



“Enseñar la explotación de
la tierra, no la del hombre”

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas
de la Agroindustria y la Agricultura Mundial

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL ESTIÉRCOL POR LOS AGRICULTORES DE LA COMARCA LAGUNERA

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO
AGROINDUSTRIALES

PRESENTA
ANTONIO ISMAEL ACEVEDO PERALTA

Bajo la supervisión de: Dr. JUAN ANTONIO LEOS RODRÍGUEZ



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Chapingo, Estado de México, mayo de 2017.

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL ESTIÉRCOL POR LOS AGRICULTORES
DE LA COMARCA LAGUNERA**

Tesis realizada por **Antonio Ismael Acevedo Peralta** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

DIRECTOR:



Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez

CODIRECTOR:



Dr. Juan Guillermo Cruz Castillo

ASESOR:



Dr. Uriel Figueroa Viramontes

ASESOR:



Dr. José Luis Romo Lozano

LECTOR EXTERNO:



Dr. Pablo Alberto Torres Lima

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
DATOS BIOGRÁFICOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación	3
Planteamiento del problema	5
Objetivos de investigación	6
<i>Objetivo general</i>	6
<i>Objetivos específicos</i>	6
Hipótesis	6
Fuentes de información y recolección de datos	7
Contenido de la tesis	8
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	10
1.1. Economía y economía ambiental	10
1.2. Interrelaciones entre la economía y el medio ambiente	11
1.3. Consideraciones sobre los sistemas naturales	11
1.4. Valoración económica	14
1.5. Teoría de las preferencias	16
1.6. Disposición a pagar y compensación exigida	16
1.7. Medidas monetarias de bienestar.....	17
1.7.1. Excedente del consumidor.....	17
1.7.2. Variación equivalente y variación compensatoria	18
1.8. Técnicas de valoración de los impactos ambientales.....	21
1.8.1. Métodos de preferencias reveladas	23
Método del comportamiento desviatorio.....	23

Método del costo del viaje	23
Método de los precios hedónicos	23
1.8.2. Métodos de preferencias declaradas	24
Método de valoración contingente.....	24
Modelos basados en atributos.....	26
1.9. Tipos de encuestas.....	26
1.10. Formato de preguntas	28
1.11. Sesgos inherentes al método de valoración contingente	28
1.12. ¿Por qué usar el método de valoración contingente?	29
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	31
2.1. Medidas e instrumentos de protección al ambiente	31
2.2. La política ambiental en México	33
2.3. Regulación del estiércol en México	35
2.4. Métodos de valoración ambiental en las actividades agrícolas.....	40
2.4.1. Valoración contingente.....	42
2.4.2. Experimentos de elección	44
2.4.3. Precios hedónicos	46
2.4.4. Valoración de activos multicriterio.....	47
2.4.5. Combinación de métodos	48
2.5. Recomendaciones para la valoración económica del ambiente.....	50
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	53
3.1. Área de estudio.....	53
3.2. Eliminación del sesgo hipotético.....	54
3.3. Componentes principales	56
3.4. Estimación de la disposición a pagar	57
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1. Caracterización de la zona de estudio.....	60
4.1.1. Producción de bovinos	60
4.1.2. Producción de cultivos	61
4.1.3. Ingreso	63
4.2. Experiencia y preferencia de los productores.....	63
4.3. Preferencias por los atributos del estiércol.....	68
4.4. Análisis de componentes principales.....	71
4.4.1. Sistema pecuario	71

4.4.2. Sistema agrícola	74
4.5. Determinación de la disponibilidad a pagar	79
4.5.1. Análisis del método de valoración contingente	79
4.5.2. Análisis de los efectos marginales	84
4.5.3. Análisis de la disponibilidad a pagar	85
4.5.4. Análisis del efecto de la distancia	86
CONCLUSIONES.....	91
Prospectivas	93
LITERATURA CITADA.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de la relación entre el tipo de cambio, disposición a pagar (DAP) o a ser compensado (DAC) y medida de bienestar (Bateman y Turner, 1993).	20
Cuadro 2. Clasificación de los métodos de valoración, Tietenberg y Lewis (2012).	22
Cuadro 3. Marco regulatorio para el manejo del estiércol.	36
Cuadro 4. Características de los estudios de valoración contingente.	42
Cuadro 5. Características de los estudios de experimentos de elección.	45
Cuadro 6. Características de los estudios de precios hedónicos.	46
Cuadro 7. Características de los estudios de valoración de activos multicriterio.	47
Cuadro 8. Características de los estudios que presentan una combinación de métodos.	49
Cuadro 9. Inventario de bovino lechero y producción de leche en los Municipios de la Comarca Lagunera.	61
Cuadro 10. Superficie sembrada con cultivos forrajeros en los Municipios de la Comarca Lagunera.	62
Cuadro 11. Valores de tres componentes principales evaluando el uso y manejo de estiércol en los establos de la Comarca Lagunera.	71
Cuadro 12. Eigenvectores (varianzas) de tres componentes principales sobre el uso y manejo del estiércol en los establos de la Comarca Lagunera.	72
Cuadro 13. Valores estandarizados de tres componentes principales de los ganaderos de la Comarca Lagunera.	72
Cuadro 14. Valores de cinco componentes principales evaluando el uso y manejo de estiércol en las parcelas de la Comarca Lagunera.	75
Cuadro 15. Eigenvectores (varianzas) de cinco componentes principales sobre el uso y manejo del estiércol en las parcelas de la Comarca Lagunera.	75
Cuadro 16. Valores estandarizados de cinco componentes principales de los agricultores de la Comarca Lagunera.	77
Cuadro 17. Variables de la encuesta.	80
Cuadro 18. Parámetros estimados de la disponibilidad a pagar por estiércol.	81
Cuadro 19. Efectos marginales y elasticidades del modelo.	85
Cuadro 20. Resultados de la DAP del modelo.	85
Cuadro 21. Resultados de la DAP del modelo restringido.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacciones entre economía y medio ambiente, adaptado de Hanley <i>et al.</i> , (1997).	12
Figura 2. Flujograma del proceso de selección estudios. Elaboración propia, 2014.	41
Figura 3. Localización de la Comarca Lagunera y Municipios que la forman. ..	53
Figura 4. Porcentaje de productores con algún tipo de ganado. Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas, 2015.	61
Figura 5. Porcentaje de productores con algún tipo de cultivos. Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas, 2015.	62
Figura 6. Ingreso anual de los productores. Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.	63
Figura 7. Años de escolaridad de los productores entrevistados. Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas, 2015.	66
Figura 8. Distribución de la disposición a pagar en los entrevistados. Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015. ..	87

DEDICATORIA

A todas las personas que me acompañaron durante éste proceso académico.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la ayuda brindada, permitiéndome alcanzar este nivel académico.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial (CIESTAAM), institución que me abrió las puertas y me ofreció una buena preparación académica.

A los integrantes de mi comité asesor, por el apoyo otorgado durante mi estancia en el doctorado, cuyas contribuciones fueron indispensables para lograr esta meta.

A mis compañeros de doctorado por sus valiosas aportaciones en la elaboración de esta investigación, pero sobre todo por su amistad.

DATOS BIOGRÁFICOS

Antonio Ismael Acevedo Peralta

El autor nació en el estado de Oaxaca, el día 24 de octubre de 1982. Tiene una formación agronómica por la Universidad Autónoma Chapingo, donde estudió la licenciatura y obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola, egresando en el año 2005. Además, cuenta con una Maestría en Ciencias en Protección Vegetal, otorgado por la Universidad Autónoma Chapingo, del año 2007 al 2009. Cursó sus estudios de Doctorado en Problemas Económico Agroindustriales, en el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), de la Universidad Autónoma Chapingo, en la generación 2013-2016.

Su trayectoria profesional se inició como asesor técnico sobre el manejo fitosanitario en ornamentales, principalmente en el cultivo de gerbera para corte y maceta, así como producción de plántula para venta y producción de esqueje de nochebuena, en Jiutepec, Morelos. Fue representante y asesor técnico en el cultivo de maíz en Atotonilco el Alto, Jalisco; cumpliendo con diversas funciones referentes este cultivo.

RESUMEN

Valoración económica del estiércol por los agricultores de la Comarca Lagunera

La presente investigación tuvo por objetivo estimar la disposición a pagar por el uso del estiércol en la Comarca Lagunera y revelar información sobre las preferencias del mismo en los sistemas de producción. El estudio combina trabajo de campo, realizado en 2015, análisis estadísticos y una técnica de valoración ambiental. Mediante el análisis de componentes principales se identificaron tres grupos del sistema ganadero y cinco del sistema agrícola. De la aplicación del método de valoración contingente se estimó el precio que los agricultores están dispuestos a pagar por aceptar el estiércol y aplicarlo como fertilizante en sus parcelas. Para el cálculo de la disposición a pagar se utilizó un modelo logit binomial, las variables que inciden en la decisión de un agricultor para la compra de estiércol fueron el precio hipotético a pagar, el ahorro en fertilizantes inorgánicos y la experiencia previa con su uso. La disposición a pagar por camión de 15 ton resultó en una cantidad de \$586, al considerar los valores negativos de los agricultores que requieren un pago, y de \$2,595 considerando sólo valores positivos, al restringir el precio entre \$0 y \$4,000. Se analizó el efecto de la distancia entre los establos y las tierras agrícolas, encontrando que en un radio de 30 a 60 km se obtuvo un precio mayor, debido a que los agricultores perciben un alto potencial de beneficiarse con el estiércol; mientras que en distancias menores se obtuvo un menor precio. En la Comarca Lagunera el uso en los sistemas agrícolas seguirá siendo el destino final del estiércol; sin embargo, los sistemas ganaderos producen estiércol que supera la capacidad de asimilación en las parcelas agrícolas cercanas a los establos. No obstante, existe la posibilidad de que los agricultores acepten y paguen por el estiércol para aplicarlo en las parcelas más alejadas.

Palabras clave: valoración contingente, componentes principales, sistemas de producción.

Tesis de Doctorado en Problemas Económico Agroindustriales, CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Antonio Ismael Acevedo Peralta

Director de Tesis: Juan Antonio Leos Rodríguez

ABSTRACT

Economic assessment of manure for farmers of the Comarca Lagunera

The objective of this research was to estimate the willingness to pay for the use of manure in the Comarca Lagunera and disclose information about their preferences in production systems. The approach combines fieldwork, in 2015, statistical analysis and environmental assessment technique. Through principal component analysis were identified three groups of the livestock system and five of the agricultural system. From the application of contingent valuation method the price that farmers are willing to pay to accept and apply manure as fertilizer on their farms was estimated. To calculate the willingness to pay a binomial logit model was used, the variables that influence a farmer's decision to purchase manure are the hypothetical price to pay, saving on inorganic fertilizers and previous experience with its use. The average willingness to pay per 15 ton truck resulted in an amount of \$ 586, considering the negative values of farmers requiring payment are considered, and \$ 2,595 considering only positive values, by restricting the price between \$ 0 and \$ 4,000. The effect of the distance between stables and agricultural land was analyzed, finding that within a radius of 30 to 60 km a higher price was obtained, because farmers perceive a high potential to benefit from manure; while at lower distances a lower price was obtained. In the Comarca Lagunera the use in agricultural systems will remain the destination of the manure; however, livestock systems produce manure that exceeds the capacity of assimilation on farmland near the stables. Nevertheless, there is a possibility that farmers will accept and pay for the manure to be applied on the most remote plots.

Keywords: contingent valuation, main components, production systems.

Doctoral thesis in Agroindustrial Economic Problems, CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Antonio Ismael Acevedo Peralta

Advisor: Juan Antonio Leos Rodríguez

INTRODUCCIÓN

Existe una amplia variación en los sistemas ganaderos; éstos, según Cervantes, Santoyo, y Álvarez (2001), se encuentran bien diferenciados en tres sistemas de producción: el intensivo, el doble propósito y el familiar; donde la producción varía en tamaño, intensidad, el uso del suelo y en la productividad; además, es de resaltar que en estos sistemas hay una gran cantidad de estiércol producido.

Los sistemas ganaderos de producción intensiva tienden a aglomerarse en lugares con ventajas de costos; trayendo consigo logros en la economía, una demanda de fertilizantes para la producción de forrajes y un incremento de residuos por unidad de superficie. Este sistema genera una sobre oferta de desechos orgánicos, para los que no existen tierras suficientes que permitan reciclar los desechos provenientes de la ganadería, lo que origina un exceso de nutrientes y contaminación (Gerber *et al.*, 2013).

El estiércol es el excremento de los animales, que resulta del proceso de digestión de los alimentos que estos consumen. No obstante, permite el aporte de nutrientes, incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica, con lo cual se incrementa la fertilidad del suelo y por ende su productividad (Suquilanda, 2006).

Sin embargo, el manejo adecuado del estiércol no es una práctica común en la mayoría de los sistemas ganaderos. Presenta muchas variaciones, desde grandes lagunas de almacenamiento de estiércol líquido a pequeños montones de estiércol sólido en fincas de pequeños productores. Como consecuencia, lleva a la pérdida de nutrientes, degradación ambiental, riesgos para la salud humana y emisiones de gases de efecto invernadero (Teenstra *et al.*, 2014).

La recolección de estiércol, en la zona de estudio, generalmente se realiza en los corrales y es amontonado a cielo abierto y en fosas o lagunas, donde permanece entre uno y más de cuatro meses. Sin embargo, al estar de manera desprotegida ocasiona que muchos de sus nutrientes se lixivien y volatilicen, provocando condiciones desfavorables por contaminación de olores, presencia de nitratos en cuerpos de agua, incremento de la salinidad de los suelos, problemas biológicos, bacteriológicos y de paisaje. El paso inicial en el manejo del estiércol es generalmente la separación de sólidos y líquidos. Los desechos sólidos tienen costos de manejo bajos, un potencial de impacto ambiental más reducido y un mayor valor en el mercado, puesto que sus nutrientes están más concentrados. En contraste, los desechos líquidos tienen un valor de mercado más bajo, ya que sus costos de manejo y almacenamiento son altos y su valor nutricional es pobre y poco fiable (Fortis *et al.*, 2009, LPES, 2011).

Al respecto, la mayoría de los establos en la Comarca Lagunera realizan la limpieza de las áreas de alimentación mediante el uso de agua (golpe de agua o “flushing”), lo cual genera un líquido residual compuesto de estiércol líquido más agua; dicho líquido pasa a fosas de almacenamiento y después se mezcla con el agua de riego para finalmente llegar a los suelos agrícolas en la misma unidad de producción (Ochoa *et al.*, 2011). Además, al no existir un control en el manejo del estiércol, se aplica en exceso y sin un tratamiento previo en las parcelas cercanas a los sistemas de ganadería intensiva, ocasionando problemas ambientales, como lo son la contaminación del aire, suelo y agua; además es una fuente de infección para los humanos y animales.

El estiércol de las granjas disemina patógenos en el ambiente por diferentes rutas, mediante la aplicación de estiércol a la tierra, como fertilizante; por las corrientes de agua que lo arrastran durante las tormentas, o mediante el viento; y por derrames de las lagunas o estanques de almacenamiento. Los granjeros producen más desechos de los que pueden aplicar a los campos, y una vez que alcanzan el punto de saturación en el suelo, los desechos fluyen en corrientes, alcanzando los cuerpos de agua, pudiendo conducir un serio daño ambiental y

peligro para la salud humana (Olivas, Salazar, Zúñiga y Trejo, 2009). Estos riesgos se reducen si las tierras se estercolan correctamente, con las tasas de aplicación apropiadas, en el momento oportuno, con la frecuencia estrictamente necesaria y teniendo en cuenta las características espaciales (LPES, 2011).

En esta región, existen cerca de 500,000 cabezas de ganado vacuno, de las cuales la mitad se encuentran en la Laguna de Durango y la otra mitad está en la Laguna de Coahuila (SIAP, 2015), con una producción cerca de 1,200,000 ton de estiércol anualmente (Salazar, Trejo, Vázquez y López, 2007).

Además de la actividad pecuaria, la producción agrícola es una actividad de suma importancia en la región, donde sobresalen cultivos forrajeros para la alimentación del ganado lechero. En las parcelas son sembradas con maíz forrajero, seguido con menor frecuencia por sorgo, alfalfa y avena (Ochoa *et al.*, 2011). Sin embargo, la introducción de fertilizantes minerales inorgánicos ha reducido indirectamente el conocimiento en el manejo del estiércol como una forma de suministro de nutrientes a los cultivos. Por lo que la producción de estiércol es superior a la demanda, dando lugar a excedentes de estiércol (Brandjes, de Wit, van der Meer & Van Keulen, 1996).

La práctica común en la Comarca Lagunera es incorporar dosis de 100 a más de 200 ton.ha⁻¹ de estiércol al suelo y, adicionalmente, aplicar fertilizantes químicos sin criterios técnicos basados en la demanda de N del cultivo y suministro del suelo (Castellanos, Etchevers, Aguilar y Salinas, 1996; Figueroa, Nuñez, Delgado, Cueto y Flores, 2009). Sin embargo, la aplicación excesiva de estiércol como fertilizante puede resultar contraproducente para los cultivos, suelos e incluso la calidad de aguas, tanto superficiales como subterráneas (Ruvalcaba, Flores, Figueroa, Nuñez y Romero, 2012).

Justificación

Aunque el estiércol normalmente se ha considerado como un producto de desecho de la producción ganadera, un nombre más preciso para este material sería un recurso reciclado de la ganadería, ya que el productor tiene una

segunda oportunidad para utilizar los nutrientes que no han sido plenamente utilizados por el animal. La correcta utilización de estiércol como un recurso puede ser muy beneficioso (University of Nebraska–Lincoln, 2009).

La fase de utilización hace referencia al reciclaje de los productos de desecho que son reutilizables o a la reintroducción de productos de desecho no reutilizables en el ambiente. Lo más frecuente es el uso del estiércol como fertilizante de tierras agrícolas. El estiércol también aumenta la materia orgánica del suelo, mejora la estructura, la fertilidad y la estabilidad, reduce la vulnerabilidad a la erosión, mejora la infiltración y la capacidad de retención hídrica (LPES, 2011). Debido a que la mayoría de los abonos orgánicos son voluminosos, heterogéneos, y con un contenido relativamente bajo de materiales fertilizantes, la cantidad de estiércol requerida puede ser de 10 a 100 veces la cantidad de fertilizante inorgánico comercial que necesita el mismo cultivo (NRCS, 1996).

El uso de estiércol como fertilizante es una de las prácticas más antiguas utilizadas en la agricultura por el hombre. Su aplicación al suelo determina un aumento de la fertilidad, como también la mejoría de las propiedades físicas. Si bien el uso del estiércol es indiscutiblemente beneficioso, existen grandes dificultades para predecir su efecto en cada situación debido a la gran variabilidad de materiales que abarca y las diferencias creadas por el manejo previo (Helgason, Larney y Janzen, 2005).

Cuando se usa apropiadamente, el estiércol disminuye la necesidad de fertilizantes minerales. El hecho de que una elevada proporción del nitrógeno contenido en el estiércol esté presente en forma orgánica determina que pase a los cultivos de manera gradual. Además, la materia orgánica del estiércol mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de agua y la capacidad de intercambio de cationes (de Wit, van Keulen, van der Meer y Nell, 1997).

Es necesario señalar que el suelo necesita de un tiempo razonable y condiciones específicas para poder reciclar estos productos y transformarlos en

nutrientes para los cultivos, porque cuando se rompe el equilibrio y la dinámica: aportación-transformación-absorción de nutrientes se generan problemas de contaminación (Ruiz, 1996).

Planteamiento del problema

En donde la producción animal se concentra geográficamente, no hay mucha tierra disponible para la aplicación del estiércol a tasas adecuadas. Mullen y Centner (2004) señalan que el 90% del estiércol no sale de la zona geográfica en la que se produce. Esto puede resultar contraproducente para los cultivos, suelo e incluso, la contaminación los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneas y del aire (Knowlton y Cobb, 2006).

Cuando el propósito principal de la aplicación del estiércol es llevar a cabo una práctica rentable de manejo de los desechos, los agricultores tienden a aplicar el estiércol a tasas que resultan excesivas en intensidad y frecuencia, realizadas a destiempo y excediendo las demandas de los cultivos. Las causas de la aplicación excesiva son los altos costos asociados con el almacenamiento, transporte y manipulación del estiércol que limitan la viabilidad económica de su exportación de zonas excedentarias a zonas deficitarias. El transporte de estiércol sin procesar en largas distancias no es práctico debido al peso, costo y propiedades inestables del producto; y tiene viabilidad económica sólo si se practica a gran escala (FAO, 2006; LPES, 2011; Risse *et al.*, 2001).

Sin embargo, la aplicación continua de estiércol no tratado en un suelo podría dar lugar a una amplia supervivencia de los patógenos y a su crecimiento, lo cual incrementa el riesgo de contaminación en el suelo como diseminación de la contaminación a los lugares circundantes (Hernández-Brenes, 2002).

Debido a las características interdisciplinarias de los problemas ambientales, y el rol que juega la ganadería, el gobierno tiene una obligada injerencia en la toma de decisiones para implementar acciones colectivas (normativas), con la coordinación pública y privada, y la participación social. Así, las políticas adecuadas pueden no sólo mantener las condiciones ambientales, sino

mejorarlas simultáneamente junto al desarrollo económico; por lo que es necesario contemplar dos tipos de políticas (World Bank, 1992): las que construyen relaciones positivas entre desarrollo y ambiente, y las que reducen o eliminan las relaciones negativas en el ambiente.

En este sentido, es necesario investigar sobre los factores que mejoran la comerciabilidad de estiércol. Para lo cual se debe determinar del valor monetario que los productores le otorgan al estiércol; esto requiere del uso de métodos de valoración económicos. Dos temas son de particular interés en el estudio: en primer lugar, las preferencias de los productores de la Comarca Lagunera por el estiércol para usarlo como fertilizante en sus parcelas, y en segundo, la disponibilidad a pagar por los receptores que aceptarán el estiércol, así como su distribución en la población.

Objetivos de investigación

Objetivo general

Estimar la disposición a pagar de los productores de la Comarca Lagunera por el estiércol de acuerdo a sus atributos y revelar información que conduzca a determinar cómo ocurre el manejo y comercialización fuera de los establos.

Objetivos específicos

1. Analizar e interpretar los sistemas de producción agrícola y pecuario, identificando las variables estratégicas o determinantes, y las interacciones más importantes con el fin de generar subgrupos homogéneos sobre las preferencias del estiércol.
2. Determinar la disposición a pagar por el estiércol, su relación con sus atributos, las características socioeconómicas de la población y las actividades en la cadena del estiércol e identificar como se encuentra distribuida en la población.

Hipótesis

La disposición a pagar depende de la proximidad entre las parcelas agrícolas y las explotaciones ganaderas, del conocimiento acerca de las propiedades y

beneficios del estiércol como fertilizante, y de la capacidad económica de los productores.

Fuentes de información y recolección de datos

En la elaboración de esta tesis, se utilizaron diferentes fuentes de información, tanto primarias como secundarias. Las fuentes primarias fueron resultado de trabajo de campo realizado en los años 2014 y 2015. El primer período de trabajo consistió en obtener información relacionada con manejo de la cadena del estiércol. Durante este período, se entrevistó a investigadores expertos en el manejo del estiércol, pertenecientes a los centros de investigación de la región. En otro período de trabajo de campo se realizaron encuestas semiestructuradas dirigidas a productores agrícolas y de los sistemas lecheros intensivos. Además, durante este período, se continuaron las reuniones con los investigadores expertos.

También se obtuvo información de instituciones nacionales (SIAP, SAGARPA), estas bases de datos relacionadas con el sector agropecuario de la Comarca Lagunera sirvieron para tener un referente de la región. Así como varias bibliotecas institucionales, que suministraron literatura teórica y empírica sobre la organización del sector lechero; esta información se encuentra relacionada con el manejo de los residuos ganaderos y su uso en la agricultura. Las instituciones gubernamentales en México también proporcionaron información de referencia a las políticas de regulación ambiental, sobre todo a aquellas enfocadas a las actividades ganaderas.

En resumen, se recogieron datos de tres maneras. Por información directa: encuestas con agricultores y ganaderos, incluyendo informantes clave de centros de investigación. A partir de fuentes secundarias. Y a partir de estadísticas: registros de archivos, bases de datos y estudios nacionales e internacionales.

Contenido de la tesis

La tesis se encuentra estructurada de manera tradicional. En este sentido, se hace una descripción breve del contenido de los capítulos. En el apartado introductorio se plasma un panorama de la problemática ocasionada por el estiércol. Después se presenta el capítulo 1 relacionado con el marco teórico y conceptual; en este se abordan teorías y conceptos económicos relacionados a la valoración ambiental.

En el capítulo 2 se aborda el marco referencial relacionado con la temática del estudio. Dentro de este capítulo se abordan las medidas e instrumentos de protección al ambiente, la política ambiental en México, así como la regulación de las actividades que se relacionan con el manejo del estiércol. Posteriormente se presenta un análisis sistemático sobre los diferentes métodos de valoración ambiental usados en las actividades agrícolas, dentro de ésta revisión se realizó un análisis de diferentes investigaciones, describiendo las ventajas y desventajas de los métodos empleados; además se presentan algunas recomendaciones sobre la aplicación de los métodos de valoración.

El capítulo 3 se encuentra integrado el apartado de materiales y métodos. Dentro de este capítulo se describen el área de estudio donde se llevó a cabo la investigación, así como las fuentes de información utilizadas. Se describen los procesos y tratamientos que se le dieron a los datos para obtener los resultados.

En el capítulo 4, se presentan los resultados y la discusión de los hallazgos encontrados. Como primer punto se presenta un panorama sobre la Comarca Lagunera, respecto a la producción pecuaria y agrícola. Posteriormente se abordan las preferencias de los productores por el estiércol, para lo cual se utilizó la información obtenida de las entrevistas realizadas a actores de los institutos de investigación, así como de las encuestas realizadas a productores de la zona. Se encontró que la aplicación al suelo es el destino final del

estiércol, sin un tratamiento previo, debido a la falta de conocimiento y consciencia para el manejo adecuado.

Dentro de este capítulo, se realizó un análisis de componentes principales, tanto del sistema pecuario como del agrícola. Fue posible identificar tres componentes para los sistemas ganaderos y cinco para los agrícolas, que reflejan una tendencia general sobre los patrones de comportamiento del manejo del estiércol.

Consecutivamente, la aplicación del método de valoración contingente para estimar la disposición a pagar por los atributos del estiércol, y como se encuentra distribuida en los productores de la Comarca Lagunera. Los resultados muestran que la disposición a pagar se ve influenciada de manera positiva por la forma del estiércol, así como la experiencia previa con su uso, y aunque hay una variación enorme, la mayoría de los productores acepta el estiércol.

En el apartado de conclusiones, se integran los principales hallazgos de los resultados. Se presentan de manera general las conclusiones. Acto seguido, se abordan los alcances obtenidos. Finalmente, se encuentran las perspectivas de la investigación, donde se abordan las limitantes y algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

1.1. Economía y economía ambiental

La economía es una disciplina bien desarrollada con un extenso volumen de teoría, con un paradigma que establece la pregunta de cómo funciona la economía mundial, y con un sinnúmero de campos de estudio. Cada uno de estos grandes campos de estudio se encuentran estrechamente relacionados con los principales componentes de la actividad económica y cada uno de ellos tiene una contribución única para el estudio de la economía. Estos campos se dedican al entendimiento y solución de un conjunto específico de problemas que interactúan como un todo dentro del sistema económico (Mendieta, 2000).

A menudo se percibe a la economía y el medio ambiente como dos realidades incompatibles, con lo que el estudio de la economía ambiental parecería tener poco sentido. Sin embargo, la economía y el medio ambiente son elementos mutuamente dependientes. Sin una calidad mínima del entorno no existiría la economía. Las personas y la economía dependen fundamentalmente de los procesos naturales de sostenimiento de la vida que proveen los ecosistemas (Riera, García, Kriström y Brännlund, 2005). Según Kolstand (2011), la economía ambiental estudia los impactos de la economía sobre el medio ambiente, la importancia del medio ambiente para la economía y la manera apropiada de regular la actividad económica con miras a alcanzar un equilibrio entre las metas de conservación ambiental, de crecimiento económico y otras metas sociales, como, por ejemplo, el desarrollo económico y la equidad intergeneracional. La primera gran contribución de la economía ambiental tuvo que ver con el establecimiento de la teoría de valoración de bienes no mercadeables.

La economía ambiental incluye problemas relacionados con los excesivos niveles de contaminación producidos por los mercados y la protección insuficiente de los recursos naturales y ambientales, dadas las fallas de mercado. La economía de recursos naturales, por otro lado, tiene que ver con la producción y uso de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables (Mendieta, 2000).

Existe otra disciplina que ha experimentado un notable crecimiento, la ecología económica. Esta es definida como el campo de estudio que trata de dirigir las relaciones entre los sistemas ecológicos y los sistemas económicos desde un punto de vista amplio (Costanza, 1991). Su énfasis radica en el mantenimiento en buen estado a largo plazo de los ecosistemas, suponiendo, además, que las personas hacen parte de éstos.

1.2. Interrelaciones entre la economía y el medio ambiente

Para Mendieta (2000) existen dos usos fundamentales de la economía. Uno que trata de explicar lo que vemos o lo que está pasando en la economía y otro que trata de explicar cómo deberíamos querer que la economía asigne y distribuya los bienes y servicios. La economía positiva ayuda a entender cómo funciona la economía, específicamente relacionada con el funcionamiento de los mercados y las instituciones. Mientras que la economía normativa, intenta usar herramientas económicas para diseñar políticas para intervenir los mercados cuando sea necesario. Lo fundamental para la economía ambiental es la existencia de las fallas de mercado, y la única forma de corregir estas fallas es que el gobierno intervenga el mercado a través de alguna política.

1.3. Consideraciones sobre los sistemas naturales

La presentación de las diferentes relaciones existentes entre la economía y el medio ambiente se expresa en la Figura 1. La economía está compuesta por dos sectores: producción y consumo; entre los cuales se presentan intercambios de bienes, servicios y factores de producción de diferentes maneras.

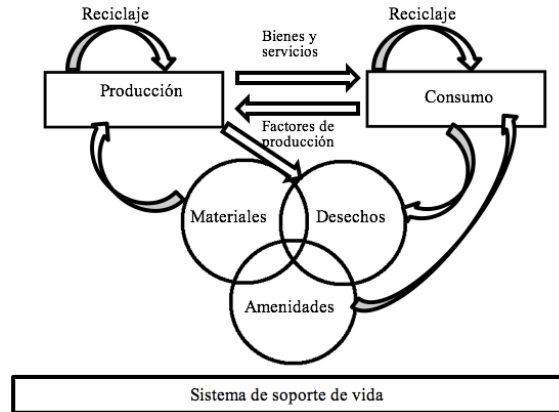


Figura 1. Interacciones entre economía y medio ambiente, adaptado de (Hanley, Shogren y White, 1997).

El ambiente cumple con cuatro funciones que son valoradas positivamente por la sociedad; estas son: provisión de insumos para la producción, donde se incluyen todos los procesos productivos; receptor de residuos y desechos, como resultado de las actividades productivas y consuntivas de la sociedad; bienes naturales, que incluye paisajes, parques, recursos naturales, entre otros; y sostener toda clase de vida, como un sistema integrador (Pearce, 1976).

Sin embargo, el hecho de que exista un valor no necesariamente significa que exista un precio. Existen tres razones por las que un bien no puede poseer un precio o cuando menos no uno adecuado. La primera, lo que caracteriza el funcionamiento del sistema de mercado no es la competencia perfecta, sino un amplio abanico de formas de competencia imperfecta, tanto en los mercados de bienes y servicios como en los factores de producción. En segundo lugar, por la incompletitud de muchos mercados, los problemas de falta de información, no hay un costo directo de producción, entre otros. Por último, porque existe todo un conjunto de bienes que carece así mismo de precio, por carecer de un mercado en donde intercambiarse; éste es el caso de los bienes públicos, bienes comunes y las externalidades (Azqueta, 1994).

Bontems y Rotillon (1998) mencionan que estos problemas se relacionan con el concepto de costo de transacción, que traduce la existencia de costos

específicos debido a intentos de coordinación de los agentes; es decir las externalidades existen porque es más costoso hacerlas desaparecer que tolerarlas. Otra causa de la persistencia de deterioro es lo que los economistas llaman la estrategia del *free-rider*, donde cada usuario individual de los bienes ambientales está interesado en subestimar su disposición marginal de pago. Una tercera causa de disfunción se debe a la imposibilidad de que exista un mercado, donde no puede haber negociaciones simplemente porque falta una de las partes.

Indiscutiblemente el carácter holístico e interconectado de los sistemas naturales requiere conocer con profundidad las diversas interrelaciones, así como establecer unos límites al análisis que permitan centrar la atención en un determinado ámbito. Por lo que para la definición del alcance del estudio existen diversos criterios; aquí se presentan los sugeridos por la International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN, 1980):

Horizonte temporal y espacial: Se define el ámbito geográfico y temporal en el que se van a medir los efectos medioambientales.

Criterio de urgencia: Se recoge la sensibilidad de los sistemas naturales a la acción considerada y el tiempo que habría para el desarrollo de medidas correctoras o rehabilitadoras.

Grado de daño irreversible: Se determinaría en la medida de lo posible el nivel de irreversibilidad de los efectos originados.

Una vez que han sido identificados los efectos, el siguiente paso es cuantificarlos en la medida de lo posible. Esta fase no consiste en cuantificarlos monetariamente, lo cual será realizado posteriormente en la valoración económica, sino en expresar esos efectos en unidades físicas. Obviamente, no será posible habitualmente cuantificar la totalidad de los efectos. En tales casos, esos efectos no cuantificables se deberán expresar cualitativamente.

Riera (1994) menciona que, en primer lugar, debe estar claro en la mente del investigador qué es exactamente lo que quiere medir en unidades monetarias. En segundo lugar, debe definirse con claridad la población relevante, lo cual está estrechamente ligado a la definición del bien. En tercer lugar, el investigador debe asegurarse de qué método de valoración es mejor utilizar. En cuarto lugar, tiene que decidirse la modalidad de entrevista, de ello va a depender la muestra que se escoja y el contenido de la encuesta.

Continuando con el proceso de cuantificación, el quinto paso que hay que dar consiste en la definición de la muestra. En sexto lugar, la redacción del cuestionario: una de las fases que precisa mayor tiempo y atención. El séptimo paso consiste ya en la realización de las entrevistas. En octavo lugar, las encuestas individuales se vuelcan en códigos que el investigador pueda utilizar con el programa estadístico que haya elegido. Finalmente, en noveno y último lugar, los resultados obtenidos deben interpretarse de acuerdo con el contexto de la investigación.

1.4. Valoración económica

El concepto económico de valor es un concepto antropocéntrico, se basa en el hombre y gira en torno a él. Lo que se valora son las preferencias de la sociedad por los impactos ocasionados por un bien, servicio o estado del entorno. Esta concepción del valor conlleva implicaciones importantes, los bienes o servicios solamente tendrán valor económico en el caso de que los individuos los valoren, directa o indirectamente (Brey, 2009). Por lo que el análisis económico debería incluir el valor económico de todos los efectos, incluyendo los efectos sobre el ambiente, estén o no estos reflejados en el mercado.

Freeman (2003), puntualiza que el valor económico de un sistema de recursos naturales y ambientales considerado como un activo equivale a la sumatoria del valor presente descontado de todos los bienes y servicios que provee.

El valor económico es una de las muchas maneras posibles de definir y medir el valor. La teoría de la valoración económica se basa en las preferencias y decisiones individuales. Los métodos de valoración parten de dos hipótesis centrales de la teoría del bienestar: las preferencias individuales son el fundamento de la evaluación de los beneficios ambientales, y los individuos son el mejor juez de sus preferencias (Desaigues y Point, 1993).

El objetivo de la valoración económica es atribuir un valor de mercado a los servicios y *commodities* relacionados con el medio ambiente. Por lo tanto, el valor económico es medido por lo que alguien está dispuesto a renunciar de otros bienes y servicios con el fin de obtener un bien o servicio. Los economistas miden el valor de los servicios ambientales mediante la estimación de la cantidad de personas que están dispuestas a pagar para conservar o mejorar los servicios (Ecosystem Valuation, 2006).

Los economistas han descompuesto el valor económico total otorgado por los recursos en tres componentes principales: el valor de uso, refleja el uso directo de los recursos del medio ambiente; el valor de opción, refleja el valor que la gente le da a una futura posibilidad de utilizar el medio ambiente; y el valor de no uso, refleja la observación común de que las personas están más que dispuestos a pagar por la mejora o conservación de los recursos que nunca van a utilizar (Tietenberg y Lewis, 2012).

Ahora bien, la importancia de valorar la contaminación desde el punto de vista económico, conceptualizada como una externalidad negativa generada por determinados procesos, constituye la pieza clave para una estrategia eficiente en materia de protección ambiental. La mayoría de las políticas públicas ambientales incluyen instrumentos económicos (fiscales, financieros o de mercado) y regulaciones que limiten las emisiones a un nivel determinado, los cuales conviven a su vez con ayudas públicas para determinadas actividades o sectores (García, 2011).

1.5. Teoría de las preferencias

Tudela (2010) menciona que el concepto de preferencia requiere que el individuo pueda ordenar el conjunto de alternativas disponibles desde la de mayor a la de menor satisfacción, incluyendo los conjuntos de bienes para los cuales el nivel de satisfacción es el mismo. Lo cual permite valorar económicamente bienes ambientales, ya que el valor económico de los mismos se expresa en términos de la disposición a renunciar a un bien con miras a obtener más de otro. Para analizar la teoría básica de medición de cambios en el bienestar de los individuos a partir de cambios en precios se parte del supuesto básico del comportamiento del consumidor, que es la maximización de la utilidad, la misma que está sujeta a la restricción de ingreso del individuo.

1.6. Disposición a pagar y compensación exigida

La teoría económica de las preferencias del consumidor es el punto de partida para examinar el valor económico los servicios ambientales. En esta teoría, la disposición a pagar (DAP) y la compensación exigida son manifestaciones del valor económico basadas en la expresión de preferencias que parten de diferentes puntos de referencia para medir los cambios en la calidad de vida. La DAP se define como la cantidad máxima de poder de compra que una persona (o agente económico) está dispuesta a sacrificar para tener acceso a una unidad adicional de un bien o servicio determinado. Por su parte, la compensación exigida es la mínima suma de dinero que el individuo requeriría para estar dispuesto a ceder una unidad adicional de un bien o servicio (Enríquez, 2005).

El proceso de valorar económicamente el ambiente se da a través de la medición y cuantificación de la calidad ambiental. Los cambios que se presentan en los niveles de la calidad del ambiente o de los recursos naturales generan cambios en el bienestar de los consumidores. Sin embargo, el consumidor desconoce el valor de su utilidad. Lo único que puede hacer es identificar si se siente mejor o peor después del cambio ocurrido en el ambiente.

Hoehn y Randall, (1989) mencionan que en el caso de que las personas encuestadas no cuenten con experiencia previa en la valoración de bienes en general, es frecuente que se observe en una primera instancia una sobreestimación de la disposición a aceptar y una subestimación de la disposición a pagar. Al contrario, estudios que han realizado pruebas sucesivas del método de valoración contingente (Coursey, Hovis y Schulze, 1987; Singh, 1991) muestran que la disposición a aceptar tiende a disminuir en la medida en que los encuestados se sienten más familiarizados con el método. Asimismo, en el caso de la disposición a pagar no se observan alteraciones importantes en las sucesivas iteraciones del proceso, lo cual indica que la disposición a pagar constituiría un estimador inicial bastante preciso del valor del bien o servicio en cuestión (O'Doherty, 1993).

1.7. Medidas monetarias de bienestar

1.7.1. Excedente del consumidor

En el campo de la economía aplicada, el uso del concepto de excedente del consumidor ha ido dirigido fundamentalmente a la evaluación de políticas económicas por medio de la comparación de la ganancia de bienestar, medida por el excedente económico, con la pérdida de bienestar, medida por el costo fiscal generado por la correspondiente política.

El excedente del consumidor es el área que queda entre la curva de la demanda de una persona por un bien cualquiera (su disposición a pagar por él), y la línea del precio del mismo. La razón está en que la curva de demanda puede ser interpretada como el precio máximo que el consumidor estaría dispuesto a pagar por unidades sucesivas de un bien de mercado (Tudela, 2010).

Dicho de otro modo, es la diferencia entre lo que la persona estaría dispuesta a pagar por cada cantidad consumida del bien, y lo que realmente paga. Podría entonces utilizarse el excedente neto del consumidor para medir el cambio producido. Sin embargo, el problema de utilizar las variaciones en el excedente

del consumidor, como medida de cambios en el bienestar, estriba en que, al haberse neutralizado el efecto ingreso que también produce la caída del precio del bien, la utilidad marginal del ingreso cambia al variar ésta y se modifican las utilidades marginales de todos los bienes consumidos (Enríquez, 2008).

1.7.2. Variación equivalente y variación compensatoria

Desaigues y Point (1993) mencionan que las curvas de demanda compensadas se utilizan para mantener el bienestar constante, ya sea en el nivel inicial o en el nivel final. Esta situación conduce a la definición de dos mediciones de la variación del excedente: el superávit de compensación, que aprecia el cambio desde el estado inicial; y el superávit equivalente, que aprecia el cambio desde el estado final.

En otras palabras, la variación compensatoria (VC) es la máxima cantidad de dinero que un consumidor está dispuesto a pagar para acceder a un bien por la disminución del precio, o bien la mínima cantidad de dinero que un consumidor estaría dispuesto a aceptar en compensación por dejar de consumir un bien por el aumento del precio; esta variación corresponde a cambios que se realizan, es decir, se cambia de cantidad de bien, pero no de nivel de utilidad (Riera, 1994, Desaigues y Point, 1993).

Freeman (2003) muestra la medida de la variación compensatoria del cambio en el bienestar asociado a la disminución de los precios, es decir, la reducción de los ingresos necesarios para mantener a la persona en la curva de indiferencia inicial. La VC también se puede definir en términos de la función de gasto. Es la diferencia entre los gastos necesarios para mantener nivel de utilidad u^0 , en los dos conjuntos de precios:

$$\begin{aligned} VC &= e(p'_1, p_2, u^0) - e(p''_1, p_2, u^0) > 0 \\ &= M - e(p''_1, p_2, u^0) \end{aligned}$$

Debido a que la VC se define como la diferencia entre dos niveles de gasto, también se puede escribir como la integral de la medida de bienestar marginal. La VC puede escribirse de manera explícita de la siguiente manera¹:

$$VC = -\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} \bar{q}_1(p_1, p_2, u^0) dp_1$$

Donde la función $\bar{q}_1 = \bar{q}_1(p_1, p_2, u^0)$ representa la función de demanda, por se puede obtener la VC como una medida que sirva para estimar el impacto en el bienestar del consumidor dado un cambio en el precio.

La variación equivalente (VE) mide la cantidad máxima de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para consumir una determinada cantidad de un bien en un aumento de los precios para mantener su bienestar, esto incluye cambios potenciales de la situación actual a una nueva, es decir se cambia de nivel de utilidad pero no de cantidad de bien (Riera 1994, Desaiques y Point 1993).

La VE también se puede derivar a través de la función de gasto. Con un descenso de los precios, la VE se define como el gasto adicional necesario para alcanzar nivel de utilidad u^1 , dado un conjunto inicial de precios (Freeman, 2003).

$$\begin{aligned} VE &= e(p'_1, p_2, u^1) - e(p'_1, p_2, u^0) > 0 \\ &= e(p'_1, p_2, u^1) - M \end{aligned}$$

Aunque la VE se define en términos del equivalente monetario del cambio de u^0 a u^1 , también se puede medir por el cambio en el gasto asociado a los cambios de precios dado un nivel de utilidad u^1 . Matemáticamente la VE puede escribirse de manera explícita utilizando la siguiente expresión, donde la

¹ Para un entendimiento de la derivación de esta fórmula se sugiere revisar a Tudela (2010).

medida sería el cambio en el gasto necesario para estar en el nivel de utilidad final con los precios originales²:

$$VE = -\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} \bar{q}_1(p_1, p_2, u^1) dp_1$$

Para entender la diferencia entre ambas variaciones basta preguntarse si el cambio en la provisión del bien implica un cambio en el nivel de bienestar por la provisión del bien, o si este es un cambio potencial. Estas medidas de bienestar se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Matriz de la relación entre el tipo de cambio, disposición a pagar (DAP) o a ser compensado (DAC) y medida de bienestar (Bateman y Turner, 1993).

Cambio en la provisión del bien	Signo del cambio propuesto	DAP o DAC	Medida de bienestar
Que acontezca	Mejora en bienestar	DAP por la mejora	VC
Que acontezca	Pérdida de bienestar	DAC por el empeoramiento	VC
Que no acontezca	Mejora en bienestar	DAC por renunciar a la mejora	VE
Que no acontezca	Pérdida de bienestar	DAP para evitar el empeoramiento	VE

Hanemann (1991) y Pearce y Markandya (1989), señalan que la DAP por alguna mejora, está limitada por el ingreso, mientras que DAC no lo está. Normalmente la pregunta sobre la DAP o DAC se plantea cambios discretos importantes y de una vez; sin embargo, el individuo generalmente es renuente al riesgo. Mencionan que puede existir un sesgo estratégico en la respuesta sobre la valoración. El individuo tiende a dudar sobre recibir un pago, afectando la correcta instrumentación de las medidas de la DAC. Los llamados derechos de propiedad son relevantes en este caso. Si se disfruta de un bien y el escenario de valoración plantea la pérdida de este derecho a disfrutarlo, la medida aconsejable es la de disponibilidad a la compensación. En cambio, si todavía no se tiene acceso al bien, la medida debería expresarse en términos de disponibilidad al pago.

²Ver Tudela (2010).

1.8. Técnicas de valoración de los impactos ambientales

Los impactos en la calidad ambiental o en la sostenibilidad de los recursos naturales con frecuencia se reflejan en cambios en la productividad del sistema involucrado, los cuales son utilizados para asignar valor. Cuando se trata de bienes y servicios que se encuentran en el mercado, la aplicación de las técnicas es sencilla y con poco margen de controversia en cuanto a aceptación; sin embargo, muchos de éstos, especialmente los servicios, no son intercambiados en el mercado y ello complica la utilización de la mayoría de los métodos.

La economía ambiental proporciona un abanico de técnicas de valoración que permiten capturar el valor monetario de bienes y servicios ambientales que carecen de mercado. Existe una importante dependencia entre las formas de valoración económica con indicadores físicos y biológicos relativos a los recursos, que condicionan las correspondientes modelaciones para derivar los valores asociados. Las técnicas de valoración se pueden considerar que, en general, tienen dos enfoques (Dixon, Scura, Carpenter y Sherman, 2013):

Los enfoques de valoración objetiva, proveen medidas de los beneficios en el sentido de pérdidas evitadas, mediante acciones preventivas; es decir se reconoce, de modo implícito, que el valor neto de evitar el daño es al menos, igual al costo en que se incurriría si el daño realmente ocurriera. Estos enfoques suponen que los individuos son racionales, y con el propósito de prevenir algún daño o impedir que ocurra, podrían estar dispuestos a pagar una cantidad menor o igual que los costos provenientes de los efectos ambientales.

Los enfoques de valoración subjetiva, se basan en evaluaciones subjetivas de posibles daños expresados en una conducta de mercado real o hipotética y están directamente referidas a las funciones individuales de utilidad. Estas técnicas dependen fuertemente del conocimiento o la cantidad de información que las personas tienen con respecto a los daños impuestos por diversas actividades.

Otra forma típica de clasificar los métodos de valoración es en función de dos aspectos: si la valoración procede de un comportamiento observado en el mercado, o de un comportamiento hipotético; es decir, si el consumidor revela sus decisiones o bien si se expresa directamente por ellas. Debido a esta situación han surgido diversas metodologías que buscan obtener el valor económico que los individuos asignan a un bien, con el fin de solucionar la falta de un mercado formal para estos bienes ambientales (Haab y McConnell, 2003). Estos métodos pueden agruparse en indirectos y directos. Esta clasificación se expone en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de los métodos de valoración, Tietenberg y Lewis (2012).

Métodos	Preferencias reveladas (Comportamiento observado)	Preferencias declaradas (Comportamiento hipotético)
Directos (preferencias expresadas)	Precios de mercado Mercados simulados (experimentales)	Valoración contingente
Indirectos (preferencias reveladas)	Método del costo de viaje Precios hedónicos Costos evitados	Métodos basados en atributos
Basados en función de oferta	Función de producción Precios sombra	

Los *métodos directos* intentan reflejar explícitamente las preferencias del consumidor ante posibles cambios en el activo ambiental considerado. Generalmente, se intenta, a través de encuestas o entrevistas el establecimiento de un mercado artificial que, partiendo de la base que los consumidores consultados presentan un conocimiento sobre el bien en cuestión, permita obtener valoraciones individuales sobre los bienes y servicios objetos de dicha encuesta. En contraposición, los *métodos indirectos* intentan obtener esa misma información a través del uso de cierta información existente en los mercados reales; estos métodos asumen una cierta complementariedad entre los bienes y servicios ambientales y ciertos bienes que disponen de un valor de mercado.

Según Desaiques y Point (1993), en teoría estos métodos de valoración buscan modificar el bienestar de los individuos, productores o consumidores, asociado

a un mejoramiento o empeoramiento de la calidad de los servicios producidos por el ambiente y otorgarle un valor monetario a dicha modificación. Recomiendan hacer uso de valoraciones que utilicen la confrontación de oferta y demanda para conseguir precios y cantidades de equilibrio resultantes de la maximización del beneficio social.

1.8.1. Métodos de preferencias reveladas

Este grupo obtiene las preferencias de los individuos por bienes y servicios de no mercado a partir de las decisiones que estos toman en el mercado sobre otros bienes y servicios que guardan algún tipo de relación (de sustituibilidad o complementariedad) con los de no mercado (Brey, 2009).

Método del comportamiento desviatorio

Este método se basa en la idea de que los individuos pueden compensar cambios en la cantidad o calidad de un bien o servicio de no mercado mediante cambios en la cantidad o calidad de bienes y servicios de mercado, manteniendo de esta forma su nivel de bienestar o utilidad inalterado (Brey, 2009).

Método del costo del viaje

Este método se basa en analizar la relación de complementariedad que existe entre un bien o servicio de no mercado (en este caso bienes recreativos, culturales, históricos o escénicos que requieren de un desplazamiento del individuo para su disfrute) y un bien privado (el viaje) (Brey, 2009).

Método de los precios hedónicos

En la teoría de los precios hedónicos una clase de productos diferenciados puede ser completamente descrita en base a una serie de características objetivamente medibles. De este modo, los bienes y servicios están compuestos por una serie de atributos y características, de forma que sus precios reflejan esas diferencias (Rosen, 1974).

1.8.2. Métodos de preferencias declaradas

Se agrupan aquí todos aquellos métodos que para expresar las preferencias del consumidor, y así su disposición a pagar (DAP) o disposición a ser compensado (DAC), se basan en mercados ficticios diseñados mediante encuestas; por lo tanto, las estimaciones no se derivan del comportamiento observado de un individuo, sino que se infiere cuál sería su comportamiento de las respuestas que proporciona en una encuesta (Brey, 2009).

Cabe mencionar que los métodos de preferencias reveladas son menos flexibles que los métodos de preferencias declaradas, tanto en términos del contexto de políticas a los que se pueden aplicar como en términos de los tipos de valores que son capaces de estimar (Haab y McConnell 2003).

Método de valoración contingente

El método consiste en averiguar los cambios en el bienestar de las personas ante cambios hipotéticos (contingentes) de un bien o servicio ambiental. El objetivo de este método es encontrar la valoración económica de aquellos bienes y servicios que carecen de un mercado a través de la creación de un mercado hipotético (Ecosystem Valuation, 2006).

Es una técnica de medición basada en encuestas, que consiste en preguntar a una muestra representativa de la población acerca de su disposición a pagar o a aceptar por los bienes ambientales (Perman, Ma, McGilvray y Common, 2011). Simplemente se les pregunta a los individuos por la máxima cantidad de dinero que pagarían por un bien o servicio ambiental si tuvieran que comprarlo, es decir, que la persona entrevistada se encuentra en un escenario parecido al que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado, como lo hacen con los demás bienes, con la diferencia fundamental de que en esta ocasión el mercado es hipotético y, por lo general no tiene que pagar la cantidad revelada.

Existe la controversia entre planteamientos en términos de la disposición a pagar o de disposición a ser compensado. Es decir, la diferencia entre medir la cantidad máxima de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para consumir una determinada cantidad de un bien y la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesta a aceptar en compensación por dejar de consumir tal bien. La disposición a pagar se ve restringida por el ingreso de las personas mientras que la compensación exigida no está asociada con ninguna restricción que involucre a la persona encuestada (Leal, 2005).

La valoración contingente proporciona un medio para derivar valores que no se pueden obtener de formas más tradicionales. La versión más simple de este método se limita a preguntar a los encuestados cuál es el valor que le dan a un cambio ambiental o a la conservación del recurso en su estado actual. El tipo de encuesta crea un mercado hipotético y pide a los encuestados que consideren una pregunta contingente de la disposición a pagar para la existencia de este mercado (Tietenberg y Lewis, 2012).

Dentro del enfoque de preferencias declaradas, que se basa en gran medida en los datos primarios recogidos en las encuestas, tiene como su forma más comúnmente utilizada al método de valoración contingente para medir el valor de los bienes que carecen de mercado. Por lo que la valoración contingente puede ser usada para construir los valores económicos para una amplia gama de objetos tangibles e intangibles (Boyle, 2003).

El investigador trata de identificar lo que genera cambios en la demanda del bien y lo que influye en el movimiento del precio del producto. La determinación de la demanda de un bien es una tarea compleja que requiere la consideración de una serie de factores. Cuando un producto, tal como el estiércol, no es ampliamente utilizado, muchos factores, además de los desplazadores de la demanda teórica deben ser considerados (Lee, 2005). Se considera que las preguntas representan el mercado hipotético, donde la oferta se encuentra representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada.

De acuerdo con Azqueta (1994), un formato general de las encuestas debería poseer una estructura como la siguiente:

En la primera parte, se debe exponer la información acerca del bien o servicio en cuestión, a manera de asegurarse que el encuestado conozca los beneficios que éste le genera.

En el segundo bloque, se debe incluir información respecto a las modificaciones, ya sea de calidad o cantidad, que se llevaran a cabo en el bien o servicio ambiental. Una vez descrito el escenario se pregunta al encuestado cuánto está dispuesto a pagar por el cambio propuesto. Es importante resaltar que el encuestado debe responder sobre cómo repercute ese cambio en su bienestar, y no lo que piensa que la sociedad debería hacer.

Por último, en el tercer bloque de información, se deben incluir todos aquellos datos socioeconómicos del encuestado que son relevantes en la toma de decisiones de valoración y que también son imprescindibles en el correcto manejo del método como: ingreso, edad, estado civil, nivel de estudios, entre otros.

Modelos basados en atributos

En este grupo de técnicas, los individuos tienen que expresar sus preferencias sobre conjuntos de alternativas definidas por atributos que varían en diferentes niveles. El investigador ha de incluir como atributos los elementos más relevantes que pueden ser considerados por los individuos al tomar sus decisiones en el ámbito estudiado (Alpert, 1971).

1.9. Tipos de encuestas

Para Cristeche y Penna (2008), las encuestas pueden hacerse personalmente, telefónicamente o por correo. Los encuentros personales constituyen la forma más común de encuesta, presentando la ventaja de ser innegables. Además, permiten al encuestador ofrecer información detallada ayudándose con material visual como gráficos, fotografías, esquemas, etc.; responder a las dudas que se

manifiesten a lo largo de la encuesta y manejar el ritmo de la misma. No obstante, una de sus principales desventajas, más allá del posible sesgo del encuestador, es el elevado costo de la misma.

Otra alternativa son las encuestas telefónicas, las cuales contienen algunas limitaciones. En primer lugar, su realización impide presentar información detallada del problema a atender sin poder contar con material impreso que facilite la comprensión por parte del encuestado de la problemática ambiental estudiada. Este hecho circunscribe la realización de este tipo de encuestas a situaciones en las que se presenta un problema simple, de fácil comprensión y del que abunda información entre la población estudiada y, por ende, la respuesta no precisa de una profunda elaboración. Consecuentemente, la duración de las mismas es notablemente inferior a la de las encuestas personales.

Las encuestas enviadas por correo a una muestra representativa de la población bajo estudio, presentan las virtudes de que permiten la utilización de material visual para la mejor comunicación y comprensión del problema. Sin embargo, presenta ciertos inconvenientes; principalmente, esta tipología de encuesta impide que el encuestador posea control sobre el orden en el que son respondidas las preguntas y el tiempo que se toma el encuestado para responder cada una de ellas. Este punto constituye una desventaja significativa dado que el no respetar el ordenamiento previsto en el formulario dificulta el encadenamiento de las preguntas y puede llegar a fomentar un eventual sesgo estratégico por parte de la persona que responde (Cristeche y Penna, 2008).

La elección entre las distintas tipologías de encuesta descansa principalmente en la restricción presupuestaria de entrevistador. No obstante, es importante resaltar que es altamente recomendable la realización de ensayos previos a la realización de la encuesta entre pequeños grupos de control para poder detectar y corregir a tiempo las posibles deficiencias en el diseño de la misma. Ésta es considerada la parte más importante y la que plantea un mayor grado de dificultad en todo el proceso de valoración (Ecosystem Valuation, 2006).

1.10. Formato de preguntas

Una vez definido el tipo de encuesta a llevarse a cabo, es importante encontrar la manera mas clara en que las preguntas puedan ser formuladas, de tal manera que el entrevistado responda de la manera más sincera posible y el encuestador obtenga los resultados que esta buscando. El método de valoración contingente admite diferentes variantes de encuesta: el formato de pregunta abierta, el formato de pregunta cerrada, el formato de subasta o referéndum y el formato múltiple o de tarjeta de pago (Cristeche y Penna, 2008).

1.11. Sesgos inherentes al método de valoración contingente

El considerable número de sesgos que normalmente conlleva la simulación de mercados hipotéticos, es quizás, la principal dificultad que se puede presentar al aplicar el método de valoración contingente (Whitehead, 1990).

En primer lugar para Whitehead (1990), se encuentra el sesgo producido por el punto de partida, el cual aparece cuando en la pregunta de la disposición a pagar o ser compensado se le asocia con una cantidad sugerida. Las respuestas tenderán a acercarse a esta cantidad, pues se cree que si la sugieren es porque los entrevistadores conocen más sobre el tema. Otro sesgo es el conocido con el nombre de sesgo de vehículo, en el cual la manera de pagar tiende a influir en las respuestas del entrevistado. Un sesgo que comúnmente aparece en las encuestas personales es precisamente el sesgo del entrevistador, que se da cuando el encuestado por temor a parecer poco solidario da una respuesta más elevada a la que originalmente hubiera dado.

Por su parte, el sesgo de la información aparece cuando el individuo cambia su disposición a pagar o ser compensado, una vez que ha conocido si independientemente de su respuesta y la de los demás la modificación se llevara a cabo o no. Finalmente, aparece el sesgo de orden cuando se valoran al mismo tiempo varios bienes, y la valoración de uno de ellos es determinada en función del puesto que ocupa en la secuencia de presentación. Kahneman y

Knetsch (1992) sugieren que la disponibilidad a pagar es mayor cuando el bien se encuentra en los primeros lugares.

El carácter hipotético del método no promueve una reflexión profunda acerca de la problemática ni tampoco la buena voluntad para contestar correctamente por parte del encuestado. Consecuentemente, es posible que el encuestado responda el primer monto que se le ocurra o que acepte sin meditar hondamente lo que le plantea el encuestador. El hecho de manejarse constantemente en el terreno de la hipótesis implica que el cometer un error no trae grandes perjuicios. Esta cuestión ha sido mencionada ampliamente en la literatura y como respuesta se ha propuesto realizar preguntas lo suficientemente creíbles, para que el encuestado piense que de decidirse llevar a cabo el proyecto en cuestión, se verá obligado a pagar el monto que se le pregunta en la encuesta (Cristeche y Penna, 2008).

El sesgo por el que el método de valoración contingente ha sufrido más rechazo en el ámbito académico es el sesgo estratégico. Puede presentarse el caso en que el encuestado posea un interés especial vinculado a la problemática objeto de la encuesta y que, por consiguiente, sea muy cauteloso en las respuestas que brinda en pos de la consecución de su cometido. De esta manera, su contestación no es honesta sino estratégica, la persona considera que la respuesta que aporte tendrá incidencia en el resultado final y que, en consecuencia, se verá favorecida. Admitiendo esta posibilidad desde un comienzo, es de esperarse que la existencia de un sesgo estratégico constituya un obstáculo importante para la aplicación del método de valoración contingente (Cristeche y Penna, 2008).

1.12. ¿Por qué usar el método de valoración contingente?

Con el método de valoración contingente es posible estimar todos los valores y beneficios proporcionados por un activo o ecosistema que con otros métodos no es posible obtener. Este método ha mostrado ser una herramienta útil para indagar sobre las preferencias de los individuos por bienes públicos,

convirtiéndolo en un método con alta aceptación para el análisis de la política pública, especialmente en el contexto de decisiones públicas sobre conservación y uso sostenible de recursos naturales (Sepúlveda, 2008).

La valoración contingente se considera una forma de estimación directa, ya que se pregunta directamente a una muestra de la población, consumidores actuales o potenciales, en cuánto valora un determinado bien, para determinar su disposición a pagar (preferencias) por obtenerlo o mantenerlo, o para determinar su disposición a aceptar la pérdida de dicho bien. Éste método incorpora la provisión al entrevistado de una detallada descripción del bien involucrado, y el requerimiento posterior de ofrecer un valor, que puede elegirlo de un número de opciones, o preguntándole si está dispuesto a pagar un monto específico.

Con preguntas apropiadas, el método constituye un caso particular dentro de los procedimientos de construcción de mercados, la cual puede ser real o hipotética. Puede proveer un estimado muy ajustado de los costos y beneficios percibidos por la sociedad acerca de los cambios en el nivel de bienestar de las personas debido a un incremento o disminución de la cantidad o calidad de un bien, siendo el único método que permite medir los valores de opción y existencia, y aportar una medida verdadera de valor económico total. La razón principal reside en el hecho de que además de los valores que el usuario percibe al consumir el bien, la persona puede obtener bienestar o satisfacción aun no siendo usuaria o consumidora directa del bien.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Medidas e instrumentos de protección al ambiente

Gerber *et al.*, (2013) mencionan que los mecanismos normativos son los mismos que se utilizan para la mayoría de las cuestiones relacionadas con la gestión ambiental. Dentro de estos se encuentran: los servicios de extensión y apoyo a la agricultura, la investigación y desarrollo, los incentivos financieros (subvenciones para la reducción de impuestos a las emisiones y permisos negociables), las reglamentaciones, los instrumentos basados en la fricción del mercado, así como la formulación y promoción de políticas de mitigación para el sector. Estas políticas pueden tener mayores repercusiones si se orientan a sectores y regiones en los que las emisiones son más altas. Además, tienen que desempeñar la creación y mejora de las condiciones propicias para la transferencia de tecnologías.

Pinos-Rodríguez *et al.* (2012) mencionan que una alternativa viable para disminuir el impacto ambiental negativo de las excretas ganaderas es generar biogás, pero los costos de los equipos que capturan el gas para generar electricidad son altos todavía. También refieren que México aún carece de estímulos por las buenas prácticas en el manejo de excretas ganaderas; por lo tanto, los gobiernos deben responsabilizarse de la monitorización periódica en los sistemas ganaderos para controlar las descargas excedentes de contaminantes al medio ambiente, además deben promover las compensaciones por bonos de carbono.

Campbell, Hodgson y Gill (1999) mencionan que las medidas más comunes para proteger al medio ambiente son los controles sobre los materiales, aguas y contaminación del aire con el fin de reducir las emisiones y efluentes a niveles

aceptables. Esas medidas pueden tomar una variedad de formas incluyendo estándares mínimos de seguridad, así como instalaciones para recuperar, recircular o dispersar materiales contaminantes y aguas servidas. Éstos estándares son impuestos, y pueden uniformizarse a una región o país completo, o alternativamente, pueden aplicarse a empresas o sectores específicos.

Por su parte Innes (2000) propone regulaciones sobre arreglos espaciales y sobre las prácticas de manejo inadecuadas en la ganadería. Las medidas de política que examina son: un impuesto directo sobre operaciones ganaderas, una regulación de escala que limita el número de animales por hectárea, un impuesto a los fertilizantes, así como regulaciones en el manejo y almacenamiento de residuos y para el transporte de estiércol. Refiere que cuando no se regula en forma directa la aplicación de estiércoles, los agricultores aplicarán más fertilizantes porque no sólo sustituirán el fertilizante inorgánico por el orgánico, sino que aplicarán la misma cantidad de inorgánico más el fertilizante orgánico, provocando un incremento en la escorrentía. La aplicación excesiva de estiércoles y la escorrentía aumentan con el tamaño de la instalación y con la proximidad a otra granja. Un incremento en el precio de un fertilizante inorgánico debido a un impuesto, incentivará a transportar el estiércol a mayor distancia, reduciendo su aplicación en tierras cercanas a la granja y con ello la escorrentía.

Por otro lado, Pacheco, Pavón y Mejía (2002) mencionan que los instrumentos económicos de mayor alcance son los impuestos correctivos que tienen un fuerte significado tanto fiscal como ecológico. Se trata de un género de impuestos a la producción, donde subyace la idea pigouviana de hacer que los impuestos sean equivalentes al valor social real de las externalidades generadas por alguna actividad.

Los impuestos sobre emisiones o descargas, consisten en la fijación de una tasa impositiva sobre una cierta cantidad o volumen de algún contaminante emitido a la atmósfera, aguas superficiales o suelo. La autoridad determina el

precio a través de una tasa de impuestos, mientras que los productores contaminan o dañan al medio ambiente hasta el punto donde el monto de impuestos que están pagando sea igual a los costos marginales de control de sus emisiones o descargas. Sin embargo, las conductas económicas cambian. Generan ingresos fiscales y son flexibles en su aplicación, además de que promueven la innovación tecnológica al crear un estímulo permanente para abatir las emisiones contaminantes.

De manera general, Teenstra *et al.* (2014) encontraron que para mejorar la comprensión de las prácticas de manejo integrado del estiércol, el establecimiento de barreras a la adopción, la comprensión de las políticas existentes, los marcos institucionales y de incentivos, y la valoración global debe estar enfocada a diversos actores clave que van desde los agricultores, extensionistas, investigadores y los responsables políticos.

2.2. La política ambiental en México

Según Quintana (2000) la política ambiental puede ser formulada a través de tres vías: legislativa, administrativa y de planeación. La vía legislativa es aquella que se formula mediante el sistema jurídico previsto para la elaboración de leyes, es el instrumento jurídico que concentra las principales políticas ambientales. La vía administrativa de la política ambiental procede de la legislación federal, es elaborada por las autoridades facultadas bajo el marco jurídico mexicano y los instrumentos vigentes. Mientras que la vía de planeación obliga en la medida en que rigen los planes gubernamentales; puede conducir, alentar o persuadir a los particulares e inclusive a la administración pública y también puede ser vinculante para el Estado y la sociedad.

Hasta los años setenta, lo ambiental no constituía en México un asunto de relevancia política (Godau, 1985). Sin embargo, en el ámbito internacional se generaba ya una preocupación creciente en torno a los estragos causados por la actividad humana sobre el entorno natural (Guevara, 2005).

Los primeros antecedentes de la política ambiental en México se dieron en los años cuarenta, con la promulgación de la Ley de Conservación de Suelo y Agua. Tres décadas más tarde, al inicio de los años setenta, se promulgó la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (SEMARNAT, 2013).

Como se puede observar, la política ambiental tuvo inicialmente un carácter sanitario, definiendo los problemas ambientales como problemas de contaminación. Sin embargo, esta política permaneció más como discurso simbólico que como una verdadera intención de incidir en cuestiones ambientales (Estrada, 1999).

Dentro de los antecedentes más importantes en materia de política ambiental en México se tiene que en 1988 se expide la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), misma que hasta la fecha ha sido la base de la política ambiental del país. En diciembre de 1994, se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), dicha institución nace de la necesidad de planear el manejo de recursos naturales y políticas ambientales en nuestro país desde un punto de vista integral, articulando los objetivos económicos, sociales y ambientales.

Sin embargo, no es hasta el 30 de noviembre del año 2000, cuando se cambió la Ley de la Administración Pública Federal y dió origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Esto permitió impulsar una política nacional de protección ambiental para proteger los recursos naturales e incidir en las causas de contaminación y de pérdida de ecosistemas y biodiversidad. La SEMARNAT combina las funciones de formulación de políticas, regulación y ejecución (OCDE, 2013).

En este sentido, la SEMARNAT tiene la responsabilidad de la vigilancia, supervisión y correcta aplicación del marco legislativo y regulatorio en materia de emisiones de partículas sólidas y humos a la atmósfera, así como el aprovechamiento eficiente del agua, la contaminación de ruidos, las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua y bienes nacionales, la contaminación

de acuíferos y la protección de la biodiversidad de la flora y fauna (FIRCO, 2012).

El marco regulatorio en la gestión de residuos ha sido desarrollado con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en 2003 (normativas en 2006). En este sentido, entre los años 2007 y 2011 la mayoría de las entidades federativas y más de 250 municipios emitieron sus respectivas regulaciones en materia de residuos.

Según los resultados de evaluaciones de la OCDE (2013), los logros de la política ambiental mexicana durante la última década han sido mixtos. Estos logros se han reflejado en renovadas instituciones, crecientes flujos presupuestales e innovadores instrumentos para conservar la naturaleza y promover un desarrollo sustentable. No obstante, se menciona que se deben fortalecer las instituciones mexicanas en materia ambiental, particularmente a nivel local, para mejorar el cumplimiento de la legislación ambiental, la planeación adecuada y la participación social.

Hasta la fecha, dentro de la política ambiental, se han creado diversas secretarías e instituciones, muchas de las cuales han desaparecido y otras más se han transformado, por lo que aún se encuentran en funciones. Después de varias administraciones que imprimen su sello particular a las políticas ambientales, hoy en día existe un aparato burocrático profesionalizado, que actúa con mayor eficacia y se ha logrado dar mayor continuidad a las líneas de política en su conjunto.

2.3. Regulación del estiércol en México

La Cuadro 3 hace referencia a la regulación ambiental mexicana relacionada con el uso y manejo del estiércol, se encuentra clasificada de acuerdo a su contenido en instrumentos de regulación.

En México, la LGEEPA publicada el 28 de enero de 1988, y con la última reforma el día 16 de enero de 2014 en el Diario Oficial de la Federación (DOF),

en relación a la contaminación por actividades agrícolas y pecuarias del suelo y aguas superficiales y subterráneas, prácticamente es nula la atención que pone a los problemas acarreados por el estiércol. Sin embargo, esta ley prohíbe descargar en los cuerpos de agua el estiércol o aguas residuales sin un tratamiento previo.

Cuadro 3. Marco regulatorio para el manejo del estiércol.

Instrumento	Artículos	Epígrafe
LGEEPA	5, 7 y 8	Facultades de la Federación, Estados y Municipios
	21, 22 y 22 bis 28	Impuestos ecológicos Evaluación de impacto ambiental de actividades agropecuarias y prevención de la contaminación ambiental.
Ley General de Salud	3	Conceptos prevención y control de los efectos nocivos en la salud humana.
	111	Control de los efectos nocivos.
Ley Federal sobre Metrología y Normalización	40, XIII)	Establecimiento de las normas oficiales mexicanas.
Ley Federal de Sanidad Animal	9	Se menciona la contaminación generada por este sector, pero no como contrarrestarla.
Ley de Aguas Nacionales	86	Cumplimiento de las condiciones de descargas, con base en las NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996.
Ley de Productos Orgánicos		Regulaciones para la certificación orgánica.
Lineamientos para la Operación Orgánica SENASICA		Especificaciones sobre el uso del estiércol aplicado al suelo. Lineamientos de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manejo en los procesos de producción de frutas y hortalizas para consumo humano en fresco.

Fuente: Elaboración propia, con base en información del DOF, 2014.

Los problemas ambientales del sector agropecuario ocupan un lugar importante en esta Ley. En el artículo 5 se menciona que son facultades de la Federación la formulación y conducción de la política ambiental nacional, la aplicación de los instrumentos de política ambiental, la expedición de normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento. Mientras que la evaluación de impacto ambiental de las actividades agropecuarias que puedan causar daño a los ecosistemas se abordan en el artículo 28 de la LGEEPA; así como también la prevención de la contaminación ambiental originada por olores perjudiciales, que en este caso, son problemas que se derivan de esta actividad, sobre todo

cuando se encuentran cerca de las ciudades y se ve afectado el bienestar de la población.

En el artículo 7 se mencionan las facultades que le corresponden a los Estados, sin embargo, la prevención de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas provenientes del sector agropecuario, así como el transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y la disposición final de los residuos agropecuarios no está prevista como una actividad que corresponda a los Estados. En este artículo no hay nada referente a los olores provenientes de estas fuentes y que, como se mencionó anteriormente, contaminan el ambiente y provocan un malestar en la población.

El artículo 8 de esta ley se enfoca en las facultades que les corresponden a los Municipios, en las materias que no corresponden a la Federación o a los Estados, pero tampoco se menciona que corresponde a los municipios el control de la contaminación por olores perjudiciales para el ambiente provenientes de fuentes del sector agropecuario.

Por otro lado, el interés por los impuestos ecológicos se abordan en los artículos 21, 22 y 22 bis; sin embargo, estos impuestos hasta ahora son insuficientes y sólo se han diseñado con propósitos recaudatorios, no como parte de un nuevo marco de incentivos para el desarrollo sustentable del país.

Por otro lado, la Ley General de Salud fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de febrero de 1984 (última reforma: 4 de junio de 2014). En el artículo 3 de ésta Ley se mencionan los conceptos prevención y control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud humana. Sin embargo, en el artículo 111, referente a la promoción de la salud, ya sólo se menciona el término control de esos efectos nocivos. De tal manera que la Secretaría de Salud no realiza una actividad de prevención que se pudiera originar por la contaminación ambiental, sino que esta institución interviene cuando esos efectos ya se han manifestado en la población y sólo entonces se enfoca a controlarlos (DOF, 2015).

Por su parte, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el DOF el 1 de julio de 1992 (última reforma: 14 de julio de 2014), sienta las bases sobre la elaboración de normas oficiales mexicanas de carácter obligatorio para productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de los recursos naturales. En el inciso XIII del artículo 40 de ésta ley, se menciona que las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer las características y/o especificaciones que deben reunir tanto las instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas relacionadas con las actividades pecuarias. A partir de esta premisa, la actividad ganadera, como tal, constituye un terreno virgen susceptible de ser normado.

Mientras que la Ley Federal de Sanidad Animal, publicada en el DOF el 25 de julio de 2007 (última reforma: 7 de junio de 2012) se limita al diagnóstico, prevención, control y erradicación de las enfermedades y plagas de los animales. Sólo hay una mención al problema de contaminación generada en este sector en el artículo 9, y donde se señala como se integraría el Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal, para contrarrestar los problemas de sanidad animal y la contaminación. Así mismo, el Reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal (DOF, 21 de mayo de 2012) en su artículo 120 se limita a las restricciones y condiciones de transporte para movilizar pollinaza y gallinaza, pero no menciona nada sobre el estiércol bovino.

En lo que respecta a la contaminación de los mantos freáticos por las filtraciones y descargas del estiércol proveniente de las explotaciones ganaderas, la Ley de Aguas Nacionales, publicada en el DOF el 1º de diciembre de 1992 (última reforma: 7 de junio de 2013), designa a la Comisión Nacional del Agua (CNA), en el artículo 86, para establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes nacionales o en cualquier terreno cuando dichas descargas puedan contaminar el subsuelo o los

acuíferos; y es la CNA quien establece los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos puedan recibir, con base en las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996.

Pasando al terreno agrícola, en nuestro país la producción de productos orgánicos se rige por la Ley de Productos Orgánicos (antes NOM-037-FITO-1995), publicada en el DOF el 7 de febrero de 2006, en la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos; así como su Reglamento (publicado el 01 de abril de 2010) el cual complementa las regulaciones para la certificación orgánica, establecidas por La Ley. La normatividad de la agricultura orgánica comprende el establecimiento de estándares para la producción y el procesamiento de los productos orgánicos, así como los instrumentos que posibilitan el cumplimiento de los sistemas de regulación. Los productos producidos en el territorio nacional que cumplan con la Ley de Productos Orgánicos y su Reglamento podrán solicitar el sello que los certifique como orgánicos, el proceso para obtenerlo se encuentra en el Acuerdo por el que se da a conocer el distintivo nacional de los productos orgánicos y se establecen las reglas generales para su uso en el etiquetado de los productos certificados como orgánicos (publicado el 25 de octubre de 2013).

En este sentido, los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias (publicado el 29 de octubre de 2013) se basan principalmente en los requisitos de los reglamentos para productos orgánicos de la Unión Europea y los del Programa Nacional Orgánico de la Estados Unidos, y a pesar de las diferencias que presentan es posible afirmar que su contenido hace posible que México gestione los reconocimientos de equivalencia con los principales programas internacionales. En éstos se establecen las especificaciones sobre el uso del estiércol aplicado al suelo y las dosis máximas a emplear, expresadas en término de kg de nitrógeno por hectáreas por año; así como también que la capacidad de las instalaciones

deberá ser superior a la capacidad de almacenamiento necesaria para un buen manejo del estiércol; sin embargo no se mencionan las sanciones a quien no cumpla con lo establecido o de los incentivos para el buen funcionamiento de este acuerdo (DOF, 2015).

Por su parte, el SENASICA en sus lineamientos de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manejo en los procesos de producción de frutas y hortalizas para consumo humano en fresco, menciona que hay que tratar al estiércol con procedimientos como composteo, pasteurización, secado por calor, radiación ultravioleta, digestión alcalina o combinación de éstos, y constatar mediante pruebas de laboratorio que se ha reducido a un nivel aceptable la carga microbiana inicial; sin embargo no se menciona la dosis de aplicación de estiércol por hectárea de cultivo (SENASICA, 2008).

A su vez, la SAGARPA ha instrumentado diversas acciones para fomentar el uso y aplicación de la energía renovable en el sector agropecuario, a fin de generar desarrollo rural sustentable que coadyuve a disminuir los impactos negativos en el medio ambiente. Dichas acciones han sido diseñadas para producir biogás utilizando el estiércol producido por los animales en las granjas porcinas, establos lecheros y corrales de engorda, mismo que es sometido a un proceso de biodegradación anaeróbica en biodigestores del tipo laguna, el cual puede ser utilizado para la generación de energía eléctrica (SE, 2012).

2.4. Métodos de valoración ambiental en las actividades agrícolas

Para la presente investigación es de interés conocer e identificar los principales métodos de valoración económica utilizados en la agricultura, y una herramienta de fácil manejo para éste fin es la revisión sistemática. Esta herramienta implica identificar toda la evidencia existente en un momento determinado del tiempo respecto a un tema o pregunta inicial, y una vez recolectada se procede a evaluarla críticamente en términos de su calidad y a resumirla para generar una síntesis capaz de responder a la motivación que justifique la búsqueda (Flores-Crespo, 2013; Torgerson, 2003). Así, las revisiones sistemáticas permiten

identificar lo que falta por saber, acceder a evidencia rigurosa, e incorporar la evidencia existente en el proceso de diseño de políticas públicas de manera explícita y replicable (Sanz, 2013).

En este sentido, el procedimiento de búsqueda dió lugar a 116 documentos potencialmente relevantes; sin embargo, una vez que se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, se consideraron dentro de esta revisión sistemática 24. Se incluyeron solo trabajos en los que se emplearon métodos de valoración económica de forma específica y claramente operacionalizados en el sector agrícola. Este criterio permitió descartar todos aquellos trabajos que incluían valoración económica de manera general o enfocada a otros sectores no agrícolas, y aquellos en los que la operacionalización no dejaba en claro si se trataba de cuestiones ambientales relacionadas con las actividades agrícolas o con otras actividades. En la Figura 2 se presenta el flujograma del proceso de selección de estos estudios.

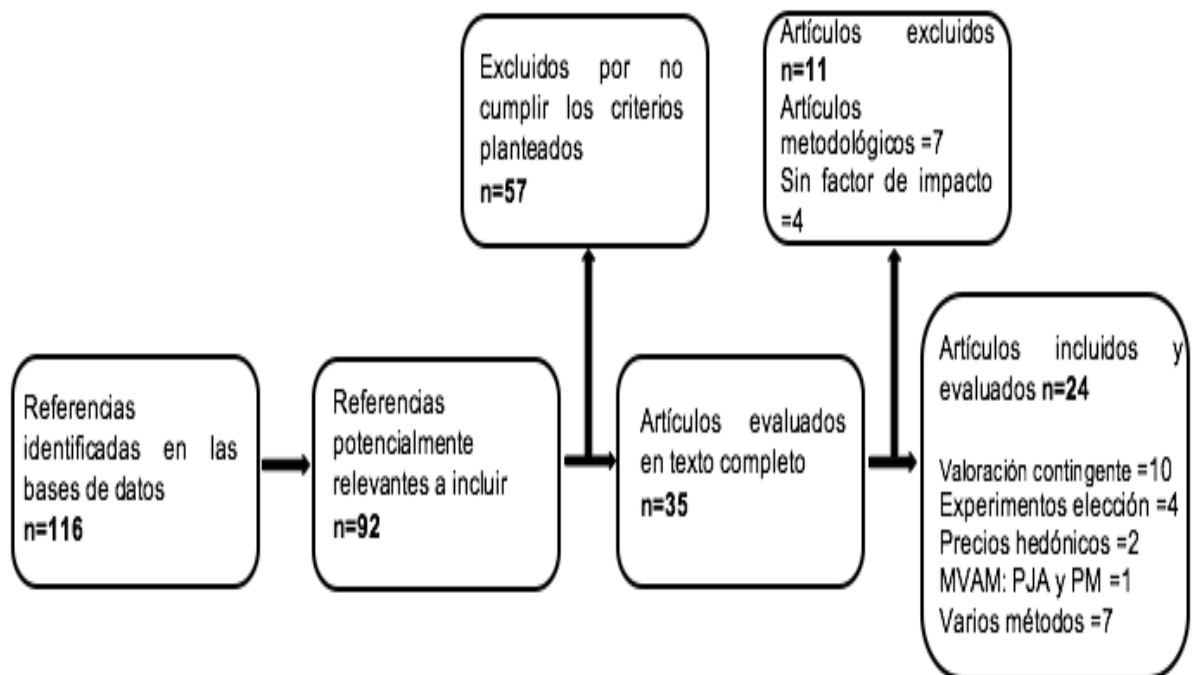


Figura 2. Flujograma del proceso de selección estudios. Elaboración propia, 2014.

2.4.1. Valoración contingente

Cuadro 4. Características de los estudios de valoración contingente.

Autor	Año	Lugar	Estudio	Muestra	Principales resultados
Afroz <i>et al.</i>	2009	Bangladesh	Residuos	480 hogares	Mayor DAP por servicios de recogida de residuos, dependiendo de los ingresos.
Barrena <i>et al.</i>	2014	Chile	Patrimonio agrícola	1049 individuos	La DAP influenciada por el conocimiento de protección, el nivel de educación y el ingreso.
Castro <i>et al.</i>	2011	España	Ecosistemas semiáridos sostenibles	340 individuos	Mayor DAP por los servicios de regulación (mantenimiento de agua y calidad del aire) que por los servicios de provisiones (producción forestal y agricultura).
Jianjun <i>et al.</i> (b)	2013	China	Tierras cultivadas	360 hogares	La DAP aumenta con el ingreso y la educación, con el conocimiento sobre la protección de la tierra cultivada, la situación urbana, y las experiencias de donación.
Mesa-Jurado <i>et al.</i>	2012	España	Escasez del agua de riego	150 individuos	Hay una predisposición a las medidas o estrategias que permitan mejorar la escasez de agua. Al reducir los derechos de agua, la DAP es mayor que el costo.
Mezgebo <i>et al.</i>	2013	Etiopía	Agua de riego	154 hogares	El ingreso mensual, la edad, la tierra cultivada, la educación y la conciencia, son factores clave que influyen en la DAP.
Moon y Wayne	2011	Estados Unidos	Multifuncionalidad de la agricultura	1070 individuos	DAP determinada por la forma en que ven la agricultura familiar, los programas de conservación de tierras agrícolas, la intervención del gobierno en los mercados agrícolas, y el estado ecológico.
Ojeda <i>et al.</i>	2008	México	Agua	148 entrevistas	DAP influenciada por la edad, importe inicial de oferta, ingresos, nivel educativo, ocupación, nivel de información sobre la situación del medio ambiente.
Parra <i>et al.</i>	2008	España	Desechos	242 agricultores	Los agricultores con un mayor conocimiento de la producción integrada están más dispuestos a pagar que los que no tienen este conocimiento (compostaje y reciclaje).
Poudel y Johnsen	2009	Nepal	Recursos genéticos locales	107 encuestas	Los agricultores con más educación, mayor suficiencia alimentaria, menor número de variedades locales, más ricos y con conocimiento sobre la biodiversidad mostraron una voluntad mayor para pagar.

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Este método se caracteriza por crear un mercado hipotético, en el que los individuos declaran sus preferencias, expresando su disposición a pagar una cantidad de dinero por la provisión de un bien a través de una encuesta o entrevista a los consumidores. El método intenta medir los cambios en el nivel de bienestar de las personas debido a un incremento o disminución de la cantidad y/o calidad de un bien. Esta medida, en unidades monetarias, suele expresarse en términos de la cantidad máxima que una persona pagaría por un bien (Mitchell y Carson, 1989). Estos autores se centraron en el fortalecimiento del diseño de las encuestas, a través de la variación en la elaboración de los escenarios y el mejoramiento de la confiabilidad de las estimaciones.

El diseño de encuestas, tal como lo mencionan Mitchell y Carson (1989) consta de tres partes: la primera contiene una descripción del bien o servicio que se pretende valorar y de las circunstancias hipotéticas bajo las que va a estar disponible para el encuestado. Este escenario presenta el bien, la cantidad o calidad que va a ser suministrada, el método de provisión del bien y el vehículo de pago.

En la segunda parte se incluyen las preguntas para obtener las medidas del valor del bien que se somete a valoración, diseñadas de forma que no introduzcan sesgos en la cantidad declarada por el encuestado. Mientras que la tercera parte contiene preguntas relativas a las características socioeconómicas y demográficas.

Sin embargo, diferentes autores revelan que la mayor crítica de los resultados obtenidos de la aplicación de éste método gira principalmente alrededor de dos aspectos: la validez y la fiabilidad (Arrow *et al.*, 1993; Freeman, 2003; Smith, 1993). En términos simples, para Kealy, Montgomery y Dovidio (1990) la validez se refiere a la “exactitud” y la fiabilidad se refiere a “la coherencia” o “reproducibilidad” de los resultados.

Para Hausman (2012) existen algunos problemas en los estudios de valoración contingente en situaciones reales de mercado, donde se puede afectar las

opciones del consumidor debido a que tienen una restricción presupuestaria, con efecto en sus decisiones. Así, este método es inaceptable pues refleja los valores de existencia; y para que sean aceptados en un análisis de costo-beneficio sería necesario que los valores de existencia de cada persona reflejen únicamente sus motivos económicos individuales y no sus motivos altruistas, de sentido del deber o de obligación moral (Diamond y Hausman, 1993).

Carson y Groves (2007) argumentan que los resultados se deben a la naturaleza de los bienes privados. Debido a que los encuestados no están obligados a comprar el bien, podrían actuar de forma estratégica al exagerar su DAP si creen que esto alentaría un nuevo bien para estar disponible en el mercado. Sin embargo, los bienes públicos se proporcionan en un contexto diferente. El gobierno puede proveer bienes públicos y obligar a todos a pagar, a través de los impuestos. Si los participantes de la encuesta creen que pueden ser obligados a pagar basados en sus respuestas, puede que ya no tengan un incentivo para responder de manera estratégica.

A pesar de las críticas del método, cabe señalar que la valoración contingente se ha convertido en una parte integral de evaluación ambiental. Sin embargo, Venkatachalam (2004) menciona que algunos estudios se han llevado a cabo de forma indiscriminada, sin evaluar la validez y fiabilidad de los resultados; siendo menos relevantes para el propósito de formulación de políticas. Se recomienda que los estudios donde se utilice este método deben ser diseñados de tal manera que las “pruebas de coherencia interna” (Smith y Osborne, 1996) puedan llevarse a cabo para evaluar la validez y la fiabilidad de los resultados.

2.4.2. Experimentos de elección

Los experimentos de elección, con una participación del 16.67%, son esencialmente un procedimiento diseñado para revelar los factores que influyen en las preferencias individuales, y reúnen la noción de atributos y la noción de impacto ambiental evaluados; por lo que los usuarios de éste método pueden centrarse en el aspecto multidimensional de la intervención pública y al mismo

tiempo dar valor económico a los impactos de los diferentes componentes de la política, así como el impacto global de un paquete de políticas. Los entrevistados siempre ponen de manifiesto las altas preferencias por los atributos del ecosistema que le proporcionen bienestar (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características de los estudios de experimentos de elección.

Autor	Año	Lugar	Estudio	Muestra	Principales resultados
Barton y Taron	2010	India	Agua de riego	de 432 agricultores	Gran variación en el precio de compra y venta de agua de riego. Se sobrevalora en zonas de escasez y subvalora en zonas de abundancia.
Grammatikopoulou <i>et al.</i>	2013	Finlandia	Atributos de los paisajes agrícolas	de 2,172 hogares	Valoran la presencia de animales de pastoreo, manejo de la zona de amortiguación del agua y la renovación de los edificios de producción para conservar paisajes productivos agrícolas.
Jianjun <i>et al.</i> (a)	2013	China	Tierras cultivadas	219 hogares	Mayor DAP por el acceso, fertilidad, atributos, prácticas de gestión de agricultura sostenible y la conservación del paisaje.
Tait <i>et al.</i>	2011	Nueva Zelanda	Impactos de la agricultura en los ríos y arroyos	360 encuestas	El valor monetario de la contaminación implica el conocimiento sobre quién debe pagar por la gestión de los cambios ambientales (derechos de propiedad).

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ha habido un amplio debate sobre la posibilidad de inducir preferencias por los productos no comerciales en las encuestas hipotéticas (Diamond y Hausman, 1994, Hanemann, 1994). Asumen la posición de que no deben medirse los valores de no uso, que están motivados en gran parte por la “satisfacción moral de compra” (Kahneman y Knetsch, 1992), siendo mucho más baja en una encuesta en situación hipotética que en una situación real. Aunque los métodos de preferencias declaradas son esencialmente los únicos métodos disponibles para medir valores de no uso.

Sin embargo, para Alpizar, Carlsson y Martinsson (2003) los experimentos de elección pueden ser menos propensos a desencadenar este tipo de comportamiento que las encuestas de valoración contingente. La razón de esto

es que en un experimento de elección individual se tienen que hacer intercambios entre varios atributos, varios de los cuales pueden contener valores de no uso.

En este sentido, en la investigación realizada por Louviere (1988), se concluye que los experimentos de elección constituyen un instrumento válido para explicar y predecir el comportamiento individual en los mercados reales. Además, Carlsson y Martinsson (2001) observaron que la medición de la DAP para un bien público no difiere mucho entre un experimento de elección con pagos hipotéticos y un experimento de elección con pagos reales.

2.4.3. Precios hedónicos

El método de los precios hedónicos sólo presentó una participación del 8.33%. Este método toma la utilidad generada de las características subyacentes de los bienes y servicios (Cuadro 6), exhibe las elecciones individuales en el equilibrio del mercado (Lancaster, 1966, Rosen, 1974). Ma y Swinton (2011) sugieren que capitalizan en gran medida los valores de uso directo, como los servicios recreativos y estéticos. Además de algunos servicios de regulación que proporcionan un valor de uso indirecto (agua, suelo y clima) pueden ser parcialmente capitalizados. Se puede decir entonces que la capitalización de los servicios que proporcionan los ecosistemas de los paisajes rurales es un efecto neto que depende del equilibrio entre los diferentes servicios.

Cuadro 6. Características de los estudios de precios hedónicos.

Autor	Año	Lugar	Estudio	Muestra	Principales resultados
Eyckmans <i>et al.</i>	2013	Bélgica	Malos olores	1,420 registros	Los camiones cargados con residuos animales causan considerables costos externos (calidad del aire y ruido) para los habitantes locales.
Ma y Swinton	2011	Estados Unidos	Paisajes agrícolas	220 parcelas	Los ecosistemas se capitalizan en gran medida a través de los lagos, ríos, humedales, bosques y tierras de conservación. Mayor DAP por los servicios recreativos y estéticos.

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Algunos críticos sostienen que la función de precios hedónicos no se puede estimar ya que el costo de la obtención de los bienes recreativos es exógeno. En este sentido, Arguea y Hsiao (1993) muestran que, si los atributos son independientes, los consumidores toman la decisión mejor representada por una función lineal de atributos de precio. El método de precios hedónicos se deriva de la misma premisa básica de la maximización de la utilidad a través de una elección de los sitios que difieren en los atributos y los costos. Contrariamente a las afirmaciones de Bockstael y Hanemann (1897), éste método no puede descartarse simplemente porque la teoría es incorrecta o el enfoque para modelar la demanda de atributos es incompatible con la conducta.

2.4.4. Valoración de activos multicriterio

El método de valoración de activos multicriterio (MVAM) ha sido diseñado para entornos en los que hay escasa información disponible, tuvo una participación del 4.17% (Cuadro 7). Puede ser entendida como un método mixto que combina dos de las metodologías multicriterio más extendidas: el proceso jerárquico analítico (PJA) y la programación por metas (PM). El PJA permite cuantificar las variables cualitativas e incorporar las intensidades en las preferencias, y la PM captura la información proporcionada por la escasa información y la actitud del evaluador en el proceso de valoración. Aznar, Guijarro y Moreno (2011) mencionan que la propuesta tiene una especial relevancia en situaciones de falta de información, mercados indeterminados y una baja tasa de transacciones, como suele ser el caso con la valoración agrícola.

Cuadro 7. Características de los estudios de valoración de activos multicriterio.

Autor	Año	Lugar	Estudio	Muestra	Principales resultados
Aznar <i>et al.</i>	2011	España	Parcelas frutales	de Expertos (1 y 3)	Obtuvieron el valor de la unidad de superficie de cada activo valorado, en función de todos los datos comparables utilizados y de su importancia o ponderación.

Fuente: Elaboración propia, 2014.

de Salvo, Vallés, Guitart y Nicolò (2014) mencionan que el PJA presenta la ventaja de permitir una ordenación cuantitativa de los distintos tipos de paisajes y discriminar entre los entrevistados cuyas respuestas son consistentes y aquellas que no lo son. Por tanto, en el caso en que no se necesite entrevistar a un menor número de personas (caso de las valoraciones realizadas con expertos), las ventajas que proporciona este método pueden llegar a compensar sus inconvenientes.

2.4.5. Combinación de métodos

En el resto de los documentos, 29.17%, se aplica la combinación de dos o más métodos para estimar el valor monetario de la agricultura y el medio ambiente. En ellos se incluyen tanto métodos de preferencias declaradas para determinar la disposición a pagar, como métodos de preferencias reveladas para estimar los gastos aproximados que están involucrados en la participación en actividades estudiadas. Estas diferentes técnicas de valoración rara vez se combinan (Willemen, Hein y Verburg, 2010), a pesar del reconocimiento de que la valoración monetaria es importante para el manejo eficaz de los ecosistemas.

En el Cuadro 8 se mencionan las características de los documentos. En el primer documento se utilizaron los costos de reemplazo y la valoración contingente, mientras que en el segundo fue el análisis costo-efectividad, costos de transacción y experimentos de elección. Dachary-Bernard y Rambonilaza (2012) usaron los experimentos de elección y valoración contingente; mientras que en el documento siguiente los experimentos de elección y los precios hedónicos fueron los métodos utilizados. En el penúltimo estudio se usó el análisis conjunto y la valoración contingente. van Berkel y Verburg (2014) usaron una combinación de experimentos de elección, valoración contingente, costo de viaje y precios hedónicos.

Sobre la combinación de métodos, Baker y Ruting (2014) mencionan que los métodos de preferencias declaradas y reveladas suelen proporcionar diferentes medidas de bienestar; por ejemplo, el excedente del consumidor en el caso de

los modelos de costo de viaje (DAP menor del precio pagado), precios implícitos en los precios hedónicos y modelos de elección (DAP por una unidad adicional de un atributo), y la DAP total en la valoración contingente.

Cuadro 8. Características de los estudios que presentan una combinación de métodos.

Autor	Año	Lugar	Estudio	Muestra	Principales resultados
Almansa <i>et al.</i>	2012	España	Erosión	334 individuos	La DAP varía con las variables socioeconómicas y las variables relacionadas con la actividad agropecuaria.
Bakam <i>et al.</i>	2012	Escocia	Gases de efecto invernadero	192 granjas agrícolas y ganaderas	La rentabilidad depende tanto de la tasa de impuestos y la cantidad de derechos de emisión gratuitos asignados a los agricultores.
Dachary-Bernard y Rambonilaza	2012	Francia	Paisajes agrícolas	284 hogares y 221 individuos	Altas preferencias por un componente agrícola del paisaje, tierras de cultivo, a favor de un programa de paisaje extendido (paisaje agrícola y rural).
Duke <i>et al.</i>	2014	Estados Unidos	Preservación de tierras agrícolas	5,315 parcelas	LA DAP se focaliza en conservar la mayor cantidad de tierra, aunque gran parte de la tierra tiene beneficios netos bajos de preservación.
Gómez-Limón y Barreiro-Hurlé	2012	España	Implicaciones ambientales en el manejo del suelo	758 individuos	Mayor DAP por la adopción de las prácticas agronómicas (cubierta vegetal y picado e incorporación de los restos de poda).
Sayadi <i>et al.</i>	2009	Mediterráneo	Paisaje agrícola	163 encuestas	Los atributos de la capa de vegetación, el nivel de la construcción, y el nivel de pendiente más importancia relativa de las preferencias y DAP. El elemento agrícola es lo más altamente estimado estéticamente, y estimula fuertemente la DAP.
van Berkel y Verburg	2014	Países Bajos	Servicios de los ecosistemas en paisajes agrícolas	115 encuestas	Existe una demanda social por los servicios culturales que tales paisajes agrícolas proporcionan: edificios culturales, líneas de árboles, lagos y ríos, bosques y observación de la fauna

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Las estimaciones también pueden diferir cuando los métodos de preferencias declaradas incluyen algunos valores de no uso, que en general no son

recogidos en las estimaciones de preferencias reveladas. Estas complicaciones sustentan una corriente en la literatura que combina los datos de ambas fuentes de preferencias declaradas y reveladas, sobre la base de que ninguno es perfecto, pero cada uno puede proporcionar una perspectiva diferente sobre el comportamiento (Adamowicz, Louviere y Williams, 1994).

2.5. Recomendaciones para la valoración económica del ambiente

Con el fin de ofrecer recomendaciones para el uso de los métodos de valoración económica y algunas consideraciones relacionadas con la regulación de las actividades agrícolas que contaminan al ambiente, en el diseño de políticas, se analizó el efecto causal sobre las características de la población; para aumentar la capacidad predictiva de los resultados cuando la misma intervención se introduce a una nueva área con características diferentes; es decir, si los resultados pueden ser replicados.

Los resultados de la aplicación de los métodos de preferencias declaradas pueden replicarse con éxito cuando se encuesta a una muestra diferente de personas, sin diferencias significativas entre las muestras y/o alta correlación con el tiempo (McConnell, Strand y Valdés, 1998).

Así, dentro de los documentos analizados, algunos estudios reportan el efecto de la intervención del promedio en la población, mientras que otros analizan cómo el impacto varía dependiendo de las condiciones socioeconómicas de los hogares. Ma y Swinton (2011) mencionan que los programas de conservación del medio ambiente a menudo subsidian propietarios de tierras agrícolas para preservar los recursos y paisajes naturales, como bosques, humedales y pastizales, que apoyan los servicios de los ecosistemas públicos. Por lo tanto, políticas públicas rentables sobre los bienes públicos, como el secuestro de carbono o hábitat de vida silvestre deben adaptarse a la DAP de los propietarios para proporcionar estos servicios.

Además, los sectores más jóvenes y de mayores ingresos en la población, que a menudo se asocian con un mayor nivel de educación y por lo tanto de acceso

a la información, aumenta la DAP. Así, las campañas públicas que proporcionen información sobre la calidad del medio ambiente son una herramienta importante y eficiente (Almansa *et al.*, 2012). Por lo tanto, para Jianjun *et al.*, (2013b) debe haber un aumento de las inversiones en los programas de educación y de comunicación pública que puedan mejorar estos conocimientos, mejorando así las actitudes y percepciones de las personas acerca de la protección de los ecosistemas agrícolas, lo que contribuye a una mejor protección de éstas zonas.

Además de lo anterior, se deben considerar los aspectos que son percibidos por las personas encuestadas como menos importantes, o por los que la gente no está dispuesta a pagar. Estos aspectos pueden ser de utilidad en la detección de posibles conflictos asociados a las nuevas prácticas de manejo y planificación del sistema ambiental, ayudando a la comprensión de su efecto sobre el desempeño de las políticas de mitigación. Bakam *et al.*, (2012) sugieren incluir las actitudes de las personas entrevistadas a las nuevas políticas, tales como la resistencia al cambio, los comportamientos de preferencias por riesgo, y distintos motivos que maximicen la ganancia.

Aunque los métodos propuestos se ilustran para diversos estudios de caso, una política agrícola dirigida esperaría beneficios sociales más altos en términos de la conservación del paisaje, apoyo a la agricultura y desarrollo local. Puesto que el análisis costo-beneficio contribuye a la formulación de mecanismos de política adecuadas, lo que aumenta la conciencia pública y política de la importancia del problema, y ayuda a establecer prioridades de conservación. Tal como mencionan Tait *et al.*, (2011), una estrategia de manejo colaborativa que abarque diversos intereses es crucial para la formación de políticas que sean aceptables para el público en general. La inclusión de los valores económicos es un componente importante porque revela el nivel y la importancia relativa de las preferencias del público, resultando en políticas que se puedan utilizar para asignar el manejo de los recursos eficientemente.

Asimismo Mayrand, Dionne, Paquin y Pageot-LeBel (2003), mencionan que la reforma del sistema de apoyo agrícola hacia una nueva generación de políticas agrícolas se puede delinear mediante una serie de principios que mejoran la coherencia, eficiencia y efectividad de las diversas políticas. Dentro de la integración y coherencia, los subsidios y otras medidas de apoyo a la agricultura del sistema mexicano operan dentro de un entorno político complejo, donde las medidas de apoyo y la reglamentación ambiental van en dirección opuesta, trayendo como consecuencia la reducción de la efectividad y eficiencia de la estructura de protección ambiental.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la Comarca Lagunera, la cual se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 26° 00' y 26° 10' N y 104° 10' y 103° 20' O, en el norte-centro de México y abarca 10 municipios del estado de Durango y cinco del estado de Coahuila (Figura 3), presenta una altitud de 1,119 msnm. Esta región se caracteriza por su intensiva actividad agropecuaria; de acuerdo con estadísticas del 2015, ocupó el primer lugar en población de bovino lechero y producción de leche, octavo lugar en población de caprinos y primer lugar en producción de leche de cabra, primer lugar en ave para carne, cuarto lugar en ave para huevo y en menor proporción se tienen también explotaciones de porcinos y ovinos (SIAP, 2015).

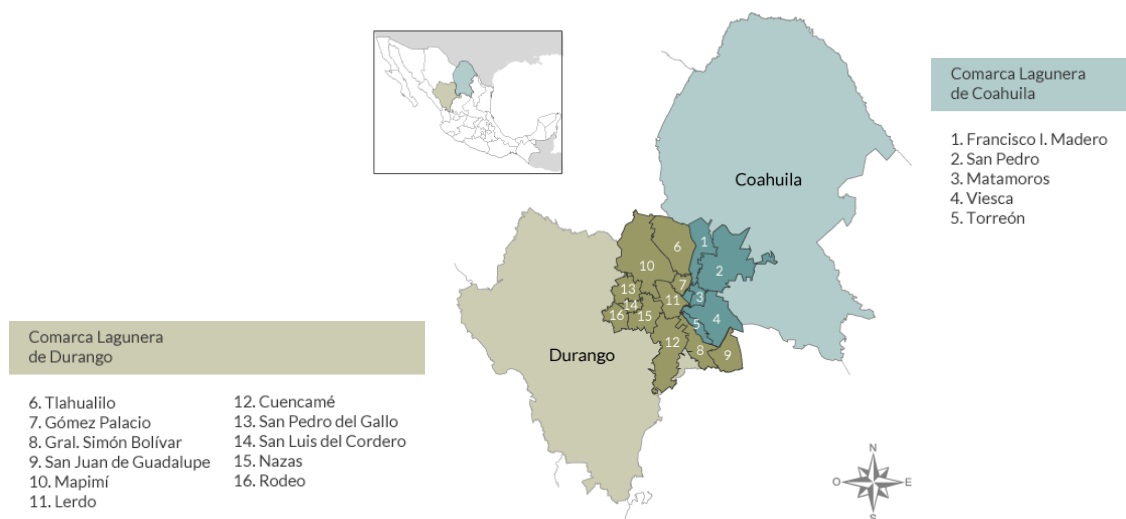


Figura 3. Localización de la Comarca Lagunera y Municipios que la forman.

La información fue resultado de trabajo de campo realizado en los años 2014 y 2015. En la investigación se incluyeron tanto productores de explotaciones

lecheras representativas de la región como productores agrícolas dedicados a la siembra de los principales cultivos de la zona. Con el fin de examinar las prácticas en el manejo de estiércol en las explotaciones ganaderas, la información fue recogida en dos etapas. En primer lugar, se consultaron expertos en los centros regionales, así como bases de datos y literatura científica, para tener una visión general sobre las prácticas agrícolas actuales. En la segunda etapa, se estableció una encuesta de preferencias declaradas semi-estructurada, utilizando las tres tipologías de encuesta: personal dirigida a 27 agricultores de la región, por teléfono y correo electrónico para 10 ganaderos dedicados a la explotación lechera en la Comarca Lagunera, sin envíos de seguimiento.

Las encuestas se dividieron en cuatro partes: cuestiones generales, preguntas de percepción, descripción del escenario de valoración y características socioeconómicas. El total de preguntas fue de 15 preguntas. La aplicación de la encuesta inició con la presentación del encuestador como estudiante de la Universidad Autónoma Chapingo, y explicando el objetivo del trabajo de investigación, además de dejar en claro que la información a recolectar sería tratada de manera anónima y confidencial.

El universo de muestreo se construyó con base en los testimonios dados por informantes clave del INIFAP y productores líderes en la región. A los productores líderes se les definió a partir de los siguientes criterios: su experiencia y permanencia en la actividad, y por ser los más referenciados en la región.

3.2. Eliminación del sesgo hipotético

Para reducir el sesgo hipotético asociado a cuestionarios de valoración contingente, se usó la herramienta conocida como Cheap Talk (comunicación no vinculante). Esta herramienta consiste en la introducción de un párrafo donde se explica el problema del sesgo a los participantes en el estudio, antes de la aplicación del cuestionario, tal como se muestra:

“En la siguiente pregunta, me gustaría que indicara cómo se siente acerca de la sustitución de los fertilizantes inorgánicos por el estiércol. Cuando responda la pregunta, por favor considere cómo reaccionaría si realmente tendría que pagar o aceptar dinero por utilizar el estiércol. Las personas tienden a estar dispuestas a pagar una mayor cantidad cuando la situación es hipotética, contrario a lo que ocurre en situaciones reales. Probablemente sea porque, aunque las personas estén dispuestas a pagar, no toman en cuenta los efectos reales que éste pago tendría en su presupuesto mensual, junto a sus demás gastos. Conociendo esto, me gustaría que piense de nuevo en la pregunta anterior y responda sí, si está realmente dispuesto a pagar”.

El Cheap Talk es un concepto que recuerda a los encuestados su tendencia natural a sobreestimar la DAP en una situación de mercado hipotético. Lusk (2003) y Cummings y Taylor (1999) tienen hallazgos significativos para indicar que el Cheap Talk es eficaz para reducir el sesgo hipotético, sobre todo cuando el público está familiarizado con el producto. Sin embargo, para eliminar por completo el sesgo hipotético se utiliza una segunda estrategia conocida como la calibración, esta se emplea *ex-post* a la pregunta de valoración contingente.

La calibración es otra forma de reducción del sesgo, e intenta medir cómo el comportamiento indicado del individuo sería el mismo en un entorno real de mercado. Para este estudio se empleó una escala de Likert de cinco puntos, cuando el encuestado responde con "Sí" a la pregunta de valoración contingente, entonces marca un número del uno al cinco, donde el 1 significa muy inseguro y el 5 significa muy seguro, para indicar qué tan probable es que tomaría la misma decisión si en la transacción se involucrara dinero real.

Champ y Bishop (2001) revelan como el uso de la seguridad de los individuos para recodificar las respuestas es muy eficaz para reducir el sesgo hipotético. Por ejemplo, si un productor responde que aceptará el estiércol y luego elige un nivel de certeza por debajo del umbral definido, la respuesta se recodifica en "No" para la estimación estadística. Aunque no se ha determinado un umbral de valor absoluto que sirva como punto de referencia, para esta investigación se indica que el empleo de un nivel de certeza de cuatro elimina el sesgo hipotético.

3.3. Componentes principales

La idea fundamental del análisis de componentes principales (CP) es encontrar una secuencia de vectores ortogonales que expliquen de la forma más eficiente la varianza de las observaciones. El objetivo de los análisis de componentes principales es transformar un conjunto de variables correlacionadas en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas (Almenara, González, García y Peña, 1998). Reduce la dimensión del conjunto de datos conservando tanto como sea posible la variación presente en los mismos. Este método fue propuesto por Pearson (1901) a modo de solución para algunos problemas que eran de interés para la biometría de la época. Actualmente constituye una herramienta esencial para el análisis de datos multivariados y la reducción de la dimensión (Jolliffe, 2002).

La definición de esta técnica multivariada es la siguiente: sea x un vector de p variables aleatorias. Se supone que interesan las estructuras de varianza y covarianza entre las p variables. Primeramente se considera la función lineal $\alpha' x$ de los elementos de x de máxima varianza, donde α_1 es un vector de p constantes $\alpha_{11}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{1p}$ y $'$ denota la transpuesta. De esta forma:

$$\alpha_1' x = \alpha_{11} x_1 + \alpha_{12} x_2 + \dots + \alpha_{1p} x_p = \sum_{j=1}^p \alpha_{1j} x_j$$

Por tal motivo, los datos provenientes de la encuesta se analizaron con esta técnica estadística multivariada, cuyo objetivo es identificar p variables x_1, x_2, \dots, x_p . y encontrar combinaciones de máxima correlación, positivas y negativas, entre éstas que produzcan índices o componentes principales que sean independientes entre sí; es decir, se tiene que analizar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones. Además, se busca que con esta ausencia de correlación los CP midan diferentes "dimensiones" de los datos (Manly, 1986).

La obtención de los CP puede realizarse por varios métodos. Buscando aquella combinación lineal de las variables que maximiza la variabilidad. Buscando el subespacio de mejor ajuste por el método de los mínimos cuadrados, minimizando la suma de cuadrados de las distancias de cada punto al

subespacio. Minimizando la discrepancia entre las distancias euclidianas de los puntos calculados en el espacio original y en el subespacio de baja dimensión. Y mediante regresiones alternadas, usando el método Biplot.

Al decidir cuantos componentes se manifiestan en una situación particular, deberá examinarse cuantos componentes son necesarios incluir para que el porcentaje de variación explicada sea satisfactorio. Kaiser (1960) propone un criterio para seleccionar el número de componentes principales, el cual consiste en incluir sólo aquellos componentes cuyos valores propios sean superiores al promedio.

Debe tenerse en cuenta que el análisis de componentes principales también permite algunas subjetividades por parte de quien lo usa, tanto en el número de componentes a elegir, como del peso de las variables. Esto se da de acuerdo con la experiencia del investigador, quien determina las componentes que realmente explican el fenómeno (Restrepo, Posada y Noguera, 2012).

Una vez recopilada la información, esta fue sistematizada y analizada por componente de manera paralela con el fin de comparar las características de los productores. Mediante la utilización del software InfoStat® con datos estandarizados, que permitió un mejor análisis de la información.

3.4. Estimación de la disposición a pagar

El propósito de la encuesta fue para medir en los agricultores (receptores) la disposición a pagar por el estiércol proveniente de las distintas explotaciones ganaderas, mientras que en el caso de los ganaderos (emisores) fue para determinar si están en posibilidad de vender o regalar el estiércol para sacarlo de su establo, y de esta manera evitar los problemas que éste ocasiona.

Para medir la disposición a pagar de los receptores por el estiércol, se les dio información sobre el ahorro de fertilizantes, haciendo énfasis en que con la aplicación de estiércol se ahorrarían una cantidad determinada de los costos de dichos fertilizantes. Así pues, la demanda de estiércol se consiguió mediante el

uso de una pregunta de valoración contingente, se les preguntó si estarían dispuestos a pagar una cierta cantidad por el estiércol. Para el caso de los emisores se les hizo la pregunta de si aceptarían sacar el estiércol del establo si se les diera un cierto pago.

Al suponer que la DAP de un productor se compone de dos partes: un componente observable (una función de tres variables explicativas) y el otro es al azar y no observada. De esta manera, se diseña el modelo de decisión de un productor i con la siguiente función de utilidad mediante la sustitución de la DAP por la utilidad, usando una asignación de dinero:

$$DAP_i = X_i\beta + \varepsilon_i$$

donde DAP_i representa el valor real del estiércol, X_i es el vector de variables explicativas, β es un vector conformable de coeficientes, y ε_i representa el componente DAP no observado para el individuo i . El primer componente de la fórmula es la matriz $X_i\beta$. Debido a que observamos la DAP de un individuo como una función de los atributos individuales del estiércol, $X_i\beta$ se puede expresar como una combinación lineal de los atributos de estiércol.

Por tal motivo, se utilizó un modelo econométrico binomial para estimar la DAP. Así, el modelo específico se supone que sigue la forma:

$$Prob(SI) = \alpha_0 + \underset{(-)}{\beta}PRE + \underset{(¿?)}{\alpha_1}AHO + \underset{(+)}{\alpha_2}INC + \underset{(+)}{\alpha_3}FOR + \underset{(+)}{\alpha_4}EXP + \varepsilon_i$$

La variable dependiente binaria representa la probabilidad de responder SI a la pregunta sobre la DAP por aceptar el estiércol para aplicarlo como fertilizante en las parcelas agrícolas. Esta variable depende del *precio* hipotético a pagar (PRE), el *ahorro* (AHO) representa una variable ficticia, y toma el valor de uno cuando el ahorro en fertilizantes es mayor de \$ 2000 y cero cuando el ahorro es menor de \$ 2000. Esto implica que el intercepto, α_1 , representará el coeficiente de cero en el ahorro de fertilizantes cuando todas las demás variables explicativas se mantengan constantes en la ecuación. La variable *forma* (FOR) representa la variable ficticia para el estiércol, uno si es aplicado de forma líquida y cero si es en forma sólida. El coeficiente de estiércol sólido se observa

en el coeficiente de intercepción, *ceteris paribus*. La variable *incorporación* (INC), es otra variable ficticia, suponiendo un valor de uno si el productor incorpora el estiércol en el suelo, y cero en caso contrario. La última variable, *experiencia* (EXP), es una variable ficticia para los productores que han usado el estiércol en sus parcelas en los últimos cinco años.

El segundo término del modelo, ε_i , se supone que se distribuye normalmente y representa cualquier variable explicativa y aleatoria no registrada en el estudio. Es decir, este componente de fijación de precios representa todos los demás factores no identificados que afectan a la decisión de un productor para la compra de estiércol.

Los signos debajo de cada una de las variables en el modelo corresponden a los signos esperados para cada una de ellas. El signo de interrogación significa que para esta variable no se espera un efecto definido a priori. Las variables explicativas del modelo econométrico especificado se obtendrán directamente de la encuesta.

En la primera fase del análisis de la información se procedió a capturar los datos mediante el uso del programa Microsoft office Excel. Estos se verificaron para garantizar que los datos en el programa correspondieran exactamente a lo contenido en las encuestas. Posteriormente, se realizó el cálculo de la DAP mediante un modelo logit. Los resultados econométricos para este apartado se obtuvieron del empleo del software estadístico N-Logit® versión 4.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la zona de estudio

4.1.1. Producción de bovinos

La producción lechera en México se caracteriza por una gran diversidad en cuanto al nivel tecnológico, determinado principalmente por el tamaño de las explotaciones, y a su vez determina distintos sistemas de producción. El sistema de producción predominante en la región de la Comarca Lagunera es de lechería intensiva. Las cifras preliminares del censo de ganado lechero en la región asciende a 443,526 cabezas de ganado en el 2014, de las cuales se encuentran distribuidas 221,929 en la Laguna Coahuila y 221,597 en la Laguna Durango (SIAP, 2015), la estadística incluye tanto vacas secas como vaquillas y no solamente aquellos animales en producción, cuya cantidad casi es la mitad del total reportado (Cuadro 9). La producción lechera se desarrolla en sistemas muy especializados, dando como resultado una región de las más importantes productoras de leche en el país. El sistema lechero se encuentra definido por el uso de razas altamente seleccionadas, principalmente Holstein, con producciones individuales entre los 35 a 45 litros por vaca, animales estabulados con ordeño mecanizado; por lo tanto, la producción se encuentra orientada a plantas procesadoras. La producción de leche en toda la Comarca en lo que va del año es de 2,431,792 miles de litros (SAGARPA, 2015).

Además del ganado lechero, es típico observar algunos otros tipos de ganado entre los productores de la región. Por lo tanto, el cultivo de forrajes es vital para las operaciones de ganadería. Además, la combinación de ganadería y agricultura funcionan simbióticamente al ayudar en la dispersión de los flujos de efectivo para los productores. En la Figura 4 se detalla la presencia de ganado en la muestra entrevistada.

Cuadro 9. Inventario de bovino lechero y producción de leche en los Municipios de la Comarca Lagunera.

	Bovinos en producción Cabezas	Producción de leche Miles de litros
COAHUILA	117,286	1,354,550.19
Francisco I. Madero	30,185	349,800.49
Matamoros	49,847	575,474.17
Torreón	19,702	229,498.32
Viesca	9,270	111,059.15
San Pedro	8,282	88,718.06
DURANGO	104,137	1,077,242.23
Gómez Palacio	71,390	744,745.33
Lerdo	19,425	195,685.98
Mapimí	146	1,412.16
Nazas	1,014	9,811.61
Rodeo		
San Juan de Guadalupe	229	1,457.09
San Luis del Cordero		
San Pedro del Gallo		
Simón Bolívar	743	7,273.20
Tlahualilo	11,190	116,856.86
TOTAL REGION LAGUNERA	221,423.00	2,431,792.42

Fuente: SAGARPA, 2015. Anuario estadístico Región Lagunera

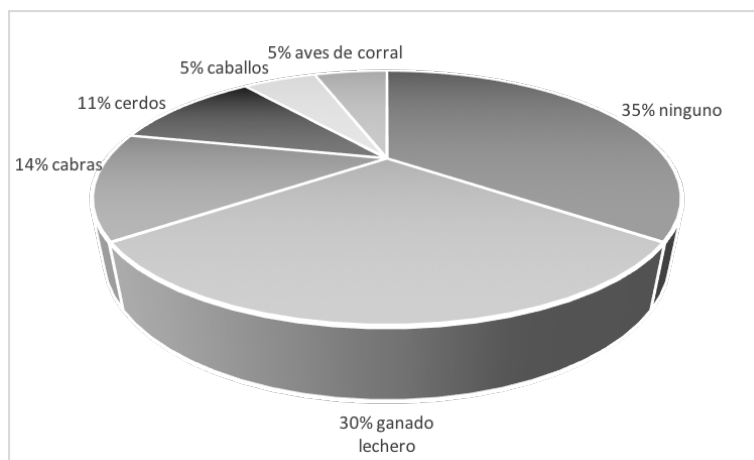


Figura 4. Porcentaje de productores con algún tipo de ganado. Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas, 2015.

4.1.2. Producción de cultivos

La producción agrícola es una actividad de suma importancia en la región, cuya principal actividad es la producción de forrajes para la alimentación del ganado lechero (Cuadro 10), estos cultivos ocupan en conjunto poco más de 117,000 ha en lo que va del año. Dentro de los forrajes, la alfalfa es el cultivo más importante con un 34% de la superficie de forrajes, seguida de maíz forrajero con 28%, avena con 17% y sorgo con 16%. En este año la superficie de forrajes

representa el 65% del área total dedicada a la agricultura de la región (SAGARPA, 2015).

Cuadro 10. Superficie sembrada con cultivos forrajeros en los Municipios de la Comarca Lagunera.

	Alfalfa	Maíz	Sorgo	Avena	Otros forrajes	Total de forrajes	Otros cultivos
Hectáreas							
COAHUILA	15,421.8	11,344.5	7,113.5	7,198.0	1,949.0	42,577.2	19,693.3
Fco. I. Madero	3,309.5	3,741	711.0	1,695.0	895.0	9,906.5	1,146.0
Matamoros	4,927.8	3,395.1	2,595.5	3,672.0	318.4	14,908.8	2,770.0
Torreón	1,351.0	986.0	818.0	388.0	40.0	3,578.0	362.8
Viesca	1,374.5	360.4	929.0	737.0	84.0	3,484.9	1,714.5
San Pedro	4,459.0	2,862.0	2,060.0	706.0	612.0	10,699.0	13,700.0
DURANGO	24,096.8	22,079.3	12,156.9	12,318.9	4,485.8	74,745.9	43,238.7
Gómez Palacio	6,686.0	11,084.4	5,573.1	5,524.4	195.0	29,062.9	3,134.2
Lerdo	6,491.0	7,781.5	1,294.5	1,144	658.0	17,369.0	1,435.0
Mapimí	4,168.5	1,277.8	275.3	591.0	565.0	6,877.6	3,659.0
Nazas	2,903.0	498.6	344.0	75.5	458.3	4,279.3	2,405.5
Rodeo	977.3		829.0	970.0	757.0	3,533.3	4,783.0
Sn. Juan de G.	308.0		90.0	309.0	318.0	1,041.3	5,121.0
Sn. Luis del C.	30.0		349.0	340.0	220.0	939.0	2,784.0
Sn. P. del Gallo	21.0		478.0	1,130.0	408.0	1,629.0	3,167.0
Simón Bolívar	1,367.0	146.0	820.0	590.0	754.5	3,677.5	14,348.0
Tlahualilo	1,145.0	1,291.0	2,104.0	1,645.0	152.0	6,337.0	2,402.0
REGION LAGUNERA	39,518.6	33,423.8	19,270.4	19,516.9	6,435.2	117,323.1	62,932.0

Fuente: SAGARPA, 2015. Anuario estadístico Región Lagunera.

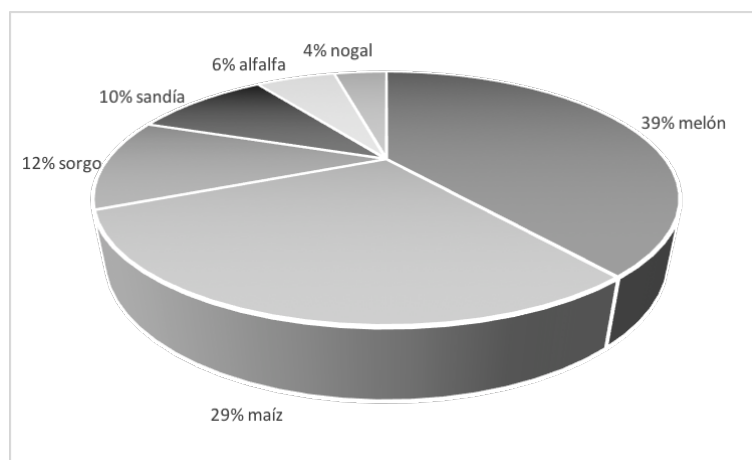


Figura 5. Porcentaje de productores con algún tipo de cultivos. Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas, 2015.

Una pregunta en la encuesta llevó a los productores a marcar los cultivos que siembran. Esta pregunta identifica la distribución respecto al manejo de los cultivos y ayuda a garantizar una muestra representativa de la región. El cultivo

que más siembran los encuestados es el melón, con una participación del 39%. Otras categorías registraron altos porcentajes de manejo agrícola, como es el caso de los cultivos forrajeros, sobresaliendo el maíz y la producción de sorgo. La Figura 5 muestra los cultivos y el porcentaje de productores dedicados a producirlos.

4.1.3. Ingreso

El ingreso anual es una de las preguntas más frecuentes en las encuestas debido a su alcance universal. Esta variable permite aclarar si una muestra representativa se ha obtenido porque todos tienen ingresos y, además, indica directamente el poder adquisitivo de un individuo; es decir, esta característica permite observar la correlación entre la DAP de los productores por el estiércol y sus ingresos. En la Figura 6 se muestra el ingreso anual de los productores entrevistados. Para obtener esta respuesta, en la encuesta se le aseguró al productor que su respuesta sería estrictamente confidencial.

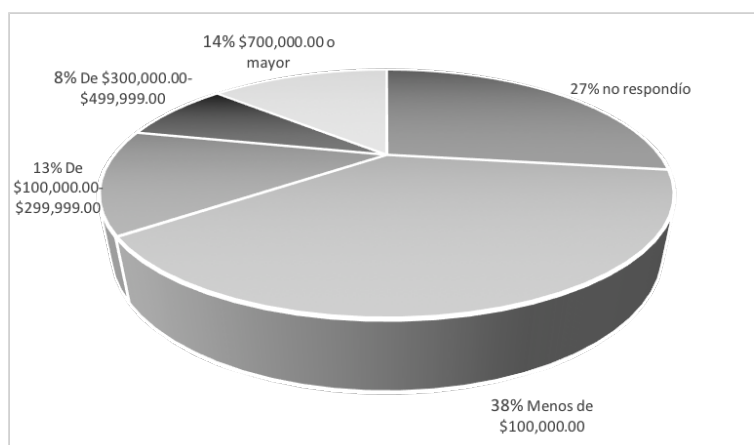


Figura 6. Ingreso anual de los productores. Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

4.2. Experiencia y preferencia de los productores

En el sistema de producción ganadera de la región son muy comunes los amontonamientos de estiércol y el uso de fosas o lagunas donde es depositada el agua residual proveniente de las áreas de alimentación y de las salas de ordeña. Al respecto, tanto los productores encuestados como los expertos

entrevistados informaron que la práctica común en la zona es el apilado del estiércol recogido de los establos en montones descubiertos.

Precediendo a la pregunta de valoración contingente, para medir la DAP, hay tres preguntas que abordan claramente el tema de la encuesta. Estas preguntas se refieren a la experiencia previa de uso del estiércol, la preferencia por el tipo de estiércol, y la preferencia de la aplicación del mismo. Esta información tiene su fundamento en la teoría de la demanda, donde la demanda de productos es una función de los gustos y preferencias, los precios de los productos relacionados, expectativas de los productos, ingresos y la población (Cramer, Jensen y Southgate, 2001).

En este sentido, tan sólo el 57% de los productores indicaron haber aplicado estiércol en alguna de sus parcelas en los últimos cinco años. Esta pregunta fue diseñada para medir la experiencia de los productores con el uso del estiércol, y ayuda a identificar la correlación entre la aplicación previa de estiércol y la DAP del productor. Algunos estudios revelan como la experiencia previa o el conocimiento de un producto aumenta significativamente las tasas de adopción de la tecnología. Koundouri *et al.* (2006) discutieron la adopción de tecnología en riego, y encontraron como la incertidumbre asociada a la adopción de cualquier tecnología agrícola tiene dos características: la percepción del riesgo de futuros rendimientos agrícolas después de la adopción y la producción o la incertidumbre de los precios relacionados con la agricultura misma. En otro estudio, elaborado por Núñez y McCann (2004), se considera como la disminución de la incertidumbre y el aumento de la conciencia de algunos productores que utilizan estiércol, incrementa la probabilidad de utilizar el estiércol.

El motivo principal por el cual se evita el uso del estiércol es porque los agricultores lo consideran como acarreador de plagas, las cuales pueden afectar el rendimiento y la producción de sus cultivos. Por tal motivo prefieren la

aplicación de fertilizantes inorgánicos³. A partir de éste hallazgo se puede inferir que hay un desconocimiento sobre el uso y propiedades del estiércol por un porcentaje (43%) de la población de agricultores.

En la región, la introducción de fertilizantes inorgánicos ha reducido indirectamente el conocimiento sobre el manejo del estiércol. Esto es debido, principalmente, a lo reportado por Teenstra *et al.* (2014); mencionan como los fertilizantes inorgánicos proporcionan a los agricultores la oportunidad de corregir fácilmente cualquier defecto en el sistema de producción agrícola, sin preocuparse por el uso (o mal uso) de los fertilizantes orgánicos. Sin embargo, los fertilizantes inorgánicos no reponen la pérdida de materia orgánica del suelo, lo cual es un factor importante en los suelos, haciéndolos saludables, además de aumentar la resiliencia ante el cambio climático.

Dado lo anterior, los agricultores deben estimar el valor de la fertilización con estiércol y en consecuencia reducir las dosis de fertilizantes inorgánicos. Brandjes *et al.* (1996) sugieren que, siempre y cuando, la composición de nutrientes del estiércol se conozca, los agricultores pueden estimar el aporte de nutrientes a sus cultivos a partir de una cierta dosis de estiércol. Si se necesita un suministro adicional para un óptimo crecimiento de los cultivos, pueden recargar el suministro por medio de fertilizantes inorgánicos.

Los pequeños agricultores de la región, quienes son predominantemente un segmento de bajos ingresos, están menos informados sobre el manejo del estiércol, a diferencia de los medianos y grandes agricultores. Seefeldt (2015) menciona que un valor, a menudo pasado por alto por los productores a pequeña escala, es el potencial del estiércol como una fuente de fertilizante. En adición, se encontró que el nivel de conocimiento de los agricultores aumenta con el tamaño de la explotación y parece estar relacionado con el nivel de educación. Al respecto, Faturoti, Emah, Isife, Tenkouano y Lemchi (2006) encontraron al grado académico y la experiencia en la actividad como factores

³ Observación obtenida de las encuestas a productores con bajo nivel de escolaridad.

determinantes para la adopción de algún tipo de innovación. El 86% de la población encuestada tiene un nivel de estudio, desde la secundaria hasta licenciatura y algunos con maestría, mientras el porcentaje restante solo tienen primaria o menos (Figura 7). Al respecto, el manejo integrado del estiércol tiende a estar más presente en los planes de estudio a nivel de las universidades agrícolas y cursos de formación profesional⁴.

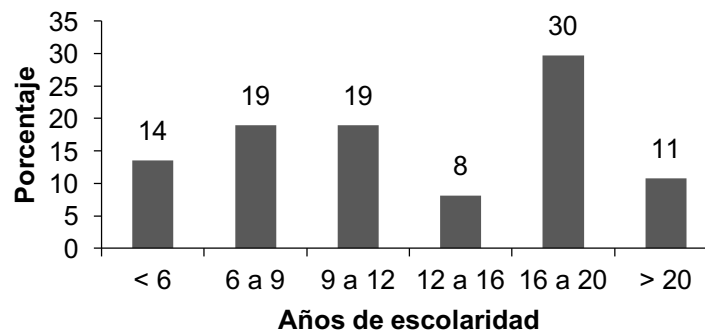


Figura 7. Años de escolaridad de los productores entrevistados. Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas, 2015.

Por otro lado, en las explotaciones ganaderas el 80% de los productores utilizan todo el estiércol obtenido en sus parcelas para la producción de forraje, y de esta manera ahorrar en fertilizantes inorgánicos. Ante esta situación, algunos agricultores, dedicados exclusivamente al sector agrícola, consideran que no hay disponibilidad de estiércol en la zona. Sin embargo, el 20% restante de las explotaciones ganaderas encuestadas no usan el estiércol en sus parcelas, ellos prefieren sacarlo para mantener el establo limpio. El motivo principal de éste comportamiento es la falta de mano de obra para recoger y manejar el estiércol adecuadamente.

En los siguientes puntos de la encuesta, respecto a si la forma de estiércol influye significativamente en la decisión de compra de los productores. Los resultados muestran como el 5% no tiene ninguna preferencia sobre la forma del estiércol para aplicarlo en sus parcelas. Mientras el 95% restante indican

⁴ Información obtenida con base en los testimonios de los expertos de las instituciones regionales.

una preferencia por la aplicación de estiércol, donde el 90% prefiere la forma sólida a la forma líquida. Las razones de esta preferencia son claras. Se puede confiar en la percepción de que el estiércol sólido es menos oloroso, más fácil de manejar, y contiene menos agua, lo cual resulta en un contenido de nutrientes más preciso.

Sin embargo, una práctica común en la región es la aplicación de estiércol sin un tratamiento previo, y puede ser tanto estiércol fresco como seco, en dosis desde las 80 ton.ha⁻¹ hasta 150 ton.ha⁻¹. Estas aplicaciones se llevan a cabo una vez al año, después de la cosecha y antes de la siembra. Cuando el estiércol se encuentra distribuido en la parcela, se procede a incorporarlo al suelo, llevándose a cabo la descomposición y de esta manera los nutrientes se encuentren disponibles para los cultivos.

Esta actividad se realiza porque la mayor parte del contenido de nitrógeno del estiércol se encuentra en forma orgánica y se debe mineralizar antes de llegar a los cultivos y puedan aprovecharlo. Como mencionan Brandjes *et al.* (1996), se requiere de una distribución homogénea del estiércol en las tierras de cultivo, por tal motivo se deben buscar medidas adoptadas para promover la distribución de estiércol, y de esta manera evitar la sobredosis. Por su parte, en el documento de Ochoa *et al.* (2011) hay mención sobre la aplicación de estiércol en dosis bajas, lo cual permite un mejor aprovechamiento de los nutrimentos por los cultivos.

Para la variable sobre la preferencia de aplicación del estiércol, y sabiendo que la incorporación al suelo (subsuelo) es más inclusivo y costoso que la aplicación superficial. Los resultados revelan que el 100% de los productores, dispuestos a aplicar el estiércol, prefieren la incorporación al suelo. Debido a que de esta forma se captura la mayor cantidad de nutrientes, y no sólo se reduce la pérdida de nutrientes a la atmósfera, sino también ayuda a controlar la contaminación del agua.

En cuanto a las restricciones de temporalidad que pondrían los productores para la aplicación de estiércol en sus parcelas. La restricción más común, evidenciada por el 89% de los encuestados, es para las aplicaciones después de la cosecha y antes de la siembra. La aplicación de estiércol entre temporadas de cultivo permite a los productores incorporarlo de inmediato al suelo y reducir la pérdida de nutrientes por volatilización y escorrentía. Sólo el 3% de los productores indicaron una preferencia por las aplicaciones durante la temporada de crecimiento, siempre y cuando no interfiera con el crecimiento del cultivo. Mientras otro 3% no indicaron ninguna restricción sobre cuándo se puede aplicar el estiércol. El 5% restante no contestó la pregunta.

4.3. Preferencias por los atributos del estiércol

La pregunta de valoración contingente se utilizó para medir la DAP de los agricultores por el estiércol. Esta pregunta es la razón principal de la encuesta, y ha sido diseñada para minimizar cualquier sesgo y asegurar que todos los productores entiendan a fondo la situación. Esta sección detalla los esfuerzos por minimizar el fenómeno de sesgo hipotético, el cual requiere cuidado en el diseño.

Al suponer que son pocos los productores con preferencias por la aplicación de estiércol en su parcela, en la encuesta la pregunta supone una preferencia por el uso de fertilizante inorgánico en las parcelas, de manera tradicional. Como se verificó anteriormente, menos del 50% de los productores respondieron no haber aplicado estiércol en los últimos cinco años. En este sentido, la pregunta permite que cerca de la mitad de los productores simplifiquen la situación hipotética, y pueden enfocarse solamente en como los atributos del estiércol y el precio afectan su decisión.

Dentro de esta pregunta, se consideran cinco variables. Los atributos del estiércol incluyen el tipo de estiércol, el tipo de aplicación, la forma de estiércol, el ahorro en fertilizantes inorgánicos y el precio que los productores están dispuestos a pagar por el estiércol. Para simplificar, sólo el estiércol de bovino

lechero se considera en la encuesta, por ser una de las principales industrias ganaderas en la Comarca Lagunera.

El tipo de aplicación varía en la pregunta de valoración contingente, siendo la incorporación del estiércol o ninguna incorporación. Aunque esta variable se mide individualmente, permite observar la interacción entre las otras variables. La encuesta no especifica si la incorporación se producirá en el momento de la aplicación o después de la aplicación. Sin embargo, se puede inferir que una aplicación de estiércol sólido requeriría algún tipo de labranza del suelo para completar la incorporación. El estiércol en estado líquido se puede incorporar usando un aplicador especializado en el momento de la difusión sin labranza del suelo.

La forma de aplicación del estiércol también se consideró en la encuesta: líquido o sólido. Debido a que en las operaciones ganaderas de la Comarca Lagunera se utiliza agua para lavar las instalaciones, y es depositada en sistemas de lagunas para el almacenamiento de residuos. Esto permite ofrecer estiércol de forma líquida y justifica el uso de estiércol líquido en la encuesta.

La variable ahorro consta de un valor observable de \$ 2000. En el ahorro se considera la reducción del costo del fertilizante comercial al sustituirlo por la aplicación de estiércol. Esto anima a los productores a reconocer el ahorro como un atributo positivo del estiércol, especulando al ahorro como un factor determinante en la disposición a pagar.

La determinación del precio del estiércol se basa en muchas consideraciones. Se asume que todos los productores representan una de las siguientes categorías planteadas. Para algunos productores, su disposición a pagar es superior a \$ 0, es decir, están dispuestos a pagar un precio positivo por el estiércol para ser aplicado en sus parcelas. Para otros, la disposición a pagar es igual a \$ 0, esto indica que el productor aplicaría el estiércol, pero no está dispuesto a pagar por él. La disposición a pagar de otros productores es menor

de \$ 0, ellos esperan recibir un pago para aceptar el estiércol y aplicarlo en sus parcelas.

La consideración más importante para determinar un rango de precios es el ahorro. Se puede suponer como unos pocos productores están dispuestos a pagar un precio que supere en gran medida sus ahorros. Por lo tanto, el precio límite superior que un productor podría pagar es de \$ 2000 mas, el doble del ahorro total. Así, si a un productor se le dice que tendrá un ahorro de \$ 2000, el precio más alto revelado en la encuesta será de \$ 4000. Del mismo modo, se establece un valor en el límite inferior, al suponer un comportamiento de los productores donde pueden negarse a aplicar el estiércol a menos que sean compensados. Este componente permite determinar el número de productores que requieren indemnización previa a la aplicación de estiércol en sus parcelas. Estos precios se registran como números negativos, lo que indica un precio negativo observado. En resumen, el rango de precios va de entre \$ -2000 y \$ 4000.

En términos de respuesta, los productores pueden marcar "Sí", "No" o "Sin respuesta." En teoría, si los productores marcan "Sí", entonces se llega a la conclusión de que se permitiría la aplicación del estiércol, con sujeción a los atributos del producto y precio descrito en la encuesta. Del mismo modo, una respuesta "No" incluye tanto a los productores que no están dispuestos a pagar por el estiércol y los que no permiten la aplicación. La opción "Sin respuesta", se ofrece a los productores que no pueden tomar una decisión, y así se evita frustrar a los encuestados y hacerlos sentir obligados a responder sin la información adecuada.

De esta manera, el 68% de los productores encuestados respondieron aceptar la oferta de aplicación de estiércol, mientras el 32% rechazan esta oferta hipotética; sin embargo, cerca de una cuarta parte de éstos aplicaría el estiércol siempre y cuando se les compensara por ello. Tan sólo el 3% marcaron la opción "Sin respuesta", indicando tener una preferencia por algún otro tipo de mecanismo para la toma de la decisión.

4.4. Análisis de componentes principales

4.4.1. Sistema pecuario

Como primera parte de éste apartado se analizó el sistema pecuario; es decir, la población de ganaderos. Se obtuvieron tres componentes principales (CP) con varianzas mayores de 1.0, los cuales acumularon el 76% del total de la variabilidad de los datos analizados (Cuadro 11), por tal motivo podrían ser considerados para la descripción de los resultados (Manly, 1986).

El CP 1 alcanzó una variabilidad acumulada de 33% (Cuadro 11); caracterizado de manera positiva por los aspectos tipo de ganado, número de animales e ingreso anual; éstos aspectos alcanzaron los valores absolutos más altos (Cuadro 12). Esta característica describe al típico ganadero de la región. Se puede interpretar por lo tanto que este factor se relaciona mayormente con la orientación productiva. Como el muestreo de las explotaciones ganaderas se llevó a cabo en diferentes municipios, la escala de producción resultó ser muy variable. El número de cabezas de ganado lechero de las explotaciones visitadas varía desde los 300 animales hasta más de 10,000. Por tal motivo, el ingreso de los ganaderos contenidos en este CP es elevado debido exclusivamente a su intensa actividad en el sistema pecuario predominante de la región.

Cuadro 11. Valores de tres componentes principales evaluando el uso y manejo de estiércol en los establos de la Comarca Lagunera.

Componentes Principales	Valores propios	Proporción	Proporción acumulada
1	2.67	0.33	0.33
2	2.14	0.27	0.60
3	1.25	0.16	0.76

Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

Así, por ejemplo, el ganadero número 8 registró un ingreso anual de \$700,000 con 10,000 cabezas de ganado, tanto lechero como de engorda. En contraste, el productor número 7, cuyo valor absoluto encontrado es el más negativo, tuvo un ingreso anual de \$400,000, con más de 500 cabezas de ganado, solamente lechero (Cuadro 13).

Cuadro 12. Eigenvectores (varianzas) de tres componentes principales sobre el uso y manejo del estiércol en los establos de la Comarca Lagunera.

Variables	CP 1	CP 2	CP 3
Tipo de ganado	0.42	-0.39	-0.27
No. animales	0.56	-0.17	0.07
Prod. estiércol	0.18	0.02	0.79
Venta estiércol	0.37	0.07	-0.38
Precio camión	-0.30	-0.14	0.09
Ingreso anual	0.49	0.30	0.23
Edad	0.03	0.66	0.04
Escolaridad	-0.04	-0.52	0.31

Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

Cuadro 13. Valores estandarizados de tres componentes principales de los ganaderos de la Comarca Lagunera.

Ganadero	CP 1	CP 2	CP 3
1	0.94	2.62	-0.28
2	-0.92	1.31	-1.00
3	1.13	0.44	1.74
4	0.28	1.62	0.50
5	-0.36	-0.24	-1.13
6	-1.23	-0.64	-0.33
7	-1.98	-0.64	-0.18
8	3.73	-1.74	-0.64
9	-0.97	-1.16	2.09
10	-0.62	-1.57	-0.75

Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

Respecto al CP 2, presentó un 27% de la varianza total (Cuadro 11). Este componente se caracteriza positivamente por los aspectos edad, escolaridad y tipo de ganado (Cuadro 12). Se encontró que los ganaderos de mayor edad, aunque presentan una escolaridad variable, manejan cierta cantidad de ganado lechero, debido a su experiencia en este tipo de sistema. En este sentido, el ganadero 1 caracterizó mayormente al componente, por presentar el valor absoluto más alto. Éste productor, aunque no presenta una elevada escolaridad (solo licenciatura), es de los ganaderos con mayor edad (79) y ésta característica le permite tener la experiencia necesaria para sobresalir en la producción lechera de la región. Por el lado contrario, se encuentra el ganadero 8 con el valor absoluto más negativo. Éste productor presenta escolaridad a nivel de licenciatura también, sin embargo, es de los ganaderos más jóvenes

con apenas 51 años, por tal motivo no tiene tanta experiencia como el productor anterior.

Con base en los resultados obtenidos, se puede inferir que el nivel de conocimiento de los ganaderos aumenta con la experiencia en el ramo, lo cual se relaciona con el tamaño de la explotación, y no parece estar relacionado con el nivel de la educación, como sucede en el caso de los agricultores. Al respecto, algunos investigadores mencionan que el nivel educacional de los productores es una limitante para el proceso de toma de decisiones, tanto técnicas como administrativas (Lerdon y Aspe, 2000). En este sentido, los productores con mayor educación, poseen una mayor flexibilidad para la adopción de nuevas técnicas (Craig, 1992; Monardes, Cox, Cox, Niño y Ortega, 1990). Sin embargo, Stup, Hyde y Holden (2006) mencionan que los elementos de manejo adoptados por un productor, no parecen estar ligados a su nivel educativo.

Respecto a la caracterización de los grupos de ganaderos, se observó que los CP 1 y 2 tienen un nivel más alto de especialización, mayor cantidad de animales, y por lo tanto son los que reciben mayores ingresos. Estos resultados concuerdan con Cesín, Aliphath, Ramírez, Herrera y Martínez (2007), ya que mencionan que los ganaderos con mayor número de animales tienden a especializarse en la producción.

El último componente del sistema pecuario, el CP 3, presentó el 16 % de la variabilidad total (Cuadro 11). Éste componente se encuentra relacionado con una alta producción de estiércol (ton) asociada negativamente con una reducida venta del mismo, es decir, prefiere aplicar todo el estiércol que obtiene de su ganado en sus parcelas para la producción de forrajes (Cuadro 12). El ganadero número 9 presentó mayormente estas características (Cuadro 13). Una práctica común en las explotaciones ganaderas, es la utilización del estiércol del ganado lechero en sus parcelas para la producción de forraje, y de esta manera ahorrar en fertilizante inorgánico, esta situación se presentó en el 80% de los establos visitados. Ante esta situación, algunos agricultores, dedicados exclusivamente al sector agrícola, consideran que no hay

disponibilidad de estiércol en la zona. Sin embargo, el ganadero 5 representa la situación contraria con el valor absoluto más negativo. Aunque este productor posee una elevada producción de estiércol, prefiere no usarlo en sus parcelas, y opta por venderlo para mantener el establo limpio. El principal motivo que lleva a tomar esta decisión es la falta de mano de obra para recoger y manejar el estiércol adecuadamente.

4.4.2. Sistema agrícola

Para el caso de los agricultores, cinco componentes principales fueron obtenidos con varianzas (eigenvectores) mayores que 1.0. Estos cinco componentes acumularon el 79% de la variabilidad total de los datos, por lo tanto, fueron consideradas para la descripción de resultados (Manly, 1986) (Cuadro 14).

El CP 1 fue caracterizado de manera positiva por los aspectos de cuanto pagar, usaría estiércol y ganado, y de manera negativa con la DAC, principalmente (Cuadro 15). Esto quiere decir, los agricultores al tener experiencia con el manejo del estiércol estarían dispuestos a pagar por él para aplicarlo en sus parcelas. Sin embargo, estos productores también poseen una parte de ganado, y ésta es su fuente de estiércol; por tal motivo no les interesa adquirirlo de otros establos por el momento, aunque reconoce el valor que tiene un camión con 15 ton de estiércol. Como ejemplo, se tiene al agricultor número 8. Éste se dedica al monocultivo, y aunque complementa sus actividades con la ganadería, el estaría dispuesto a pagar hasta \$2,500 por un camión con 15 ton de estiércol. Caso contrario se observa en el agricultor número 20, el cual al no complementar sus actividades económicas con la ganadería desconoce las características y beneficios que le proporciona el estiércol al ser usado como fertilizante, por tal motivo se muestra renuente a pagar por él (Cuadro 16).

Respecto a esta característica de compartir los sistemas de producción, es decir, la actividad agrícola con la ganadera, ha sido identificada por Robles, Vannini y Álvarez (2005) como un medio para dar valor agregado a ambos tipos

de sistemas, donde el productor busca mantener un balance entre el número de animales en producción y el recurso agrícola del cual dispone, complementando así su actividad económica.

En consecuencia, Figueroa (2013) menciona que ante esta situación donde la preponderancia de alguna de las dos actividades es identificable, lo más apropiado sería hablar de un sistema agrícola complementado con ganadería o de un sistema ganadero complementado con agricultura, dependiendo de las particularidades del caso de estudio. Esta postura encuentra su fundamento en que el término *complementario*, según la Real Academia Española significa *que sirve para completar o perfeccionar alguna cosa*.

Cuadro 14. Valores de cinco componentes principales evaluando el uso y manejo de estiércol en las parcelas de la Comarca Lagunera.

Componentes Principales	Valores propios	Proporción	Proporción acumulada
1	3.65	0.26	0.26
2	2.19	0.16	0.42
3	1.90	0.14	0.55
4	1.76	0.13	0.68
5	1.55	0.11	0.79

Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

Cuadro 15. Eigenvectores (varianzas) de cinco componentes principales sobre el uso y manejo del estiércol en las parcelas de la Comarca Lagunera.

Variables	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
Cultivos	0.15	-0.01	0.53	0.05	0.04
Ganado	0.32	-0.13	-0.32	-0.21	0.23
Aplica estiércol	0.19	0.55	-0.16	0.08	0.10
Ton estiércol	0.18	0.49	-0.25	0.04	0.19
Cont. fertilizante	0.05	0.08	0.37	0.45	0.24
NPK	0.22	-0.46	-0.14	0.20	0.27
Mejorador	0.20	0.23	0.13	0.48	-0.22
Cuanto pagar	0.39	-0.15	0.28	-0.02	-0.07
Usaría estiércol	0.40	0.04	-0.01	0.11	-0.40
DAP	0.21	-0.15	0.09	-0.25	-0.44
DAC	-0.39	-0.10	-0.17	0.35	0.05
No aplica	-0.14	-0.21	-0.26	0.47	-0.36
Seguro de pagar	0.33	-0.08	-0.42	0.15	-0.15
Ingreso	0.29	-0.24	1.8E-03	0.17	0.45

Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

En cuanto al CP 2, se encontró diferenciado de manera positiva por las variables aplica estiércol y ton de estiércol, y en sentido contrario por NPK (Cuadro 15). Las características de los agricultores pertenecientes a éste componente son estar interesados en aplicar el estiércol, en las cantidades requeridas por los cultivos; principalmente porque presumen conocer las propiedades del estiércol como fertilizante y mejorador de suelo, sin embargo, desconocen las cantidades equivalentes de los nutrientes principales que aporta a los cultivos, como son NPK. A manera de ejemplo, sobresale el agricultor número 5 (Cuadro 16). Éste se dedica al policultivo (melón, forraje, etc.) y aunque no se involucra en las actividades de ganadería, ha aplicado estiércol en sus parcelas en los últimos 5 años, y está dispuesto a pagar \$2,000 por un camión de 15 ton con estiércol. Por el contrario, sobresale el productor 11, el cual también presenta policultivo, pero desconoce las propiedades del estiércol por lo cual no lo ha aplicado en sus parcelas, aunque reconoce que el precio de un camión de estiércol se encuentra alrededor de los \$3,000 por su zona agrícola.

El CP 3 fue definido principalmente por los factores cultivos, de manera positiva, y seguro de pagar y ganado, de manera negativa (Cuadro 15). Los agricultores dentro de este componente se caracterizan por dedicarse completamente a la agricultura. No tienen algún tipo de relación con las actividades del sistema pecuario. Por tal motivo se muestran inseguros al momento de pagar por usar el estiércol en sus parcelas, debido principalmente al desconocimiento de las propiedades del estiércol. Sin embargo, una vez que se le proporciona información sobre sus características como fertilizante, algunos cambian de percepción. Como ejemplo se tiene al agricultor 4, dedicado a la producción de policultivos, éste menciona nunca haber usado el estiércol como fertilizante y asegura que no lo usaría, debido al desconocimiento que existe. Mientras, el agricultor 6 tiene actividades agrícolas (monocultivo) y pecuarias (cabras), por tal motivo ha utilizado el estiércol con anterioridad en sus parcelas; sin embargo, no está dispuesto a pagar por un camión con estiércol. Éste agricultor

aceptaría aplicar el estiércol bovino siempre y cuando se lo regalaran (Cuadro 16).

Cuadro 16. Valores estandarizados de cinco componentes principales de los agricultores de la Comarca Lagunera.

Agricultor	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
1	-0.07	-1.79	-1.94	-1.32	0.52
2	-1.03	-0.27	1.14	-0.56	0.02
3	-0.35	0.13	2.14	0.47	-0.22
4	-0.34	0.00	2.57	0.05	-0.65
5	1.16	2.05	-0.10	-0.24	-0.77
6	0.09	1.83	-2.66	-1.32	0.96
7	2.46	-2.11	0.83	1.13	1.69
8	3.00	0.08	-1.17	1.00	1.80
9	2.69	-2.29	0.93	0.84	1.20
10	0.90	2.11	-2.15	-0.51	0.07
11	2.18	-2.94	-0.08	-1.08	1.18
12	-1.45	-2.13	-1.57	3.34	-1.73
13	0.70	1.92	-0.47	1.14	1.40
14	1.02	1.04	1.15	-0.08	0.01
15	-0.45	0.05	0.71	0.30	-0.72
16	-1.99	-1.09	-1.80	2.41	-2.16
17	1.13	1.13	-0.66	0.10	-0.16
18	-4.98	-0.24	0.44	-0.21	2.39
19	-1.30	1.50	-0.01	1.94	0.37
20	-5.07	-0.40	-0.30	-1.09	1.91
21	-0.33	-0.95	1.33	-2.20	-1.54
22	0.49	-1.31	-0.98	-2.50	-1.39
23	-0.74	-0.13	0.80	-0.93	-1.21
24	1.16	0.55	-1.16	-1.07	-1.21
25	0.51	1.63	1.53	0.16	-0.66
26	0.71	1.87	1.70	0.69	0.25
27	-0.09	-0.25	-0.20	-0.49	-1.36

Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

Por su parte, los aspectos mejorador, no aplica, contenido de fertilizante y la DAC definieron principalmente al CP 4 (Cuadro 15). Los agricultores dentro de este grupo conocen las características del estiércol como mejorador de las propiedades del suelo, como es retenedor de humedad y mejorar la textura, así como el contenido de fertilizante que aporta a los cultivos. Sin embargo, solo estarían dispuestos a aplicarlo siempre y cuando los ganaderos les pagaran por aceptar el estiércol y de esta manera usarlo en sus parcelas, no están

dispuestos a pagar por el estiércol. A manera de ejemplo (Cuadro 16), sobresale el agricultor 12, dedicado principalmente a la agricultura y nunca ha aplicado estiércol en sus parcelas, pero reconoce las características que presenta como sustituto del fertilizante inorgánico y sólo estaría dispuesto a aplicarlo en sus parcelas si el ganadero ofrece pagarle \$1,000 por ello. Por el lado contrario, se encuentra el agricultor 22, dedicado a la agricultura y ganadería, pero desconoce las características del estiércol y por lo tanto no lo aplica en sus parcelas.

Por último, el CP 5 fue definido de manera positiva por el aspecto ingreso, y de manera negativa por los aspectos DAP y usaría estiércol (Cuadro 15). Los agricultores dentro de este componente se caracterizan por tener altos ingresos proveniente exclusivamente de las actividades agrícolas, y aunque conocen las características del estiércol como fertilizante, no están dispuestos a pagar por él y mucho menos aplicarlo en sus parcelas. Para ejemplificar este caso, se tiene al agricultor 18, el cual a pesar de tener conocimiento sobre el estiércol, prefiere no aplicarlo y seguir con la aplicación de fertilizantes inorgánicos, en el cultivo de melón, que es su principal cultivo (Cuadro 16).

Sin duda existe una estrecha relación entre los cultivos de la región y la ganadería. En este sentido, Castaños (2009), hace referencia al ganado bovino como un importante generador de estiércol, el cual es utilizado como una fuente importante de materia orgánica y nutrientes para el suelo agrícola, además de que contribuye a la conservación y mejoramiento del mismo.

Bajo estas condiciones, el sistema agrícola es capaz de brindar el abastecimiento de los principales insumos forrajeros para la producción de leche, lo que origina una dependencia de los sistemas productivos.

A través de las relaciones entre la ganadería y la agricultura se confiere una estructura y una distribución territorial determinada. Cuanto más rígida es esta relación, mayor es el nivel de dependencia entre sectores con respecto al suministro de insumos. En definitiva, lo que se plantea en este trabajo es que la

organización de la producción agrícola en la Comarca Lagunera bajo ningún punto de vista puede ser entendida si no se la considera como una práctica económica integrada junto con la ganadería. Este comportamiento puede ser entendido bajo el enfoque metodológico de la Teoría General de Sistemas, como señala Luhmann (1998), donde los sistemas de producción no son capaces de tener vida propia, de forma autorregulada e independiente, por tal motivo se puede considerar a éstos como sistemas en paralelo. Además, se estipula que los sistemas se crean, operan y producen en función de las características de su entorno, ya que éste determina en gran medida los insumos, la especie y genotipo de animales presentes en el sistema, las estrategias de producción, la tecnología y la inversión económica; aspectos que supeditan el objetivo y metas del propio sistema (Ortiz y Ortega, 2001).

4.5. Determinación de la disponibilidad a pagar

4.5.1. Análisis del método de valoración contingente

La pregunta principal de la encuesta se centra en la identificación de un valor de la disposición a pagar por el productor, basado en atributos de estiércol mediante la aplicación del método de valoración contingente. En las regresiones de probabilidad de responder SI a la pregunta de disponibilidad a pagar siempre es la variable dependiente y el precio a pagar siempre es una de las variables independientes.

Antes de analizar los modelos, es importante aclarar las variables y cualquier manipulación realizada en el conjunto original de datos. En el Cuadro 17 se destacan las variables utilizadas en los procedimientos de estimación y la respectiva pregunta de la encuesta que llevó a la información. Las variables son ficticias, lo que permite expresar características cualitativas de los encuestados en forma binaria; por lo tanto, requieren una interpretación alterada de los coeficientes en relación con otras variables explicativas (Hill *et al.*, 2001).

Para corregir el sesgo hipotético se empleó una técnica de calibración de certeza que produce dos conjuntos de datos individuales: uno calibrado y otro

sin calibrar. Estos datos se encuentran bajo la influencia del mecanismo Cheap Talk administrado durante la encuesta, como se mencionó en el apartado de materiales y métodos, lo cual proporciona dos conjuntos de datos parciales, la creación de un límite inferior y superior de los valores verdaderos (Norwood, Luter y Massey, 2005).

Antes de aplicar cualquier técnica de calibración, el 68% de los encuestados dijeron que estarían de acuerdo con la oferta de estiércol. Después de calibrar las respuestas, se encontró que sólo el 51% de los encuestados estarían ejerciendo teóricamente el escenario de la encuesta en un mercado real. Como se puede ver, esta herramienta reduce el porcentaje de encuestados que indican que estarían de acuerdo en un 17%.

Cuadro 17. Variables de la encuesta.

Pregunta de la encuesta	Variable	Descripción
Probabilidad de responder SI a la pregunta sobre la DAP	<i>Prob(SI)</i>	1 si el usuario responde positivamente, 0 en caso contrario
¿Ha aplicado estiércol en alguna de sus parcelas en los últimos cinco años?	<i>Experiencia</i>	1 si "Sí", 0 en caso contrario
Pregunta de valoración contingente: variables predeterminadas para responder en la encuesta	<i>Ahorro</i>	1 si el ahorro es >\$2000/ha de fertilizante comercial, 0 si el ahorro es <\$ 2000/ha
	<i>Incorporación</i>	1 si incorpora el estiércol, 0 si no se incorpora
	<i>Forma</i>	1 si el estiércol es sólido, 0 en caso contrario
Precio que el productor pagaría en la encuesta	<i>Precio</i>	-2000, -1000, ..., 0, ..., 3000, 4000
Ingreso anual (los datos se ajustan en función de la máxima categoría)	<i>Ingreso</i>	1 si es menos de \$100,000 2 si es de \$100,000 a \$299,999 3 si es de \$300,000 a \$499,999 4 si es de \$500,000 a \$699,999 5 si es mayor a \$700,000

Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta realizada, 2015.

Al respecto, los resultados de las regresiones de los modelos se presentan en el Cuadro 18, donde se reportan las estimaciones de las variables utilizadas en la estimación, los coeficientes de cada variable y su respectivo estadístico “*t*”, para dos modelos. El primer modelo es sin calibrar, lo que significa que las respuestas de la encuesta no se modificaron, conservando la respuesta

otorgada por el productor a la pregunta de certeza. El segundo modelo contiene las estimaciones para el modelo calibrado, donde todas las respuestas "sí" se cambian a "no" si el entrevistado indicó un nivel de certeza de menos de 4 en la escala de Liker.

Cabe señalar que, en algunas encuestas, los productores optaron por no responder a preguntas específicas. Por ejemplo, algunos optaron por no identificar un rango de ingresos. Debido a que no se puede predecir el ingreso de estas personas, las observaciones deben ser omitidas en el conjunto de datos para evitar cualquier sesgo.

Cuadro 18. Parámetros estimados de la disponibilidad a pagar por estiércol.

Variable	Modelo no calibrado	Modelo calibrado
	Parámetros estimados (t-estadísticos)	
Constante	-1.22194311 (-0.937)	-0.62242910 (-0.562)
Precio	0.00115485 (2.421)**	0.00094151 (2.312)**
Ahorro	3.30459690 (1.709)***	-0.44724887 (-0.303)
Incorporación	-1.38421296 (-0.824)	1.27672082 (0.875)
Forma	0.43610948 (0.353)	0.56436964 (0.502)
Experiencia	-2.34287327 (-1.979)**	-1.66471604 (-1.599)***
Logaritmo de verosimilitud	-16.42268	-17.42268
Logaritmo de verosimilitud restringida	-23.98633	-23.98633
Pseudo R-cuadrado	0.3153316	0.2545548
Porcentaje de predicción	75.676%	75.676%
LR (Razón de Verosimilitud)	15.12730	12.21167

Nota: Dobles y triples asteriscos indican significancia estadística al 5% y 10%, respectivamente.
Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados obtenidos del software N-Logit 4.

Los resultados de los modelos muestran que algunos de los signos de los coeficientes que acompañan a las variables son los esperados. Los dos modelos se mantienen con un buen ajuste en términos del Pseudo R-cuadrado,

de 31.5% y 25.4% respectivamente⁵. Además, se encontró que estos modelos predicen correctamente (75.67%) según el porcentaje de predicción.

Es necesario precisar que los valores de los estadísticos “t” de los modelos no son significativos en la mayoría, sin embargo, son variables representativas. En este sentido, el coeficiente de la variable *precio* es positivo, contrario a lo esperado. Se esperaba que a mayor precio del estiércol la probabilidad de obtener una respuesta positiva por parte de los productores sería menor. Esta variable es significativa, y sugiere que el precio del estiércol es determinante en la decisión de compra de los productores. Sin embargo, es un resultado alentador por el hecho de que muchos productores están dispuestos a pagar un precio positivo por aceptar el estiércol.

La variable *ahorro* presenta un signo positivo en el modelo no calibrado, indicando que, a mayor nivel de ahorro de los productores, la probabilidad de obtener una respuesta positiva es mayor; lo contrario ocurre en el modelo calibrado, donde el signo obtenido fue negativo. Como con el fertilizante inorgánico el ahorro sube y baja, se esperaría que el valor del estiércol aumente o disminuya en consecuencia. La significancia de la variable *ahorro* en el modelo no calibrado implica que los productores están dispuestos a pagar cualquier precio por aceptar el estiércol, siempre que tengan ahorros en el costo de los fertilizantes inorgánicos.

Este comportamiento es apoyado por los estudios realizados por Feinerman, Bosch y Pease (2004), donde se asume que si un agricultor acepta el estiércol, pagaría todo el valor nutricional, siendo esencialmente el ahorro en fertilizantes inorgánicos. Por otro lado, estudios como los de Glewen y Koelsch (2001) y Metcalfe, Yoder, Williams y Carreira (2001) apoyan que la DAP está influenciada por ahorros que van desde \$ 0 y un valor ligeramente positivo; por

⁵ Los valores del Pseudo R-cuadrado comprendidos en un intervalo de 0.20-0.40 equivale a un R-cuadrado de 0.70-0.90 en el caso de la regresión por mínimos cuadrados ordinarios (Domencich y McFadden, 1975).

lo tanto se recomienda incluir variables explicativas adicionales capaces de generar una mayor evidencia de la DAP positiva de los agricultores.

Respecto a la variable la *incorporación* no aumenta la probabilidad de responder positivamente a la pregunta de disponibilidad a pagar por aceptar el estiércol en el modelo no calibrado, mientras que el modelo calibrado se comporta de manera contraria. Respecto a esta variable, se encontró que la incorporación al suelo no se valora más que la aplicación superficial de estiércol. Esta información puede sugerir que la incorporación del estiércol en las parcelas no parece influir en la DAP de los productores promedio. Por tal motivo se debe considerar a la incorporación como una práctica específica para que los cultivos puedan ser fertilizados.

El coeficiente de la variable *forma* fue positivo, reflejando una preferencia por la presentación del estiércol que es más fácil de manejar y por el cual están más dispuestos a pagar. Para esta variable se definieron dos formas en las encuestas: estiércol sólido y líquido. Las estimaciones indican que la DAP de los productores se ve favorecida por esta variable, en ambos modelos. Una explicación para este comportamiento es porque la forma sólida puede en realidad ser específica para los tipos de cultivos producidos en la región, al momento de la aplicación de estiércol. Para los productores de la Comarca Lagunera, el estiércol sólido es mejor, pues facilita el manejo y hay una liberación más lenta de nutrientes.

Al respecto, Trinidad (2010) menciona que el estiércol constituye un fertilizante inocuo y efectivo, ya que aporta elementos esenciales para los cultivos, libera nutrimentos en forma gradual que favorece su disponibilidad para el desarrollo del cultivo, mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad para la retención y capacidad para la retención de agua. Forman complejos orgánicos con los nutrimentos manteniendo a estos disponibles para las plantas, entre otras características que contribuyen en el incremento de los rendimientos de los cultivos.

Por su parte, el coeficiente de la variable *experiencia* resultó con signo negativo, contrario a lo esperado; esto indica que la experiencia previa con el uso del estiércol disminuye la probabilidad de pago. Respecto a esta variable, se esperaba que el uso previo de estiércol aumentara la DAP de un agricultor. Sin embargo, las estimaciones indican como ésta variable es una predictora significativa, en ambos modelos. Contrario a lo reportado en los estudios realizados por Núñez y McCann (2004), y Koundouri *et al.* (2006) donde confirman que la experiencia es un factor determinante en la compra de un nuevo bien. Para algunos agricultores esta es una práctica no conocida, quienes manifiestan tener preferencia por la utilización de fertilizante inorgánico en lugar del estiércol; sin embargo, presentan interés por él, después de que se les explicaron las propiedades como fertilizante.

4.5.2. Análisis de los efectos marginales

Para predecir los efectos de un cambio en las variables independientes sobre la probabilidad de responder positivamente a la pregunta sobre la DAP, se deben tener presentes los efectos marginales. Con base en los resultados del Cuadro 19 puede afirmarse que, ante un incremento de una unidad en el *precio* del estiércol, la probabilidad de que los agricultores acepten ese incremento se manifiesta aproximadamente en 0.0023. Si el precio del estiércol aumenta un 50% la referida probabilidad aumenta en 22%.

Por su parte, a medida que aumenta el *ahorro*, la probabilidad de que los productores estén dispuestos a pagar aumenta en 0.67; esta variable presenta un efecto marginal muy grande. Este efecto puede ser explicado debido a que los productores dispuestos a aceptar el estiércol son precisamente aquellos que tienen una mayor percepción del ahorro en fertilizantes inorgánicos. Si el ahorro aumenta en un 50%, la probabilidad de aceptar el estiércol aumenta en 35%.

En la variable *incorporación*, la probabilidad de responder positivamente a la pregunta de disponibilidad a pagar se reduce en 0.23. Mientras que para la

variable *forma*, la probabilidad de responder positivamente a la DAP aumenta en 0.09.

Cuadro 19. Efectos marginales y elasticidades del modelo.

Variable	Modelo no calibrado	
	Parámetros estimados (t-estadísticos)	Elasticidades
Constante	-0.24550 (-0.868)	
Precio	0.00023 (2.380)**	0.445
Ahorro	0.67742 (2.524)**	0.710
Incorporación	-0.23616 (-1.019)	-0.239
Forma	0.09207 (0.338)	0.100
Experiencia	-0.43294 (-2.496)**	-0.324

Nota: Dobles asteriscos indican significancia estadística al 5%.

Fuente: Elaboración propia, con base en resultados obtenidos del software N-Logit 4.

La variable *experiencia* presenta un comportamiento particular. Si los productores presentan experiencia previa con el uso del estiércol, la probabilidad de que estén dispuestos a pagar por él disminuye en aproximadamente 0.43. Esto significa que aun cuando el número de agricultores que tienen experiencia previa se duplicara (en 100%) la probabilidad de que los productores estén dispuestos a pagar por el estiércol se reduciría en un 32.4%.

4.5.3. Análisis de la disponibilidad a pagar

Teniendo en cuenta los resultados econométricos del modelo, se procede a estimar la disposición a pagar. Para tal propósito se selecciona la mejor regresión, en este caso el modelo no calibrado, cuyos valores se presentan en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Resultados de la DAP del modelo.

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
DAP	567.925	1095.05	-2181.02	2709.18

Fuente: Elaboración propia, con base en resultados obtenidos del software N-Logit 4.

La disposición a pagar media resultó en una cantidad de \$568, sin embargo, se obtuvo un valor mínimo de -\$2,181 y un valor máximo de \$2,709, estos resultados indican que el modelo permite valores negativos de la DAP. Esto resulta lógico debido a que algunos productores no están dispuestos a pagar por el estiércol, sino que ellos requieren un pago para poder aceptar el estiércol, por tal motivo es percibido como algo negativo. Lo cual concuerda con lo reportado por Norwood, Luter y Massey (2005), donde el precio del estiércol en cada encuesta podría tomar un valor negativo si el receptor recibe un pago, y un valor positivo si el encuestado debe hacer un pago para recibir el estiércol.

Para encontrar solo valores positivos para la disposición a pagar se toman en cuenta las recomendaciones de Haab y McConnell (2003), quienes sugieren truncar la variable precio entre cero y un límite máximo. Por tal motivo fue necesario la creación de una nueva variable de *precio restringido*. Se estableció un precio máximo de \$4,000, la cual se consideró con base en los resultados obtenidos en campo en donde algunos productores están dispuestos a pagar el doble del ahorro en fertilizantes inorgánicos, cuyo precio fue de \$2,000.

Los resultados se muestran en el Cuadro 21, donde se puede apreciar que ahora la media de la disposición a pagar es de \$2,595, el valor mínimo en \$210 y el máximo en \$3,977, comprendidos en un intervalo se \$0 y \$4,000, desapareciendo de esta manera los valores negativos.

Cuadro 21. Resultados de la DAP del modelo restringido.

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
DAP	2594.59	980.765	210.297	3977.18

Fuente: Elaboración propia, con base en resultados obtenidos del software N-Logit 4.

4.5.4. Análisis del efecto de la distancia

La Figura 8 muestra que el comportamiento sobre las preferencias por el estiércol es heterogéneo. La mayoría de los agricultores no sólo están dispuestos a aceptar el estiércol, si no que declararon ser capaces de pagar un precio superior al costo de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo, una

proporción menor de productores son muy cautelosos acerca de la aceptación de estiércol, y pueden requerir un pago antes de que estén dispuestos a aceptarlo.

Hay reportes en donde la distancia entre los establos y las parcelas agrícolas es un factor importante sobre el poder de decisión de los agricultores que están dispuestos a pagar, por lo que se esperaría que la DAP tienda a reducir al aumentar la distancia entre estos sitios. Como menciona Pate y Loomis (1997), al suponer que la distancia geográfica juega un papel en la voluntad de pago de un demandado, parecería lógico esperar que esta relación fuera negativa. Es decir, cuanto más lejos se encuentren los encuestados de los sitios, es menos probable que estén dispuestos a pagar por las mejoras.

Al respecto, existen reportes de varios estudios que han usado el método de valoración contingente, en donde se ha medido la influencia de la distancia. Los resultados muestran como la DAP se asocia negativamente con la distancia entre el individuo encuestado y del bien que se valora (Bateman, Day, Georgiou y Lake, 2006; Cameron, 2006; Hanley, Schläpfer y Spurgeon, 2003; Loomis, 1996).

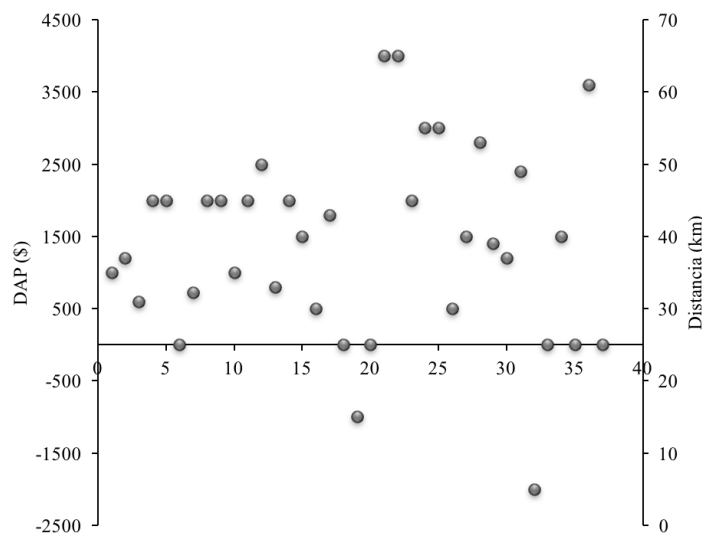


Figura 8. Distribución de la disposición a pagar en los entrevistados. Elaboración propia, con base en los resultados de las encuestas, 2015.

Respecto a esta variable, se tomó como distancia origen el municipio de Francisco I. Madero, pues en este lugar fue donde la mayoría de los establos permitió la realización de encuestas, proporcionando información útil sobre el manejo del estiércol. En la Figura 8 se puede observar el comportamiento de la distribución de la DAP. Se encontró que conforme aumenta la distancia entre las parcelas agrícolas y los establos, la DAP por el estiércol se ve favorecida de manera positiva. En otras palabras, al aumentar la distancia al área de aplicación de la encuesta, aumenta la probabilidad de que un receptor de estiércol, es éste caso un agricultor, responda favorablemente a la pregunta sobre la DAP, como lo reporta Mueller (2014). El resultado obtenido es contrario a la intuición. Al respecto, Pate y Loomis (1997) reportan el comportamiento en los cambios de distancia, donde al estar relativamente cerca del bien público en cuestión se debería obtener un impacto más dramático en la DAP, que los cambios de distancia que están más lejos.

Los resultados muestran una influencia significativamente positiva en la DAP para una distancia aproximada de 60 kilómetros. Un agricultor localizado en este radio indicó que pagaría el doble de dinero considerado en la encuesta por un camión con 15 ton de estiércol. Esto podría indicar una forma de valor de uso asociado al estiércol, por lo que están dispuestos a pagar más dinero a pesar de no existir la probabilidad por parte de los ganaderos para poner a su disposición el estiércol de inmediato, pero quizás ésta situación cambie en algún momento en el futuro. Los resultados también indican como la DAP de los agricultores localizados dentro de un radio de 30 a 50 kilómetros no presentan un DAP significativamente diferente; aunque en estos casos también se presentan resultados positivos. Una posible razón de éste comportamiento es que los agricultores perciben un alto potencial de beneficiarse con el estiércol al ser usado como fertilizante.

Otra posible razón de la influencia de la distancia se puede deber a que los agricultores con parcelas cerca de los establos tienen acceso más fácil al estiércol y por tal motivo el costo de transporte es menor. Mientras que, en las

parcelas más alejadas, los agricultores al estar conscientes de los atributos del estiércol para ser usado como fertilizante, y de la distancia de recorrido, están dispuestos a pagar un precio mucho mayor que el resto de los agricultores. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Alberini, Rosato, Longo y Zanatta (2005), donde sugieren que la DAP aumenta significativamente con la mejora del conocimiento de los bienes y servicios, así como por la educación.

Al respecto, Araji, Abdo y Joyce (2001) mencionan que las características específicas de la ubicación hacen que los costos de transacción varíen a través de lugares y regiones, y son a menudo relacionadas con la distancia desde los establos a las parcelas agrícolas de los receptores de estiércol. Por otra parte, en las zonas con una alta densidad de unidades de producción pecuaria intensiva, los establos se enfrentan a la alta competencia en el acceso a las parcelas. En teoría, esto daría lugar a largas distancias de transporte de estiércol a las zonas con baja densidad de ganado (Aillery, Gollehon, Breneman y Bucholtz, 2009).

Sin embargo éste comportamiento puede acarrear otros problemas ambientales, ya que al ser mayor el recorrido del estiércol, conduce a un mayor uso de combustibles fósiles utilizados por los camiones transportadores, lo cual a su vez conduce a la emisión de gases de efecto invernadero, que contribuyen al calentamiento global, como sugieren Grebitus *et al.*, (2013).

En general, los datos obtenidos representan una perspectiva positiva para los ganaderos que busquen colocar el estiércol en las parcelas agrícolas fuera de los establos para su aplicación. Debido a que las tasas de aceptación por parte de los agricultores dispuestos a pagar un precio por encima de \$ 0 por el estiércol, es mayor al 50%, y éste comportamiento puede mejorar con el tiempo. En este sentido, Norwood *et al.* (2005) reportan que una vez que el agricultor gana experiencia con el uso de estiércol como fertilizante, el ganadero puede negociar un precio más alto para el uso futuro.

No obstante, se asume que las percepciones de aceptación exitosas por parte de los agricultores, no se encuentran muy relacionados con bajos costos de transacción que enfrentan al cambio de estiércol para aplicarlo como fertilizante en sus parcelas. No sucede como lo que mencionan Asai, Langer, Frederiksen y Jacobsen (2014), donde las percepciones de los exportadores de estiércol con respecto a los acuerdos de colaboración exitosos pueden representar a sus estrategias de elegir el mejor receptor de estiércol y el establecimiento de acuerdos formales con ese receptor a través del cual los costos de transacción pueden ser minimizados.

CONCLUSIONES

Respecto al primer objetivo específico, la identificación de las variables determinantes y sus interacciones permitió identificar tres grupos en el sistema ganadero y cinco para el agrícola. En el sistema ganadero, está el grupo que tiene un mayor número de animales y que aplica todo el estiércol producido en sus parcelas, el grupo que aplica el estiércol porque conoce sus propiedades debido a que tienen mayor escolaridad y el grupo que vende el estiércol.

Por el lado del sistema agrícola, los grupos se definen por los que se dedican también a la actividad pecuaria y aplican estiércol, los que conocen las propiedades del estiércol y lo han aplicado en sus parcelas, los que desconocen las propiedades del estiércol y muestran interés por él, los que conocen las propiedades del estiércol pero prefieren no aplicarlo, y los que nunca lo aplicarían.

Para el segundo objetivo específico, se encontró que la decisión de un productor para la compra de estiércol es impulsada en gran medida por el precio hipotético a pagar, el ahorro en fertilizantes inorgánicos, así como la experiencia previa con su uso.

Existe la posibilidad de que los productores están tomando decisiones a partir de variables no medidas, tales como el costo comercial de fertilizantes por hectárea, el porcentaje de los costos totales de operación asignado al fertilizante inorgánico, o el propósito de la operación agrícola; esto puede ser la causa de la falta de poder explicativo de las variables dadas. Además, algunos productores están influenciados por las consecuencias percibidas por el uso del estiércol, como proliferación de malezas, materia extraña y compactación del suelo.

La disposición a pagar varía enormemente entre los agricultores, sin embargo, la mayoría acepta pagar por el estiércol, aunque algunos agricultores requieren un pago por aceptarlo.

Respecto al objetivo general, y rechazando la hipótesis planteada, la distancia entre los establos y las parcelas agrícolas jugó un papel importante en la determinación de la voluntad de pago; así, la disposición a pagar mostró una relación positiva con aquellos agricultores que tienen sus parcelas más alejadas de los establos, lo que podría sugerir un tipo de valor de uso del estiércol.

Regionalmente existen problemas de manejo del estiércol en los sistemas ganaderos ya que la producción supera la capacidad de asimilación de las tierras agrícolas. Aunque esto es motivo de preocupación, este estudio ha puesto de manifiesto que, como mínimo, el 50% de los productores están dispuestos a aceptar el estiércol.

Para desarrollar un mercado sensible a los atributos del estiércol, y el pago de un precio superior o igual al costo de los fertilizantes inorgánicos, debe convertirse en una cuestión de educación de consumo y mayores esfuerzos de mercadeo en el que participen todas las partes interesadas (sectores público y privado, organizaciones académicas y de investigación), debido a que algunos agricultores no pueden ver el estiércol como un sustituto perfecto de los fertilizantes comerciales.

La aplicación al suelo seguirá siendo el destino final de la mayoría de estiércol. La falta de percepción y conciencia sobre el valor del estiércol es una barrera para el manejo adecuado, que a menudo están vinculados a la falta de conocimientos y de una disposición deficiente o incompleta de la información, por lo que puede abordarse mediante la capacitación de los extensionistas y agricultores innovadores sobre la mejora en el manejo del estiércol como fertilizante.

Prospectivas

La ganadería en México podría experimentar cambios estructurales como consecuencia de la transformación del sector agropecuario. Esta situación se puede observar en la Comarca Lagunera, la cual ha demostrado ser muy eficiente en la actividad lechera, a pesar del clima que impera en la región, por lo que es muy complicado que esta actividad llegue a desaparecer. Según información de la SAGARPA, la producción lechera crece a tasas más elevadas que el consumo. Esta institución estima un incremento gradual del ganado bovino en el corto plazo (2018) de 32.3 millones de cabezas. Como consecuencia de esta dinámica, según proyecciones de FAO, en el largo plazo (2030), las emisiones de amoníaco y metano procedentes del sector pecuario de los países en desarrollo será al menos un 60% mayor que en la actualidad.

Aunado a lo anterior, se encuentra la implementación en la Comarca Lagunera del Agroparque Integradora SuKarne Lucero, complejo productor y procesador de carne más grande de México con una superficie de 474 hectáreas, y con una producción de 800 mil cabezas de ganado al año. Esta intensificación de la producción ganadera aumenta la producción de estiércol, originando una gran cantidad de nutrientes desechados y concentrados en esta región. Por lo que, en corto, mediano y largo plazo, se deben implementar estrategias relacionadas con la producción ganadera, tales como la conservación de suelos y el uso eficiente del excedente de estiércol, el cual debe ser el adecuado para minimizar los efectos negativos que ocasionan al ambiente; así como también en la producción de cultivos y forrajes.

En esta región en particular, y el país en general, no se pone freno a la sobre aplicación de estiércol, ni por las autoridades ni por los mismos productores; por lo que claramente se observa la necesidad de ajustar una estrategia; donde es

indispensable que se tome en cuenta la complementariedad de las políticas con el cumplimiento voluntario de buenas prácticas por parte de los agricultores.

El elemento indispensable para la planeación regional puede ser el aprendizaje de las experiencias exitosas en otros países, donde la implementación y el cumplimiento de marcos regulatorios específicos sobre manejo y aplicación de estiércol, ofrecen múltiples beneficios ambientales a largo plazo. En este sentido, al adecuarse a las normativas internacionales existentes, los sistemas lecheros intensivos podrán adoptar tecnologías de proceso en la preservación y transformación de efluentes y residuos.

Es claro que se necesitan leyes más estrictas y estrategias nacionales para el uso y manejo de residuos animales, principalmente el estiércol en las parcelas agrícolas. En México, no existe una legislación que regule las explotaciones ganaderas intensivas, ni el uso del estiércol por lo que no hay ninguna restricción que evite que se apliquen en dosis excesivas en las parcelas agrícolas, sólo hay una legislación de carácter general. Por lo que esta legislación se puede considerar un poco débil, sobre todo en situaciones en las que están implicadas varias instituciones, debido a que a menudo hay una falta de coordinación entre éstas y sus organismos ejecutores, por lo que la legislación rara vez se aplica.

En este sentido, se puede detectar que la interrelación entre las políticas, la motivación, educación y formación cultural de los agricultores no está desarrollada, por lo tanto, la normativa continúa siendo un debate en los sistemas agropecuarios. Por tal motivo, es necesaria la evolución de estas normativas, donde la inclusión de valores económicos es un componente importante; ya que aumenta la conciencia pública y política de la importancia del problema y contribuye a la formulación de mecanismos de política adecuadas. Por ello hay que concientizar a los políticos, administradores, técnicos y agricultores, sobre la importancia de considerar todo conjuntamente y así el fortalecimiento de las medidas de apoyo y la reglamentación ambiental irían en la misma dirección.

LITERATURA CITADA

- Adamowicz, W., Louviere, J. J., & Williams, M. (1994). Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, 26(3), 271–292. <http://doi.org/10.1006/jeem.1994.1017>
- Afroz, R., Hanaki, K., & Hasegawa-Kurusu, K. (2009). Willingness to pay for waste management improvement in Dhaka city, Bangladesh. *Journal of Environmental Management*, 90, 492–503. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.12.012>
- Aillery, M., Gollehon, N., Breneman, V., & Bucholtz, S. (2009). Modeling firm spatial interdependence using national data coverages: A regional application to manure management. *Natural Resource Modelling*, 22(1), 42–66.
- Alberini, A., Rosato, P., Longo, A., & Zanatta. (2005). Information and willingness to pay in a contingent valuation study: the value of S. Erasmo in the Lagoon of Venice. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48, 155–175.
- Almansa, C., Calatrava, J., & Martínez-Paz, J. M. (2012). Extending the framework of the economic evaluation of erosion control actions in Mediterranean basins. *Land Use Policy*, 29(2), 294–308. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.06.013>
- Almenara, J., González, J. L., García, C., & Peña, P. (1998). ¿Qué es el análisis de componentes principales? *Jano*, 1268, 58–60.
- Alpert, M. I. (1971). Identification of determinant attributes: a comparison of methods. *Journal of Marketing Research*, 8(2), 184–191. <http://doi.org/10.2307/3149759>
- Alpizar, F., Carlsson, F., & Martinsson, P. (2003). Using Choice Experiments for Non-Market Valuation. *Economic Issues*, 8(1), 83–110.
- Araji, A. A., Abdo, Z. O., & Joyce, P. (2001). Efficient use of animal manure on cropland – economic analysis. *Bioresource Technology*, 79(2), 179–191.
- Arguea, N. M., & Hsiao, C. (1993). Econometric Issues of Estimating Hedonic Price Functions: With an Application to the US Market for Automobiles. *Journal of Econometrics*, 56(1–2), 243–267. [http://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)90108-H](http://doi.org/10.1016/0304-4076(93)90108-H)
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P. R., Leamer, E. E., Radner, R., & Schuman, H. (1993). *Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*. *Federal Register* (Vol. 58). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.129.2114&rep=rep1&type=pdf>
- Asai, M., Langer, V., Frederiksen, P., & Jacobsen, B. H. (2014). Livestock farmer perceptions of successful collaborative arrangements for manure exchange: A study in Denmark. *Agricultural Systems*, 128, 55–65. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.03.007>
- Aznar, J., Guijarro, F., & Moreno-Jiménez, J. M. (2011). Mixed valuation methods: a combined AHP-GP procedure for individual and group

- multicriteria agricultural valuation. *Annals of Operations Research*, 190(1), 221–238. <http://doi.org/10.1007/s10479-009-0527-2>
- Azqueta Oyarzun, D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid, España: Editorial McGraw Hill.
- Bakam, I., Balana, B. B., & Matthews, R. (2012). Cost-effectiveness analysis of policy instruments for greenhouse gas emission mitigation in the agricultural sector. *Journal of Environmental Management*, 112, 33–44. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.07.001>
- Baker, R., & Ruting, B. (2014). *Environmental Policy Analysis: A Guide to Non-Market Valuation* (Productiviti). Camberra, Australia.
- Barrena, J., Nahuelhual, L., Báez, A., Schiappacasse, I., & Cerda, C. (2014). Valuing cultural ecosystem services: Agricultural heritage in Chiloé island, southern Chile. *Ecosystem Services*, 7, 66–75. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.12.005>
- Barton, D. N., & Taron, A. (2010). Valuing irrigation water using survey-based methods in the Tungabhadra River Basin, India. *Irrigation and Drainage Systems*, 24(3–4), 265–277. <http://doi.org/10.1007/s10795-010-9098-2>
- Bateman, I. J., Day, B. H., Georgiou, S., & Lake, I. (2006). The aggregation of environmental benefit values:welfare measures, distance decay and total WTP. *Ecological Economics*, 60, 450–460.
- Bateman, I. J., & Turner, R. K. (1993). *Valuation of the environment, methods and techniques: the Contingent Valuation Method*. London, UK: Sustainable Environmental Economics and Management: Principles and Practice. Belhaven Press.
- Bockstael, N. E., & Hanemann, W. M. (1897). Modelling recreational demand in a multiple site framework. *Water Resources Research*, 23(5), 951–960.
- Bontems, P., & Rotillon, G. (1998). *Économie de l'environnement* (Collection). Paris. Francia: Éditions La Découverte.
- Boyle, K. J. (2003). Contingency valuation in practice. In P. A. Champ, K. J. Boyle, & T. C. Brown (Eds.), *A primer on nonmarket valuation* (pp. 111–170). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Brandjes, P. J., de Wit, J., van der Meer, H. G., & Van Keulen, H. . (1996). *Livestock and the Environment. Finding a Balance. Environmental impact of animal manure management*. World Bank. The Netherlands: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Unites States (U. S. Agency for International Development).
- Brey, R. (2009). *Valoración económica de externalidades asociadas a proyectos de transporte: Fundamentos y procedimientos* (No. PT-2007-001-02IAPP). España. Retrieved from <http://www.evaluaciondeproyectos.es/EsWeb/Resultados/DocTrab/PDF/Actividad4/Es4-2.pdf>
- Cameron, T. A. (2006). Directional heterogeneity in distance profiles in hedonic property value models. *Journal of Environmental Economics and Management*, 51(1), 26–45.
- Campbell, K. L. I., Hodgson, N. H., & Gill, M. (1999). Livestock and Environment Toolbox. Livestock, Environment and Development (LEAD) Initiative. Food

- and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). Retrieved March 20, 2014, from <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Index.htm>
- Carlsson, F., & Martinsson, P. (2001). Do Hypothetical and Actual Marginal Willingness to Pay Differ in Choice Experiments? *Journal of Environmental Economics and Management*, 41(2), 179–192. <http://doi.org/10.1006/jeem.2000.1138>
- Carson, R. T., & Groves, T. (2007). Incentive and informational properties of preference questions. *Environmental and Resource Economics*, 37(1), 181–210. <http://doi.org/10.1007/s10640-007-9124-5>
- Castañón M., C. M. (2009). *Materia orgánica: Manual agroecológico para productores y extensionistas rurales*. Chapigo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Castellanos Ramos, J. Z., Etchevers Barra, J. D., Aguilar Santelises, A., & Salinas J., R. (1996). Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades del suelo en una región irrigada del norte de México. *Terra Latinoamericana*, 14(2), 151–158.
- Castro, A. J., Martín-López, B., García-Llrente, M., Aguilera, P. A., López, E., & Cabello, J. (2011). Social preferences regarding the delivery of ecosystem services in a semiarid Mediterranean region. *Journal of Arid Environments*, 75(11), 1201–1208. <http://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.05.013>
- Cervantes Escoto, F., Santoyo Cortés, H. V., & Álvarez Macías, A. (2001). *Lechería familiar, factores de éxito para el negocio*. México, D. F.: Plaza y Valdés Editores.
- Cesín Vargas, A., Aliphath Fernández, M., Ramírez Valverde, B., Herrera Haro, J. G., & Martínez Carrera, D. (2007). Ganadería lechera familiar y producción de quesos. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlahuac en el estado de Tlaxcala, México. *Técnica Pecuaria En México*, 45(1), 61–76.
- Champ, P. A., & Bishop, R. C. (2001). Donation Payment Mechanisms and Contingent Valuation: An Empirical Study of Hypothetical Bias. *Environmental and Resource Economics*, 19(4), 383–402.
- Costanza, R. (1991). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. New York, USA: Columbia University Press.
- Coursey, D. L., Hovis, J. L., & Schulze, W. D. (1987). The Disparity Between Willingness to Accept and Willingness to Pay Measures of Value. *The Quarterly Journal of Economics*, 102(3), 679–690. <http://doi.org/10.2307/1884223>
- Craig, G. (1992). *Capacidades del ser humano. Desarrollo Psicológico* (6 ed.). Massachusetts, Estados Unidos.
- Cramer, G. L., Jensen, C. W., & Southgate, D. D. J. (2001). *Agricultural Economics and Agribusiness* (8th ed.). New York, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Cristeche, E., & Penna, J. A. (2008). *Métodos de valoración económica de los servicios ambientales*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de

- Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Cummings, R. G., & Taylor, L. O. (1999). Unbiased Value Estimates for Environmental Goods: A Cheap Talk Design for the Contingent Valuation Method. *The American Economic Review*, 89(3), 649–665.
- Dachary-Bernard, J., & Rambonilaza, T. (2012). Choice experiment, multiple programmes contingent valuation and landscape preferences: How can we support the land use decision making process? *Land Use Policy*, 29(4), 846–854. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.01.002>
- de Salvo, M. C., Vallés Planells, M., Guitart, V. E., & Nicolò, B. F. (2014). Valoración estética del paisaje mediante los modelos AHP y percepción visual . Aplicación al paisaje de olivar de la “La Piana di Gioia Tauro.” *Revista Española de Estudios Agrosociales Y Pesqueros*, (239), 87–106.
- de Wit, J., van Keulen, H. ., van der Meer, H. G., & Nell, A. J. (1997). Animal manure: asset or liability? *World Animal Review*, 88(1), 30–37.
- Desaigues, B., & Point, P. (1993). *Économie du Patrimoine Naturel. La valorización des benefices de protection de l'environnement*. Paris, Francia: Economica.
- Diamond, P. A., & Hausman, J. A. (1993). On contingent valuation measurement of non-use values. In J. A. Hausman (Ed.), *Contingent valuation: a critical assessment* (pp. 3–38). Amsterdam: North Holland.
- Diamond, P. a, & Hausman, J. a. (1994). Contingent Valuation: Is Some Number Better than No Number? *Journal of Economic Perspectives*, 8(4), 45–64. <http://doi.org/10.1257/jep.8.4.45>
- Dixon, J., Scura, L., Carpenter, R., & Sherman, P. (2013). *Economic Analysis of Environmental Impacts* (Earthscan). London, UK: Asian Development Bank and The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank.
- DOF. (2015). Diario Oficial de la Federación. Leyes y Reglamentos. Retrieved June 15, 2014, from <http://dof.gob.mx/>
- Domencich, T. A., & McFadden, D. L. (1975). *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis*. North-Holland Publishing Co./American Elsevier. Retrieved from <http://eml.berkeley.edu/~mcfadden/travel.html>
- Duke, J. M., Dundas, S. J., Johnston, R. J., & Messer, K. D. (2014). Prioritizing payment for environmental services: Using nonmarket benefits and costs for optimal selection. *Ecological Economics*, 105, 319–329. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.06.014>
- Ecosystem Valuation. (2006). Ecosystem Valuation. Retrieved February 22, 2014, from www.ecosystemvaluation.org.
- Enríquez Andrade, R. R. (2005). *Manual para el Análisis Económico de Áreas Naturales Protegidas en México. Volumen 2. Valoración económica de áreas naturales protegidas*. Mexicali, Baja California. México: Conservación Internacional México A.C.
- Enríquez Andrade, R. R. (2008). *Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente*. Mexicali, Baja California. México: Universidad Autónoma de Baja California. Editorial Universitaria.
- Estrada Díaz, G. (1999). *El papel de los combustibles en la política del aire para el Valle de México*. El Colegio de México.

- Eyckmans, J., Jaeger, S. De, & Rousseau, S. (2013). Hedonic Valuation of Odor Nuisance Using Field Measurements: A Case Study of an Animal Waste Processing Facility in Flanders. *Land Economics*, 89(1), 53–75.
- FAO. (2006). *Livestock's Long Shadow, environmental issues and options*. Roma, Italia. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>
- Faturoti, B., Emah, G., Isife, B., Tenkouano, A., & Lemchi, J. (2006). Prospects and determinants of adoption of IITA plantain and banana based technologies in three Niger Delta States of Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 5(14), 1319–1323.
- Feinerman, E., Bosch, D. J., & Pease, J. W. (2004). Manure Applications and Nutrient Standards. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(1), 14–25.
- Figueroa, G. (2013). Estrategias productivas en aguada de Ambato (Catamarca, Argentina). *Relaciones de La Sociedad Argentina de Antropología*, 38(1), 111–135.
- Figueroa Viramontes, U., Nuñez Hernández, G., Delgado, J. A., Cueto Wong, J. A., & Flores Margez, J. P. (2009). Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. In *Agricultura Orgánica. Segunda edición*. (pp. 128–151). Gómez Palacio, Durango, México.: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- FIRCO. (2012). *Marco de manejo ambiental. Proyecto de desarrollo rural sustentable para el foment de las fuentes alternas de energía en los agronegocios, que promuevan la eficiencia en el sector agropecuario*. México: Banco Mundial-FIRCO-SAGARPA.
- Flores-Crespo, P. (2013). El enfoque de la política basado en la evidencia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18(56), 265–290.
- Fortis Hernández, M., Leos Rodríguez, J. A., Orona Castillo, I., García Hernández, J. L., Salazar Sosa, E., Preciado Rangel, P., ... Segura Castruita, M. Á. (2009). Uso de estiércol bovino en la comarca lagunera. In *Agricultura Orgánica. Segunda edición*. (p. 508). Gómez Palacio, Durango. México.: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCYTED.
- Freeman, A. M. (2003). *The Measurement of Environment and Resource Values: Theory and Method* (2nd ed.). Washington, DC. USA: Resources for the Future.
- García López, T. (2011). La internalización de las externalidades ambientales: técnicas y opciones para el diseño de políticas públicas ambientales. *ALETHEIA Cuadernos Críticos de Derecho*, (2), 1–22.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... Tempio, G. (2013). *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería. Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación*. Roma, Italia: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).
- Glewen, K., & Koelsch, R. (2001). Marketing Manure. Parts 1 y 2. *Manure Matters (Newsletter)*, 7(5–6), 4.
- Godau Schucking, R. (1985). La protección ambiental en México: sobre la

- conformación de una política pública. *Estudios Sociológicos*, 3(7), 47–84.
- Gómez-Limón, J. A., & Barreiro-Hurlé, J. (2012). Valoración económica de las técnicas sostenibles de manejo del suelo en el olivar andaluz. *Cuadernos de Economía*, 35(2012), 158–171.
- Grammatikopoulou, I., Pouta, E., & Salmiovirta, M. (2013). A locally designed payment scheme for agricultural landscape services. *Land Use Policy*, 32, 175–185. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.10.010>
- Grebitus, C., Lusk, J. L., & Nayga, R. M. (2013). Effect of distance of transportation on willingness to pay for food. *Ecological Economics*, 88, 67–75. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.01.006>
- Guevara Sanginés, A. (2005). Política ambiental en México: Génesis, desarrollo y perspectivas. *Boletín Económico ICE México*, 821, 163–176.
- Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2003). *Valuing Environmental and Natural Resources. The Econometrics of Non-market Valuation*. Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar Publishing.
- Hanemann, W. M. (1991). Willingness to Pay and Willingness to Accept: How Much Can They Differ?.pdf. *The American Economic Review*, 81(3), 635–647.
- Hanemann, W. M. (1994). Valuing the Environment Through Contingent Valuation. *Journal of Economic Perspectives*, 8(4), 19–43. <http://doi.org/10.1257/jep.8.4.19>
- Hanley, N., Schläpfer, F., & Spurgeon, J. (2003). Aggregating the benefits of environmental improvements: distance–decay functions for use and non-use values. *Journal Environmental Management*, 68, 297–304.
- Hanley, N., Shogren, J. F., & White, B. (1997). *Environmental Economics: In Theory and Practices*. New York, USA: Oxford University Press.
- Hausman, J. (2012). Contingent Valuation: From Dubious to Hopeless. *Journal of Economic Perspectives*, 26(4), 43–56. <http://doi.org/10.1257/jep.26.4.43>
- Helgason, B. L., Larney, F. J., & Janzen, H. H. (2005). Estimating carbon retention in soils amended with composted beef manure. *Canadian Journal of Soil Science*, 85, 39–46.
- Hernández-Brenes, C. (2002). Buenas prácticas agrícolas - GAPs. Módulo 2: Fertilizantes orgánicos e inorgánicos. In *Mejorando la seguridad y calidad de frutas y hortalizas frescas: Manual de formación para instructores*. (p. 269). Maryland, USA: University of Maryland. UM FDA.
- Hill, R. C., Griffiths, W. E., & Judge, G. G. (2001). *Undergraduate Econometrics* (2nd ed.). New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Hoehn, J. P., & Randall, A. (1989). Too Many Proposals Pass the Benefit Cost Test. *American Economic Review*, 79(3), 544–551.
- Innes, R. (2000). The Economics of Livestock Waste and its Regulation. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(1), 97–117. <http://doi.org/10.1080/14616710110091525>
- IUCN. (1980). *World Conservation Strategy* (Internatio). Ginebra, Italia. <http://doi.org/0.2305/IUCN.CH.1980.9.en>
- Jianjun, J., Chong, J., Dang, T., & Lun, L. (2013). Public preferences for cultivated land protection in Wenling City, China: A choice experiment study. *Land Use Policy*, 30(1), 337–343. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.04.003>

- Jianjun, J. I. N., Chong, J., & Lun, L. I. (2013). The economic valuation of cultivated land protection: A contingent valuation study in Wenling City, China. *Landscape and Urban Planning*, 119, 158–164. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.06.010>
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis*. Springer Series in Statistics (2nd Editio, Vol. 30). USA: Springer. <http://doi.org/10.2307/1270093>
- Kahneman, D., & Knetsch, J. L. (1992). Valuing Public-Goods - the Purchase of Moral Satisfaction. *Journal of Environmental Economics and Management*, 22(1), 57–70. [http://doi.org/10.1016/0095-0696\(92\)90019-S](http://doi.org/10.1016/0095-0696(92)90019-S)
- Kaiser, H. F. (1960). No TitleThe application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141–151.
- Kealy, M. J., Montgomery, M., & Dovidio, J. F. (1990). Reliability and predictive validity of contingent values: Does the nature of the good matter? *Journal of Environmental Economics and Management*, 19(3), 244–263. [http://doi.org/10.1016/0095-0696\(90\)90072-7](http://doi.org/10.1016/0095-0696(90)90072-7)
- Knowlton, K. F., & Cobb, T. D. (2006). ADSA Foundation Scholar Award: Implementing waste solutions for dairy and livestock farms. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1372–1383. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72205-6](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72205-6)
- Kolstand, C. D. (2011). *Intermediate Environmental Economics* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Koundouri, P., Nauges, C., & Tzouvelekas, V. (2006). Technology Adoption under Production Uncertainty: Theory and Application to Irrigation Technology. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(3), 657–670.
- Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157. <http://doi.org/10.1086/259131>
- Leal Rojas, C. L. (2005). *Valoración Económica del Medio Ambiente: Caso de la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas*. Universidad de las Américas Puebla. Retrieved from http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/leal_r_cl/indice.html
- Lee Luter, R. (2005). *Oklahoma crop producers' willingness-to-pay for livestock manure: a contingent valuation approach*. Oklahoma State University.
- Lerdon, J., & Aspe, H. (2000). Análisis económico de 13 empresas lecheras de la localidad de Panguipulli. Estudios de caso. *Agro Sur*, 28(1), 1–12.
- Loomis, J. (1996). How large is the extent of the market for public goods: evidence from a nationwide contingent valuation survey. *Journal of Applied Economics*, 28, 779–782.
- Louviere, J. J. (1988). Conjoint analysis modelling of stated preferences: a review of theory, methods, recent developments and external validity. *Journal of Transport Economics and Policy*, 22(1), 93–119.
- LPES. (2011). Livestock and Poultry Environmental Stewardship Curriculum: A national educational program. Retrieved March 15, 2013, from <http://www.extension.org/pages/8964/livestock-and-poultry-environmental-stewardship-curriculum-lessons>.
- Luhmann, N. (1998). *Sociología del riesgo: El caso especial de la alta tecnología*. México D.F.: Eforitorial Triana.
- Lusk, J. L. (2003). Effects of Cheap Talk on Consumer Willingness to Pay for

- Golden Rice. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(4), 840–856.
- Ma, S., & Swinton, S. M. (2011). Valuation of ecosystem services from rural landscapes using agricultural land prices. *Ecological Economics*, 70(9), 1649–1659. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.04.004>
- Manly, B. F. J. (1986). *Multivariate Statistical Methods*. New York, USA: Chapman and Hall.
- Mayrand, K., Dionne, S., Paquin, M., & Pageot-LeBel, I. (2003). *The Economic and Environmental Impacts of Agricultural Subsidies: An Assessment of the 2002 US Farm Bill & Doha Round. The Second North American Symposium on Assessing the Environmental Effects of Trade*. Retrieved from <http://www3.cec.org/islandora/es/item/1909-economic-and-environmental-impacts-agricultural-subsidies-en.pdf>
- McConnell, K. E., Strand, I. E., & Valdés, S. (1998). Testing temporal reliability and carry-over effect: The role of correlated responses in test–retest reliability studies. *Environmental and Resource Economics*, 12(3), 357–374.
- Mendieta, J. C. (2000). *Economía Ambiental*. Bogota.: Universidad de los Andes- Facultad de Economía.
- Mesa-Jurado, M. A., Martin-Ortega, J., Ruto, E., & Berbel, J. (2012). The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions. *Agricultural Water Management*, 113, 10–18. <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.009>
- Metcalfe, M. R., Yoder, J., Williams, J. E., & Carreira, R. I. (2001). Land Application of Swine Waste: Regulation and Producer Practices in Oklahoma. In *Western Agricultural Economics Association. Annual Meeting* (p. 12). Logan, Utah. USA.
- Mezgebo, A., Tessema, W., & Asfaw, Z. (2013). Economic Values of Irrigation Water in Wondo Genet District, Ethiopia: An Application of Contingent Valuation method. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 4(2), 23–37.
- Mitchell, R. C., & Carson, R. T. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Resources for the Future (4th ed.). Washington, DC. USA: The Johns Hopkins University Press. <http://doi.org/10.2307/2072944>
- Monardes, A., Cox, T., Cox, M., Niño de Z., A., & Ortega, H. (1990). *Transferencia de tecnología. Evaluación de adopción de tecnología*. Santiago, Chile.
- Moon, W., & Wayne G, J. (2011). Assessing holistic economic value for multifunctional agriculture in the US. *Food Policy*, 36(4), 455–465. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.05.003>
- Mueller, J. M. (2014). *Does Distance Impact Willingness to Pay for Forested Watershed Restoration? A Spatial Probit Analysis* (No. 14–6). Arizona. USA.
- Mullen, J. D., & Centner, T. J. (2004). Impacts of Adjusting Environmental Regulations When Enforcement Authority Is Diffuse: Confined Animal Feeding Operations and Environmental Quality. *Review of Agricultural Economics*, 26(2), 209–219.
- Norwood, F. B., Luter, R. L., & Massey, R. E. (2005). Willingness-to-Pay

- Asymmetric for Livestock Manure Distributions. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 30(3), 431–448.
- NRCS. (1996). Role of Soils in Waste Management. In USDA (Ed.), *Agricultural Manure Management Field Handbook* (p. 19). Washington, DC. USA: USDA Natural Resources Conservation Service (NRCS).
- Núñez, J., & McCann, L. (2004). *Crop Farmers' Willingness To Use Manure* (No. 117262). *American Agricultural Economics Association Annual Meeting*. Denver, Colorado. USA.
- O'Doherty, R. (1993). *The contingent valuation method*. CSERGE Working Paper PA 93-01. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+contingent+valuation+method#8>
- OCDE. (2013). *Evaluaciones de la OCDE sobre desempeño ambiental: México 2013*. OCDE Publishing.
- Ochoa Martínez, E., Sánchez Duarte, J. I., Figueroa Viramontes, U., Núñez Hernández, G., Isidro Requejo, L. M., & Reta Sánchez, D. G. (2011). *Caracterización de excretas y buenas prácticas de manejo para el reciclado de nutrimentos en explotaciones intensivas de leche*. INIFAP Campo Experimental La Laguna (Folleto Técnico No. 19). Matamoros, Coahuila.
- Ojeda, M. I., Mayer, A. S., & Solomon, B. D. (2008). Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta. *Ecological Economics*, 65(1), 155–166. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.06.006>
- Olivas Enríquez, E., Salazar Sosa, E., Zúñiga Tarango, R., & Trejo Escareño, H. I. (2009). Rutas de diseminación de patógenos zoonóticos a partir de estiércol bovino. In *Agricultura Orgánica. Segunda edición*. (p. 508). Gómez Palacio, Durango, México.: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED.
- Ortiz, R. R., & Ortega, G. R. (2001). La importancia del factor humano en la productividad de los sistemas. *Acontecer Porcino*, 9, 86-98.
- Pacheco Salazar, V. F., Pavón Silva, T. B., & Mejía Pedrero, G. V. (2002). Prospectiva de la gestión ambiental en México. In *XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental* (pp. 1–7). Cancún, México.
- Parra, S., Aguilar, F. J., & Calatrava, J. (2008). Decision modelling for environmental protection: The contingent valuation method applied to greenhouse waste management. *Biosystems Engineering*, 99(4), 469–477. <http://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.11.016>
- Pate, J., & Loomis, J. (1997). The effect of distance on willingness to pay values: A case study of wetlands and salmon in California. *Ecological Economics*, 20(3), 199–207. [http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(96\)00080-8](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(96)00080-8)
- Pearce, D. (1976). the limits of cost-benefit analysis as a guide to environmental policy.pdf. *Kyklos*, 29, 97–112.
- Pearce, D. W., & Markandya, A. (1989). *The Benefits of Environmental Policy: Monetary Valuation*. Paris, Francia: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Pearson, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in

- space. *Philosophical Magazine*, 2(1), 559–572.
<http://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2011). *Natural Resource and Environmental Economics* (4th ed.). Harlow, England: Pearson Education Limited.
- Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Peña-Avelino, L. Y., Rendón-Huerta, J. A., González-González, C., & Tristán-Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46(4), 359–370.
- Poudel, D., & Johnsen, F. H. (2009). Valuation of crop genetic resources in Kaski, Nepal: farmers' willingness to pay for rice landraces conservation. *Journal of Environmental Management*, 90(1), 483–91.
<http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.12.020>
- Quintana Valtierra, J. (2000). *Lineamientos de derecho ambiental mexicano*. México: Porrúa.
- Restrepo, L. F., Posada, S. L., & Noguera, R. R. (2012). Aplicación del análisis por componentes principales en la evaluación de tres variedades de pasto. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 258–266.
- Riera, P. (1994). *Manual de valoración contingente*.
- Riera, P., García, D., Kriström, B., & Brännlund, R. (2005). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Risse, L. M., Cabrera, M. L., Franzluebbers, A. J., Gaskin, J. W., Gilley, J. E., Killorn, R., ... Zhang, H. (2001). Land application of manure for beneficial reuse. In J. M. Rice, D. F. Caldwell, & F. J. Humenik (Eds.), *Animal agriculture and the environment: national center for manure and animal waste management white papers*. (American S, pp. 283–316). St. Joseph, Michigan, USA.
- Robles, R. R., Vannini, L., & Álvarez, N. R. (2005). Typification of dairy farms according to criteria of a socioeconomic nature: an illustration in “El Páramo” of Leon (Spain). In *Proceedings XIth of The European Association of Agricultural Economists* (pp. 24–27). Copenhagen, Denmark.
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(2), 34–55.
- Ruiz. (1996). Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánica. In *Memorias Primer Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica* (pp. 22–47). México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.
- Ruvalcaba Gómez, J. M., Flores López, H. E., Figueroa Viramontes, U., Nuñez Hernández, G., & Romero Jiménez, J. H. (2012). *Caracterización del manejo y composición química de excretas generadas en establos lecheros familiares de los Altos de Jalisco* (No. Folleto Técnico No. 3). Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.
- SAGARPA. (2015). Región Lagunera. Retrieved October 10, 2015, from <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/regionlagunera/Paginas/default.aspx>
- Salazar Sosa, E., Trejo Escareño, H. I., Vázquez Vázquez, C., & López

- Martínez, J. D. (2007). Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Pyton Revista Internacional de Botánica Experimental*, 76, 169–185.
- Sanz, J. (2013). La aportación de las revisiones sistemáticas al diseño de las políticas públicas: de la anécdota a la evidencia. *Avaluació per Al Bon Govern*, 7.
- Sayadi, S., González-Roa, M. C., & Calatrava-Requena, J. (2009). Public preferences for landscape features: The case of agricultural landscape in mountainous Mediterranean areas. *Land Use Policy*, 26(2), 334–344. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.04.003>
- SE. (2012). Secretaría de Economía. Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026. Retrieved May 14, 2014, from http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf
- Seefeldt, S. (2015). *Animal Manure As Fertilizer. Cooperative Extension Service in cooperation with the United States Department of Agriculture. University of Alaska Fairbanks* (No. LPM-00340). Alaska. Retrieved from <http://www.uaf.edu/files/ces/publications-db/catalog/anr/LPM-00340.pdf>
- SEMARNAT. (2013). Antecedentes. Retrieved October 28, 2016, from <http://www.semarnat.gob.mx/conocenos/antecedentes>
- SENASICA. (2008). Lineamientos de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manejo en los procesos de producción de frutas y hortalizas para consumo humano en fresco. Retrieved April 28, 2014, from <http://www.senasica.gob.mx/>.
- Sepúlveda Vargas, R. D. (2008). Valoración económica del uso recreativo del parque Ronda del Sinú, en Montería, Colombia. *Semestre Económico*, 11(22), 67–90.
- SIAP. (2015). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Retrieved May 20, 2009, from <http://www.siap.gob.mx/ganaderia/>
- Singh, H. (1991). The disparity between willingness to pay and compensation demanded. *Economics Letters*, 35(3), 263–266. [http://doi.org/10.1016/0165-1765\(91\)90141-7](http://doi.org/10.1016/0165-1765(91)90141-7)
- Smith, V. K. (1993). Nonmarket Valuation of Environmental Resources: An Interpretive Appraisal. *Land Economics*, 69(1), 1–26. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3146275>
- Smith, V. K., & Osborne, L. L. (1996). Do contingent valuation estimates pass a “scope” test? A meta-analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 31(3), 287–301. <http://doi.org/10.1006/jeem.1996.0045>
- Stup, R. E., Hyde, J., & Holden, L. A. (2006). Relationships between selected human resource management practices and dairy farm performance. *Journal of Dairy Science*, 89, 1116–1120.
- Suquilanda V., M. B. (2006). *Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro*. (UPS & FUNDAGRO, Eds.) (3rd ed.). Quito, Ecuador: ABYA-YALA Publicaciones.
- Tait, P., Baskaran, R., Cullen, R., & Bicknell, K. (2011). Valuation of agricultural impacts on rivers and streams using choice modelling: A New Zealand case study. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 54(3), 143–154. <http://doi.org/10.1080/00288233.2011.588234>

- Teenstra, E., Vellinga, T., Aektasaeng, N., Amatayakul, W., Ndambi, A., Pelster, D., ... Andeweg, K. (2014). *Global Assessment of Manure Management Policies and Practices*. Wageningen UR Livestock Research. Wageningen, The Netherlands.
- Tietenberg, T., & Lewis, L. (2012). *Environmental & Natural Resource Economics* (9th ed.). New Jersey, USA.: Pearson Education, Inc.
- Torgerson, C. (2003). *Systematic reviews*. Londres.
- Trinidad S., A. (2010). *Utilización de estiércoles* (Programa de Apoyo al Desarrollo Rural).
- Tudela Mamani, J. W. (2010). *Valoración económica y diseño de políticas para la gestión de áreas naturales protegidas*. Universidad Autónoma Chapingo.
- University of Nebraska–Lincoln. (2009). *Managing Livestock Manure to Protect Environmental Quality*. Extension. Division of the Institute of Agriculture and Natural Resources. (Extension. Division of the Institute of Agriculture and Natural Resources. No. EC179). Nebraska, USA.
- van Berkel, D. B., & Verburg, P. H. (2014). Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. *Ecological Indicators*, 37, 163–174. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.025>
- Venkatachalam, L. (2004). The contingent valuation method: a review. *Environmental Impact Assessment Review*, 24(1), 89–124. [http://doi.org/10.1016/S0195-9255\(03\)00138-0](http://doi.org/10.1016/S0195-9255(03)00138-0)
- Whitehead, J. C. (1990). Measuring willingness to pay for wetlands preservation with the contingent valuation method. *WETLANDS*, 10(2), 187–201.
- Willemsen, L., Hein, L., & Verburg, P. H. (2010). Evaluating the impact of regional development policies on future landscape services. *Ecological Economics*, 69(11), 2244–2254. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.012>
- World Bank. (1992). *World Bank Development Report*. New York, USA: Oxford University Press. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5975>