1.13	27.49
2016	37.90	1.10	27.96
Promedio 2011-2016	33.62	1.29	24.20
Variación %	11.08	-25.99	90.78

<sup>§</sup> Variables definidas en materiales y métodos.

Tabla 3. México: Proyección del Valor del Inventario de ganado bovino, 2011-2016 (millones de pesos).

AÑO	Valor del Inventario
2010	383.85
2011	394.69
2012	697.16
2013	844.16
2014	941.00
2015	1019.25
2016	1059.91
promedio 2011-2016	826.03
Crecimiento %	115.20

Dado que los valores de las raíces características fueron menores a 1 ( $\lambda_1 = 0.83$  y  $\lambda_2 = -0.08$ ), y se encuentran en el intervalo ( $0 < \lambda < 1$ ) se puede suponer que el sistema de mercado planteado converge y es estable, por lo que este escenario se tomo como base para las siguientes simulaciones, donde se consideró la presencia o ausencia del sistema de trazabilidad.

#### Escenario 1: Sin trazabilidad en el mercado de carne de bovino

En este primer escenario se considero para el año 2010 una disminución del 80% de las exportaciones, porcentaje tomado como referencia a lo ocurrido en Estados Unidos ante la detección de casos de EEB en el año 2003 y la ausencia de trazabilidad en el sistema

de producción de ganado bovino, así mismo, se consideró un aumento en las importaciones del 20%, con la finalidad de mantener una balanza comercial en equilibrio, cambios que afectan directamente en la disponibilidad del inventario de ganado bovino.

En este escenario, se observa que el valor real del inventario es menor que el de la base, donde el mercado es estable. Este cambio se da debido a que el mercado ya no se mueve normalmente, dado el cambio en las variables exógenas: las exportaciones de ganado en pie disminuyen 80% ( $EXPCAB_{t-1}$ ) y las importaciones de carne aumentan 20% ( $IMPCARN_t$ ), lo que lleva a una variación promedio anual negativa del 9.97% sobre el valor real del inventario, con pérdidas promedio anuales de 74.59 millones de pesos, durante los últimos seis años proyectados (Tabla 4).

Ante el escenario planteado anteriormente tenemos que, sin trazabilidad el comportamiento esperado de las exportaciones es a disminuir, debido a que el consumo de carne tanto nacional como internacional tiende a la baja, por la pérdida de confianza del consumidor ante la presencia de alguna enfermedad zoonótica, lo que hace que las importaciones se incrementen para satisfacer el consumo nacional.

**Simulación 2: Con trazabilidad en el mercado de carne de bovino**

Al suponer que las exportaciones de ganado bovino en México se incrementan en un 53% ante la adopción de un sistema de trazabilidad y que sus importaciones disminuyen en un 20%, el valor real del inventario tiende a aumentar durante el periodo proyectado en un promedio del 8.21% respecto al periodo base, ante los cambios mencionados (Tabla 5), obteniéndose una ganancia promedio anual de 58.47 millones de pesos.

Con un sistema de trazabilidad se espera que las exportaciones aumenten, al ofrecer un producto confiable y de calidad al mercado externo, además de cubrir la demanda interna del país, lo que lleva a disminuir las cantidades importadas.

Un sistema de trazabilidad por sí mismo, no previene problemas sanitarios, pero si se tendrían beneficios económicos al implementarlo, no solo de la actividad productora de carne de bovino sino de todo el sector pecuario. Esta herramienta ayudaría a tomar medidas inmediatas como: retirar el producto afectado, rastrear a los animales afectados para su sacrificio y evitar la diseminación de la enfermedad. En Uruguay se implementa el sistema y se ha consolidado como uno de los principales países exportadores (Constantino *et al.*, 2005).

Tabla 4. México: Valor del inventario del escenario 1 con respecto al base y pérdidas (millones de pesos).

Año	Escenario 1	Escenario base		Variación (%)
	Valor del inventario	Valor del Inventario	Pérdidas	
2010	383.85	383.85	0.00	0
2011	323.13	394.69	71.56	-18.13
2012	631.30	697.16	65.86	-9.45
2013	771.58	844.16	72.58	-8.60
2014	863.86	941.00	77.14	-8.20
2015	940.28	1019.25	78.97	-7.75
2016	978.48	1059.91	81.43	-7.68
Promedio 2011-2016	751.44	826.03	74.59	-9.97

Tabla 5. México: Valor del inventario del escenario 2 con respecto al base y ganancias (millones de pesos).

Año	Escenario 2	Escenario base		Variación (%)
	Valor del Inventario	Valor del Inventario	Ganancias	
2010	383.85	383.85	0.00	0.00
2011	465.25	394.69	70.55	17.88
2012	752.09	697.16	54.94	7.88
2013	900.06	844.16	55.91	6.62
2014	997.81	941.00	56.82	6.04
2015	1075.16	1019.25	55.90	5.48
2016	1116.59	1059.91	56.68	5.35
Promedio 2011-2016	884.50	826.03	58.47	8.21

Caso contrario al no contar con este sistema se generarían grandes pérdidas por no tener un conocimiento certero del origen y causas del problema, lo que afectaría enormemente a la industria pecuaria, como sucedió en Estados Unidos ante el brote de Encefalopatía Espongiforme bovina o lo ocurrido en México en Abril del 2009, donde se tuvo la presencia de la Influenza A(H1N1), provocando alerta en la población Mexicana, dejando de consumir carne y sus derivados, lo que provocó pérdidas de aproximadamente 600 millones de pesos en el mercado nacional y se canceló la exportación de carne al exterior por un valor aproximado de 42 millones de pesos, además de afectar los sectores de Educación, Salud, Comercio, Restaurantes, Turismo, Transporte, Electricidad y Agua, estimándose pérdidas totales de 127,359.4 millones de pesos; ante las pérdidas estimadas en la industria porcina, el Gobierno anunció la puesta en marcha de un programa de apoyo al sector por un monto aproximado de 1,000.00 millones de pesos (CEPAL, 2010). Actualmente a México no se le exige que los productos estén trazados, pero la tendencia internacional indica que será una medida obligatoria.

Los resultados aquí obtenidos y ante comportamientos previsibles en el comercio, el costo de oportunidad de un sistema de trazabilidad resulta positivo. Bajo el modelo de ganado bovino empleado, la trazabilidad es una herramienta que generaría mayores ganancias a través del incremento en los volúmenes exportados, afectando de manera directa al valor real del inventario de ganado, al ofrecer productos con mayor valor agregado, mismos que garantizan la inocuidad, seguridad y calidad, lo que permite cumplir con las exigencias de seguridad alimentaria internacional, abriendo la posibilidad de incursionar en los mercados más exigentes. En

México se requiere un sistema único de identificación de ganado desde origen, requisito clave para llegar a la trazabilidad, que vincule los programas estatales y federales, cumpliendo los estándares internacionales.

## CONCLUSIONES

El incremento de las exportaciones en un 53% y la disminución del 20% en las importaciones, debido a la implementación de trazabilidad en la cadena productiva de carne de bovino, ocasionaron que las ganancias en el valor real del inventario aumentaran en un 8.21% en promedio anual respecto al periodo base proyectado, lo que generó una ganancia promedio de 58.47 millones de pesos, durante el periodo 2011-2016.

Al disminuir las exportaciones en un 80% y al incrementar las importaciones en un 20%, ante la falta de implementación del sistema de trazabilidad en la cadena productiva de carne de bovino, hicieron que las pérdidas crecieran en promedio 9.97% respecto al periodo base, lo que ocasionó pérdidas promedios de 74.59 millones de pesos, durante los seis años proyectados.

## REFERENCIAS

- BANXICO. Banco de México. 2012. Estadísticas. <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CP5&sector=8&locale=es>. Consultado 20 Jun, 2012.
- CEPAL / OPS / OMS. Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Organización Panamericana de Salud/Organización

- Mundial de la Salud. 2010. Evaluación preliminar del impacto en México de la Influenza AH1N1. Distr. Limitada. Sede subregional en México. México, D.F. pp. 1-60.
- CNOG. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas. 2009. Información Económica Pecuaria 19. México, D.F.
- Cicia, G., Colantuoni, F. 2010. Willingness to Pay for Traceable Meat Attributes: A Meta-analysis. *Int. J. Food System Dynamics*. 3: 252-263.
- Constantino, B., Chakerián, C., Gianelli, P. 2005. Efecto de la implantación del sistema de trazabilidad en la rentabilidad de la cadena ganadera. Monografía por la Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Uruguay. pp. 1-108.
- Dickinson, D.L., Bailey, D.V. 2002. Meat Traceability: Are U.S. Consumers Willing to Pay for It?. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 27(2): 348-364.
- Dickinson, D.L., Hobbs, J.E., Bailey, D.V. 2003. A Comparison of US and Canadian Consumers' Willingness To Pay for Red-Meat Traceability. Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meetings, Montreal, Canada. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/22060/1/sp03di02.pdf>. Consultado 10 Abr, 2012.
- DOCE. Diario Oficial de las comunidades Europeas. 2002. Reglamento (CE) No. 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:031:0001:0024:ES:PDF>. Consultado 14 de Jun, 2011.
- DOF. Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos específicos de operación, del Componente Manejo de Postproducción. Primera Sección. 03 de Mayo de 2011.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2012. Estadísticas. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=535&lang=es#ancor>. Consultado 12 Jun, 2012.
- Gracia, A., Zeballos, G. 2005. Attitudes of Retailers and Consumers toward the EU Traceability and Labeling System for Beef. *Journal of Food Distribution Research, Food Distribution Research Society*. 36(03), 45-56.
- GS1 México. Asociación Mexicana de Estándares para el Comercio Electrónico A. C. 2012. <http://www.gs1py.org/docs/Institucional.pdf>. Consultado 16 Jun, 2011.
- Hobbs, J.E. 2003. Consumer Demand for Traceability. Paper presented at the International Agricultural Trade Research Consortium Annual Meeting. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/14614/1/wp03-01.pdf>. Consultado 15 May, 2012.
- INAC. Instituto Nacional de Carnes. 2007. 30 años de información 1977-2006. [http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/1061/1/30\\_de\\_Info.pdf](http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/1061/1/30_de_Info.pdf). Consultado 02 Abr, 2012.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2012. Estadística. <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>. Consultado 01 Jun, 2012.
- Lévai, P., Ferencz, A., Norari, M. 2011. Present-Day Situation of Food Safety and Traceability. 2nd International Conference on Agricultural and Animal Science. <http://www.ipcbee.com/vol22/9-CAAS2011-X021.pdf>. Consultado 16 May, 2012.
- Liddell, S., Bailey, D.V. Market Opportunities and Threats to the U. S. Pork Industry Posed by Traceability Systems. Department of Economics, Utah State University, Logan, UT. [http://devweb.mygamonline.com/\\_ui/docs/literature/market\\_opportunities\\_threats\\_to\\_the\\_u.pdf](http://devweb.mygamonline.com/_ui/docs/literature/market_opportunities_threats_to_the_u.pdf). Consultado: 29 May, 2012.
- Mennecke, B.E., Townsend, A.M., Hayes, D.J., Lonergan, S.M. 2007. A study of the factors that influence consumer attitudes toward beef products using the conjoint market analysis tool. *Journal of animal science*. 85: 2639-2659.
- Murphy, R.G.L., Pendell, D.L., Morris, D.L., Scanga, J.A., Belk, K.E., Samith, G.C. 2008.



- Animal identification systems in north America. The professional animal scientist. 24: 277-286.
- OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. 2012. Statistics. [http://www.oecd.org/home/0,2987,en\\_2649\\_201185\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/home/0,2987,en_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html). Consultado 11 Jun, 2012.
- Ortega, C., Peel, D.S. 2010. The Mexican Animal Identification System: Current Situation, Problems, and Potential. Journal of Agricultural and Applied Economics. 42(3), 551-557.
- Reutlinger, S. 1966. Analysis of a dynamic model with particular emphasis on long run projections. Journal of farm economics. 48(1): 88-106.
- Rodríguez, R.R., González, C.A.F., Arana, A., Sánchez, E.A., Vellejo, C.B. 2010. Trazabilidad de la carne de Bovino: conceptos, aspectos tecnológicos y perspectivas para México. Interciencia. 35(10): 746-751.
- SAS. Statistical Analysis System 2003. Versión 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schroeder, T.C., Tonsor, G.T. 2012. International cattle ID and traceability: Competitive implications for the US. Food Policy. 37: 31-40.
- SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. 2012. Ganadería. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=181&Itemid=426](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426). Consultado 11 Jun, 2012.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. [http://reportes.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/i\\_cultivo/index.jsp](http://reportes.siap.gob.mx/aagricola_siap/i_cultivo/index.jsp). Consultado 11 Jun, 2012.
- SINIIGA. Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado. 2011. Manual de capacitación para técnicos. [http://www.siniiga.org.mx/docs/Manual\\_Tecnico.pdf](http://www.siniiga.org.mx/docs/Manual_Tecnico.pdf). Consultado 15 May, 2012.
- Souza, M.D.M., Caswell, J.A. 2004. The Economic of Implementing Traceability in Beef Supply Chains: Trends in Major Producing and Trading Countries. Department of Resource Economics. Working Paper No. 2004-6. <http://people.umass.edu/resec/workingpapers/documents/resecworkingpaper2004-6.pdf>. Consultado 08 May, 2012.
- USDA. United States Department of Agriculture. 2012. Animal Health. <http://animalid.aphis.usda.gov/nais/why/bse.shtml#bse>. Consultado 11 Jun, 2012.
- Valdez, G.G.C., Torrescano, U.G.R., Sánchez, E.A., Pellat, P.R., Vázquez, P.M.G., Pardo, G.D.A. 2011. Acortando la brecha digital para la trazabilidad sanitaria: el problema de la transferencia tecnológica en la ganadería sonorense, caso SITAGAN. Estudios Sociales. 19(37): 143-174.
- Yordanov, D., Angelova, G. 2006. Identification and traceability of meat and meat products. [http://www.diagnosisp.com/dp/journals/view\\_pdf.php?journal\\_id=1&archive=1&issue\\_id=10&article\\_id=246](http://www.diagnosisp.com/dp/journals/view_pdf.php?journal_id=1&archive=1&issue_id=10&article_id=246). Consultado 13 Jun, 2012.

*Submitted August 07, 2012– Accepted August 21, 2013  
Revised received September 05, 2013*