



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

VALORACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD (AMBIENTALES,
BIENESTAR ANIMAL, ECONÓMICOS Y SOCIALES) EN SISTEMAS ARTESANALES Y
TECNIFICADOS DE CERDOS EN MÉXICO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA:

NATYIELI LOSADA ESPINOSA

TUTOR PRINCIPAL: Francisco A. Galindo Maldonado. FMVZ UNAM

COMITÉ TUTOR:

Eduardo García Frapolli. IIES UNAM

María Elena Trujillo Ortega. FMVZ UNAM

Ciudad de México. Junio de 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatoria

A mis papás, Tito y May, gracias infinitas por todo, los amo. Son un ejemplo de vida para mí.

A Sebas, hermano, te amo y te admiro. Serendipity.

A mis abuelitos, tías, tíos, primos y primas, gracias por su cariño y apoyo, siempre.

A mis amigas y amigos, son increíbles, los adoro. Mil gracias por todo.

*“... The Gross National Product measures
neither our wit nor our courage, neither our wisdom
nor our learning, neither our compassion
nor our devotion to country. It measures everything, in short,
except that which makes life worthwhile”*

Robert Kennedy

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme formar parte de esta gran comunidad.

Al Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal, por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación académica, y por todo el apoyo y las atenciones, gracias.

Al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP), por el financiamiento otorgado para los estudios que permitieron enriquecer más mi conocimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante los estudios de posgrado.

A mi tutor, Dr. Francisco Galindo, por aceptarme en su equipo de trabajo, por todo el apoyo, la paciencia, la libertad y las enseñanzas. Mil gracias.

A mi Comité Tutor, Dr. Eduardo García Frapolli y Dra. María Elena Trujillo, por sus valiosas revisiones y por los conocimientos transmitidos. Mil gracias.

A los miembros del jurado: Dr. Carlos González-Rebeles, Dr. Marco Herradora, Dr. Agustín Orihuela y Dr. Genaro Miranda, por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, por los conocimientos y las observaciones que ayudaron a enriquecer esta tesis. Mil gracias.

A todos los productores participantes y cooperantes, porque sin ellos no habría sido posible realizar esta meta, mil gracias por su hospitalidad y confianza.

Al Dr. Roberto Martínez Gamba, Dr. Juvencio García, Dr. Ulises Graciano y Dr. Juan Manuel Vargas, por toda la ayuda brindada para poder realizar el trabajo de campo, mil gracias.

RESUMEN

La información acerca de la integración de criterios de sustentabilidad en la producción porcina es escasa. Con el objetivo de evaluar las dimensiones ambiental, bienestar animal, económica y social, se llevó a cabo una investigación en la Región Central de México en 7 unidades de producción artesanales y 6 tecnificadas, utilizando el marco de evaluación MESMIS y el protocolo Welfare Quality. Los resultados mostraron que la dimensión social fue la que obtuvo la mayor puntuación en ambos sistemas; en contraste, la dimensión ambiental fue la que presentó una menor valoración, por verse afectada por las variables de uso irrestricto del agua y “utilidad neta” de la excreta producida por los cerdos. Los atributos planteados por el MESMIS se comportaron de manera similar en ambos sistemas de producción, aunque con diferencias en la valoración que obtuvo cada atributo por sistema. En la evaluación de bienestar, los animales alojados en unidades artesanales mostraron mejores resultados en el principio *Buena salud* y en el criterio *Expresión de comportamiento social*, en tanto que la frecuencia del criterio *Estados emocionales positivos* fue mayor en los animales de las unidades tecnificadas. En un contexto cambiante en el que operan las granjas, no sólo los atributos que hacen referencia a la productividad y a la eficiencia adquieren relevancia. De la misma manera, un sistema que se relaciona con problemas de bienestar animal no es sustentable porque es inaceptable para muchas personas. En este sentido, el concepto de bienestar y las actitudes del público sobre el mismo, deberían considerarse cuando se evalúa la sustentabilidad de un sistema.

Palabras clave: Sostenible, Porcinos, MESMIS, Welfare Quality

ABSTRACT

Information on the integration of sustainability criteria in pig production is scarce. With the objective of evaluating the environmental, animal welfare, economic and social dimensions involved, a study was carried out in the Central Region of Mexico in 7 traditional and 6 technified production units, using the MESMIS evaluation framework and the Welfare Quality protocol. The results showed that the social dimension obtained the highest points for both systems studied. In contrast, the environmental dimension received the lowest valuation as it was affected by 2 variables: the unrestricted use of water and “net profit” of the excreta produced by the pigs. The attributes posed by the MESMIS behave in a similar way in both production systems, although there are differences in valuation obtained by each attribute in the two systems. In the evaluation of welfare, the animals housed in traditional units showed better results in *Good Health* and with respect to the criterion *Expression of social behaviour*, while the frequency of criteria concerning *Positive emotional states* was higher in animals in the technified units. In the changing context in which the farms operate, it is not only the attributes referring to productivity and efficiency that become relevant. A system related to problems of animal welfare is not sustainable as it is unacceptable to many people. In this sense, the concept of welfare and public attitudes towards this issue should be taken into account when evaluating a system’s sustainability.

Key words: Sustainable, Porcine, MESMIS, Welfare Quality

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1 SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL, BIENESTAR ANIMAL Y SUSTENTABILIDAD SOCIAL VS. EFICIENCIA ECONÓMICA	5
2.2 LÍNEAS DE ACCIÓN EN LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS SUSTENTABLES	7
2.3 DIMENSIONES DE SUSTENTABILIDAD	9
2.4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD.....	12
2.5 LAS EVALUACIONES DE SUSTENTABILIDAD	14
2.6 PRODUCCIÓN PORCÍCOLA EN MÉXICO.....	16
3. MATERIAL Y MÉTODOS	19
3.1 LOCALIZACIÓN Y SUJETOS	19
3.1.1 <i>Localización geográfica del área de estudio. Región Central de México.</i>	19
3.1.2 <i>Características de las unidades de producción seleccionadas</i>	21
3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS	24
3.2.1 <i>Caracterización de los sistemas de manejo</i>	24
3.2.2 <i>Identificación de puntos críticos</i>	24
3.2.3 <i>Identificación de indicadores</i>	25
3.2.4 <i>Evaluación y monitoreo de indicadores</i>	25
3.2.4.1. Educación.....	27
3.2.4.2 Conocimiento compartido y reflexivo	28
3.2.4.3. Acceso a servicios públicos y condiciones de vivienda	28
3.2.4.4. Sucesión.....	29
3.2.4.5 Soberanía alimentaria.....	30
3.2.4.6 Generación de empleo	31
3.2.4.7 Uso de mano de obra familiar.....	31
3.2.4.8 Percepción de productores.....	32
3.2.4.9 Equidad de género	32
3.2.4.10 Estabilidad del mercado	33
3.2.4.11 Mano de obra regional.....	33
3.2.4.12 Ganancias a largo plazo	34
3.2.4.13 Diversificación productiva	34

3.2.4.14 Redes de seguridad.....	35
3.2.4.15 Autonomía global e interdependencia local	35
3.2.4.16 Salario de los empleados	36
3.2.4.17 Ingreso fuera de la granja.....	36
3.2.4.18 Valor agregado a la producción por transformación	37
3.2.4.19 Tratamiento de desechos (agua residual y excretas porcinas). Residuo o insumo.....	37
3.2.4.20 Instalación para disposición de animales muertos y desechos sólidos biológicos	38
3.2.4.21 Registro de la cantidad de agua que se utiliza en la granja.....	39
3.2.4.22 Terreno agrícola necesario para la aplicación de aguas y lodos residuales	39
3.2.4.23 Prácticas de conservación del agua	40
3.2.4.24 Salud animal.....	41
3.2.4.25 Alimentación animal.....	41
3.2.4.26 Alojamiento animal	41
3.2.4.27 Comportamiento animal.....	42
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
3.4 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS.....	43
3.4.1 Ponderación de indicadores	43
3.4.2 Bienestar animal	46
4. RESULTADOS.....	47
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MANEJO	47
4.1.1 Producciones artesanales.....	47
4.1.2 Producciones tecnificadas	51
4.2 DIMENSIONES DE SUSTENTABILIDAD	55
4.3 ATRIBUTOS DE SUSTENTABILIDAD	58
4.4 BIENESTAR ANIMAL	60
5. DISCUSIÓN	70
6. REFERENCIAS.....	96
7. ANEXOS	116
7.1 ANEXO 1. MATRIZ DE RESULTADOS. CALIFICACIÓN POR DIMENSIÓN DE CADA GRANJA EVALUADA.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO (ELABORADO A PARTIR DE DATOS DE CONEVYT, 2010).....	20
FIGURA 2. SEMENTAL EN GRANJA ARTESANAL LECHONERA UBICADA EN EL DISTRITO FEDERAL.	22
FIGURA 3. GRANJA TECNIFICADA DE CICLO COMPLETO UBICADA EN CUAUTITLA, MORELOS.	23
FIGURA 4. GRANJA ARTESANAL LECHONERA UBICADA EN AGUA BLANCA DE ITURBIDE, HIDALGO.	47
FIGURA 5. ESPECIES ANIMALES ASOCIADAS AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN PORCÍCOLA ARTESANAL.....	48
FIGURA 6. ESPECIES ANIMALES QUE LOS PRODUCTORES ARTESANALES INCORPORARÍAN A SUS SISTEMAS.....	49
FIGURA 7. ESQUEMA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARTESANAL, EN EL QUE SE MUESTRAN LOS TRES SISTEMAS QUE LO INTEGRAN (PECUARIO, AGRÍCOLA Y FORESTAL) Y LAS INTERACCIONES QUE EXISTEN ENTRE ELLOS.	51
FIGURA 8. GRANJA TECNIFICADA DE CICLO COMPLETO UBICADA EN SANTIAGO TULANTEPEC, HIDALGO.	52
FIGURA 9. ESPECIES ANIMALES QUE LOS PRODUCTORES TECNIFICADOS INCORPORARÍAN A SUS SISTEMAS.....	53
FIGURA 10. ESQUEMA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TECNIFICADO, EN EL QUE SE MUESTRAN LOS DOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN (PECUARIO Y AGRÍCOLA) Y LAS INTERACCIONES QUE EXISTEN ENTRE ELLOS.	55
FIGURA 11. DIMENSIONES EVALUADAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ARTESANALES (SA) Y TECNIFICADOS (ST).	56
FIGURA 12. DIAGRAMA AMIBA QUE MUESTRA LOS ATRIBUTOS DE SUSTENTABILIDAD EVALUADOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ARTESANALES (SA) Y TECNIFICADOS (ST).....	59
FIGURA 13. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN ARTESANALES (SA) Y TECNIFICADAS (ST) DENTRO DE LAS CATEGORÍAS DE BIENESTAR PROPUESTAS POR EL PROTOCOLO WELFARE QUALITY.	60
FIGURA 14. HEMBRA CON CONDICIÓN CORPORAL TIPO 2 (WELFARE QUALITY) EN GRANJA TECNIFICADA EN YAUTEPEC, MORELOS.	61

FIGURA 15. RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN ARTESANALES (SA) Y TECNIFICADAS (ST) PARA EL PRINCIPIO “ALIMENTACIÓN” DEL PROTOCOLO WELFARE QUALITY.	61
FIGURA 16. LECHONES BAJO FUENTE DE CALOR EN GRANJA TECNIFICADA EN SANTIAGO TULANTEPEC, HIDALGO.	62
FIGURA 17. HEMBRA EN ÁREA DE SERVICIOS Y GESTACIÓN EN GRANJA ARTESANAL EN CALPULALPAN, TLAXCALA.	62
FIGURA 18. CERDOS EN ÁREA DE CRECIMIENTO EN GRANJA TECNIFICADA EN TENANGO, MORELOS.	63
FIGURA 19. RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN ARTESANALES (SA) Y TECNIFICADAS (ST) PARA EL PRINCIPIO “ALOJAMIENTO” DEL PROTOCOLO WELFARE QUALITY.	63
FIGURA 20. HEMBRA CON HERIDA EN PIEL TIPO 2 (WELFARE QUALITY) EN GRANJA TECNIFICADA EN TENANGO, MORELOS.	64
FIGURA 21. ABORTO EN ÁREA DE SERVICIOS Y GESTACIÓN EN GRANJA TECNIFICADA EN YAUTEPEC, MORELOS.	64
FIGURA 22. RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN ARTESANALES (SA) Y TECNIFICADAS (ST) PARA EL PRINCIPIO “SALUD” DEL PROTOCOLO WELFARE QUALITY.	65
FIGURA 23. HEMBRA EXHIBIENDO COMPORTAMIENTO AGRESIVO EN GRANJA TECNIFICADA EN SANTIAGO TULANTEPEC, HIDALGO.	65
FIGURA 24. CERDO EN ÁREA DE CRECIMIENTO ESCONDIDO EN EL COMEDERO POR POSIBLE COMPORTAMIENTO AGRESIVO DE SUS COMPAÑEROS DE CORRAL, EN GRANJA TECNIFICADA EN TENANGO, MORELOS.	66
FIGURA 25. ANIMALES REFRESCÁNDOSE EN CHARCA EN GRANJA TECNIFICADA EN TENANGO, MORELOS.	66
FIGURA 26. HEMBRAS EN ÁREA DE SERVICIOS Y GESTACIÓN EXHIBIENDO ESTEREOTIPIA (MORDEDURA DE JAULA) EN GRANJA TECNIFICADA EN YAUTEPEC, MORELOS.	67
FIGURA 27. LECHÓN EN ÁREA DE DESTETE, DURANTE EVALUACIÓN DE ESTADOS EMOCIONALES POSITIVOS, EN GRANJA TECNIFICADA EN YAUTEPEC, MORELOS.	67
FIGURA 28. RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN ARTESANALES (SA) Y TECNIFICADAS (ST) PARA EL PRINCIPIO “COMPORTAMIENTO” DEL PROTOCOLO WELFARE QUALITY.	68

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. UNIDADES DE PRODUCCIÓN ESTUDIADAS.	23
CUADRO 2* PUNTOS CRÍTICOS DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN EVALUADAS.	25
CUADRO 3. RESUMEN DE INDICADORES, PUNTOS CRÍTICOS, DIMENSIONES Y ATRIBUTOS DE SUSTENTABILIDAD.	26
CUADRO 4. MEDICIÓN DEL INDICADOR EDUCACIÓN.	27
CUADRO 5. MEDICIÓN DEL INDICADOR CONOCIMIENTO COMPARTIDO Y REFLEXIVO.	28
CUADRO 6. MEDICIÓN DEL INDICADOR ACCESO A SERVICIOS PÚBLICOS Y CONDICIONES DE VIVIENDA.	29
CUADRO 7. MEDICIÓN DEL INDICADOR SUCESIÓN.	30
CUADRO 8. MEDICIÓN DEL INDICADOR SOBERANÍA ALIMENTARIA.	30
CUADRO 9. MEDICIÓN DEL INDICADOR GENERACIÓN DE EMPLEO.	31
CUADRO 10. MEDICIÓN DEL INDICADOR MANO DE OBRA FAMILIAR.	32
CUADRO 11. MEDICIÓN DEL INDICADOR PERCEPCIÓN DE PRODUCTORES.	32
CUADRO 12. MEDICIÓN DEL INDICADOR EQUIDAD DE GÉNERO.	33
CUADRO 13. MEDICIÓN DEL INDICADOR ESTABILIDAD DEL MERCADO.	33
CUADRO 14. MEDICIÓN DEL INDICADOR MANO DE OBRA REGIONAL.	34
CUADRO 15. MEDICIÓN DEL INDICADOR GANANCIAS A LARGO PLAZO.	34
CUADRO 16. MEDICIÓN DEL INDICADOR DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA.	35
CUADRO 17. MEDICIÓN DEL INDICADOR REDES DE SEGURIDAD.	35
CUADRO 18. MEDICIÓN DEL INDICADOR AUTONOMÍA GLOBAL E INTERDEPENDENCIA LOCAL.	36
CUADRO 19. MEDICIÓN DEL INDICADOR SALARIO DE LOS EMPLEADOS.	36
CUADRO 20. MEDICIÓN DEL INDICADOR INGRESO FUERA DE LA GRANJA.	37
CUADRO 21. MEDICIÓN DEL INDICADOR VALOR AGREGADO A LA PRODUCCIÓN POR TRANSFORMACIÓN.	37
CUADRO 22. MEDICIÓN DEL INDICADOR TRATAMIENTO DE DESECHOS.	38
CUADRO 23. MEDICIÓN DEL INDICADOR INSTALACIÓN PARA DISPOSICIÓN DE ANIMALES MUERTOS Y DESECHOS SÓLIDOS BIOLÓGICOS.	38
CUADRO 24. MEDICIÓN DEL INDICADOR REGISTRO DE LA CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA EN LA GRANJA.	39
CUADRO 25. MEDICIÓN DEL INDICADOR TERRENO AGRÍCOLA NECESARIO PARA LA APLICACIÓN DE AGUAS Y LODOS RESIDUALES.	40

CUADRO 26. MEDICIÓN DEL INDICADOR PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DEL AGUA.	40
CUADRO 27. MEDICIÓN DEL INDICADOR SALUD ANIMAL.	41
CUADRO 28. MEDICIÓN DEL INDICADOR ALIMENTACIÓN ANIMAL.	41
CUADRO 29. MEDICIÓN DEL INDICADOR ALOJAMIENTO ANIMAL.	42
CUADRO 30. MEDICIÓN DEL INDICADOR COMPORTAMIENTO ANIMAL.	42
CUADRO 31. LISTA DE INDICADORES POR DIMENSIÓN DE SUSTENTABILIDAD.	44
CUADRO 32. LISTA DE INDICADORES POR ATRIBUTO DE SUSTENTABILIDAD.	45
CUADRO 33. ACTIVIDAD ECONÓMICA BÁSICA DE LOS PRODUCTORES ARTESANALES.	48
CUADRO 34. CONTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN PORCÍCOLA AL INGRESO FAMILIAR DE PRODUCTORES ARTESANALES.	50
CUADRO 35. ACTIVIDAD ECONÓMICA BÁSICA DE LOS PRODUCTORES TECNIFICADOS.	52
CUADRO 36. CONTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN PORCÍCOLA AL INGRESO FAMILIAR DE PRODUCTORES TECNIFICADOS.	54
CUADRO 37. INDICADORES SOCIALES EVALUADOS EN UPA ^A Y UPT ^B	56
CUADRO 38. INDICADORES ECONÓMICOS EVALUADOS EN UPA ^A Y UPT ^B	57
CUADRO 39. INDICADORES DE BIENESTAR ANIMAL EVALUADOS EN UPA ^A Y UPT ^B	58
CUADRO 40. INDICADORES AMBIENTALES EVALUADOS EN UPA ^A Y UPT ^B	58
CUADRO 41. MEDIA Y DESV. TÍP. DE LOS CRITERIOS EVALUADOS DURANTE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO WELFARE QUALITY EN ANIMALES EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN (UP) ARTESANALES Y TECNIFICADAS.	69

1. Introducción

Los animales domésticos han sido un componente integral esencial de la agricultura y los sistemas de alimentación humanos por miles de años (Bradford, 1999). Con el advenimiento de la agricultura y la domesticación de los animales los pueblos florecieron y comenzó una marcha lenta hacia la urbanización. El desarrollo de las grandes ciudades fue un proceso lento que tuvo como principal factor limitante el suministro constante de alimentos, de manera que durante la mayor parte de la historia, un gran porcentaje de las poblaciones de todas las civilizaciones participaba en actividades agropecuarias. Antes de que la industrialización comenzara, los requerimientos para la crianza de animales eran mínimos, y básicamente incluían aquellos que permitieran su mantenimiento (Rollin y Thompson, 2012), lo que en inglés representaría “square pegs in square holes, round pegs in round holes” (adecuado, que todo ensambla). Un aspecto clave de esta relación fue la cercanía entre el hombre y los animales, que aseguraba la productividad de estos últimos (Lardy y Caton, 2012).

A partir de los primeros años de la segunda década del siglo veinte la industrialización incluyó también a la agricultura. En aquel tiempo, los “Principios de Manejo Científico” de F.W. Taylor proveyeron la mayor parte del racionalismo económico a las empresas industriales (Andrews, 2012). De manera consecuente, la agricultura industrial adoptó esencialmente la misma meta que otros sectores de la economía industrial –producción máxima y eficiente y ganancias económicas a corto plazo. Los medios para alcanzar esa meta también siguieron las premisas adoptadas por otros sectores –especialización, simplificación y concentración. Se asumía de manera amplia que estos principios podían ser aplicados a la agricultura fácilmente, como se había hecho en otros sectores de la economía. Un incentivo adicional fue la necesidad de reducir la mano de obra en las granjas para “liberar” gente que persiguiera metas profesionales que no estuvieran relacionadas con el sector agropecuario y que sirvieran a las necesidades de la industria manufacturera en áreas urbanas (Kirschenmann, 2012).

Durante los últimos veinticinco años del siglo XX, una fracción significativa de la producción de animales fue canalizada hacia el confinamiento industrializado en Estados Unidos, Europa, Latinoamérica, y Asia. Sin embargo, las granjas pequeñas, que operan con márgenes de ganancias supuestamente menores, aún existen a nivel mundial (Fraser, 2006; Hinrichs, 2003; Fraser, 2008a; FAO, 2006a).

En México, hasta los años cincuenta, la producción porcina todavía era una práctica de alcance restringido a las economías domésticas, con un mercado de carácter local, vinculada a las fuentes de alimento y al destino del producto. Sin embargo, en los últimos treinta años el proceso de modernización transformó esta forma de producir (Losada et al., 2014). Primero por la vía de la especialización, asociada a los cambios en la alimentación animal, que contribuyó a intensificar los niveles de conversión de alimentos en proteína animal, a fin de aumentar el nivel de productividad. Así, los sistemas de explotación adquirieron un carácter más intensivo, tanto en el uso de los insumos que se incorporan a la producción, como en el manejo y la operación de las empresas ganaderas. De una producción básicamente de subsistencia más que de acumulación, donde los animales eran alimentados con desechos caseros y se utilizaba el trabajo familiar, la porcicultura pasó a ser un sistema de explotación cada vez más intensivo tanto en capital como en uso de los avances tecnológicos, cuyo objetivo principal es la obtención de la máxima ganancia económica (Suarez y Barkin, 1990).

La industrialización del sector agropecuario ha implicado diversos cambios estructurales, tales como el incremento en el tamaño y el capital de las unidades de producción, una reducción dramática en el número de granjas y productores, así como un incremento en la coordinación vertical –integración– entre empresas y unidades de producción (Hinrichs, 2003; Rhodes, 1993). Durante los últimos cincuenta años, la forma de producción dentro de la porcicultura ha cambiado. Hoy, la mayor parte de la carne de cerdo es producida en unidades de producción tecnificadas donde los cerdos se mantienen en altas densidades en confinamiento y son alimentados principalmente con cereales, leguminosas, y subproductos de la

industria cereal y aceitera (Stern et al., 2005). Algunos autores plantean el tratamiento de los desechos porcinos y el manejo del recurso agua como los principales factores limitantes para este sistema productivo (Pérez, 2002; Pérez, 2006; Pérez, 1999; Drucker, 1997; Dourmad et al., 2008; Eriksen y Kristensen 2001; Honeyman 1996; Miner 1999; Quintern y Sundrum 2006; Watson et al. 2003; DOF, 2013). De manera general, la industria porcina ha sido manejada bajo la meta de producir carne de cerdo al menor costo posible y con la mayor obtención de ganancias (utilidades); a través de años de apuesta unilateral en genética y nutrición, la sustentabilidad social, ambiental y el bienestar animal fueron ignorados.

Recientemente, los consumidores, con el soporte de la sociedad como un todo, han comenzado a mostrar un creciente interés y una visión crítica sobre los métodos de producción y la calidad de los productos (Stern et al., 2005; María, 2006; Vanhonacker et al., 2008; Krystallis et al., 2009). Sin embargo, la integración de criterios de sustentabilidad en la producción porcina es escasa. En este sentido, la propuesta de integrar una investigación debe partir de la necesidad de determinar aquellos criterios que sean fáciles de medir y entender, válidos, repetibles, prácticos y representativos de los objetivos de estudio.

En los últimos años, se han realizado diversas investigaciones con la finalidad de obtener información que permita conocer la situación en relación con la sustentabilidad de las unidades de producción porcina, principalmente a través de la creación de escenarios, y en menor proporción a nivel granja (Pelletier et al., 2010; Tommasino et al., 2007; Tommasino et al., 2012; Olea et al., 2012; Stern et al., 2005; Basset y van der Werf, 2005). Las ventajas y desventajas de cada tipo de sistema (tecnificado y artesanal) son bien conocidas y aunque los beneficios de un manejo sustentable de los mismos parecerían obvios la información es escasa. La mayoría de las publicaciones mencionan que los sistemas alternativos (incluidos en ellos los artesanales) se encuentran en una mejor posición dentro de la escala de sustentabilidad que los tecnificados, sin embargo a la fecha no

existen análisis que permitan dilucidar la situación actual de cada tipo de sistema. La posibilidad de obtener datos sobre los aspectos económicos, sociales, ambientales y de bienestar animal sería mediante la aplicación de una encuesta estática, un análisis contextualizado del sistema de producción, así como a través de la observación de los animales en granja, que permitan obtener los indicadores de sustentabilidad.

La presente tesis analiza las consecuencias que tuvo la industrialización en la producción de cerdos sobre los aspectos ambientales, sociales y de bienestar animal.

Hipótesis

Los sistemas de producción porcícola tecnificados obtendrán mejores valoraciones en la dimensión económico-productiva que los sistemas artesanales. Los sistemas de producción porcícola artesanales obtendrán mejores valoraciones en las dimensiones social, ambiental y de bienestar animal que los sistemas tecnificados.

Objetivo general

Evaluar multidimensionalmente dos tipos de sistemas de producción porcina, tecnificado y artesanal; incluyendo las dimensiones ambiental, de bienestar animal, económico-productiva y social.

Objetivos específicos

- 1) Valorar las dimensiones ambiental, de bienestar animal, económico-productiva y social en sistemas productivos porcícolas tecnificados y artesanales.
- 2) Analizar los sacrificios relativos (trade-offs) de las dimensiones estudiadas en ambos sistemas de producción.

2. Marco de Referencia

2.1 Sustentabilidad ambiental, bienestar animal y sustentabilidad socialvs.

Eficiencia económica

La aplicación de los principios industriales al sector agropecuario parecía funcionar relativamente bien en tanto que los recursos clave (energía barata, abundancia de agua fresca, y climas relativamente estables) estaban disponibles, y mientras que las consecuencias negativas, incluyendo la degradación del medio ambiente, pudieran ser ignoradas (Kirschenmann, 2012). En este sentido, se concebía a la naturaleza como infinita.

Una característica de los sistemas tecnificados es que privilegian la relación económico-financiera sobre los aspectos sociales, ambientales y de bienestar animal, lo cual se constituye como un factor limitante de este tipo de producciones. En este sentido, a pesar de que estos sistemas producen grandes volúmenes de cerdos (carne), en la actualidad están sumamente cuestionados por la contaminación del medio ambiente que han llevado a cabo, incluyendo su concentración geográfica que determina una sobrecarga de nutrientes para el suelo, así como la contaminación del agua, entre otros (Wang et al., 2015; FAO, 2007a).

La característica antes mencionada de privilegio de la economía (utilidades) y la contaminación del medio ambiente dio lugar a la preocupación del hombre por la conservación de los recursos que inició el concepto de sustentabilidad.

Debido al grave deterioro ambiental y social existente en el mundo, organizaciones tales como la ONU y la FAO así como los gobiernos de muchos países han adoptado directrices generales con el objetivo de lograr un cambio significativo en las formas de producción agrícola, ganadera y forestal entre otras (World Commission on Environment and Development, 1987). Teniendo como

antecedentes la conferencia de Hábitat I de Vancouver, el reporte de la Comisión Bruntland sobre medio ambiente y desarrollo en 1987 y posteriormente la Conferencia de la Tierra llevada a cabo en Río de Janeiro (1991), se propuso el desarrollo sustentable como la nueva oferta tecnológica. Para el caso de Latinoamérica, dicha visión se plasmó en Agenda 21 como un instrumento para contribuir a modificar entre otras cosas, las formas de consumo, el uso de los desechos sólidos y el combate de la pobreza; lo que supuestamente permitiría en el mediano plazo contar con espacios sustentables.

El término desarrollo sustentable se comienza a utilizar a partir del informe de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo, definido como “aquel que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras”; se establece que la pobreza, la igualdad y la degradación ambiental no pueden analizarse aisladamente (Tommasino et al., 2007).

A pesar de las diferencias que pudieran existir sobre cuáles serían las condiciones sociales, económicas y ambientales en las que las personas tendrían que vivir, y que tener una sola definición que intente aplicarse a través de esta diversidad puede ser tanto impráctica como “peligrosa”, existe un consenso generalizado acerca de que la idea de desarrollo sostenible requiere un equilibrio dinámico entre población, capacidad del medio y vitalidad productiva (Bell y Morse, 2008). Las funciones que sostienen la vida y los procesos naturales no pueden mantenerse si el uso de los recursos naturales excede su capacidad de regeneración y de asimilación. La estabilidad en el largo plazo del sistema económico se basa en una explotación racional y eficiente de los recursos y que los costos y beneficios se distribuyan equitativamente en la población actual y futura. La estrategia de desarrollo sostenible entonces debe estar articulada a un diseño de políticas económico-ambientales de efectos a corto y largo plazo que busquen una asignación eficiente de recursos en la inversión en capital humano,

físico y natural, con el objetivo de generar un crecimiento económico equitativo y con costos ambientales internalizados (Tommasino et al., 2007).

2.2 Líneas de acción en los sistemas agropecuarios sustentables

Los sistemas agropecuarios pueden ser definidos como el manejo del medio ambiente natural en un intento para lograr su domesticación. La meta de esta domesticación es proveer a la sociedad fuentes de alimento y fibra adecuadas, controladas y confiables. Para poder alcanzar este reto, los científicos y procesos técnicos terminaron aplicando al sector agropecuario la misma lógica de las técnicas de producción desarrolladas en el sector industrial. Esto ha implicado asumir que los seres vivos y los ecosistemas complejos pueden ser manejados como si fueran simples máquinas fáciles de controlar (aproximamiento tecnocrático). Después de unas cuantas décadas de experiencia, muchos académicos están convencidos de que éste no es el caso (Gomiero, 2006).

En su forma original, la sustentabilidad estaba cercanamente asociada con el mantenimiento de la calidad del medio ambiente, aunque –como sería de esperarse con un término que es tan multifacético- los orígenes de la sustentabilidad son complejos. Kidd (1992) sugiere que el concepto contemporáneo de sustentabilidad en una gran medida se originó a partir de seis líneas de pensamiento separadas; pero dos de ellas son particularmente relevantes:

- Capacidad de carga ecológica: se refiere a la noción de que un sistema ecológico (ecosistema) sólo puede sostener cierta densidad (la capacidad de carga) de individuos porque cada uno utiliza recursos en ese sistema. Demasiados de estos (sobrepasar la capacidad de carga) puede resultar en un sobreuso de los recursos y por consiguiente el colapso eventual de la población.

- Crítica al uso de tecnologías: esta línea de pensamiento se originó durante 1960 y 1970 en respuesta a lo que se percibió como un uso indiscriminado de tecnologías que podrían poner en peligro el medio ambiente. Existen varios ejemplos acerca de la crítica a la tecnología; pero probablemente algunos de los más conocidos están en la agricultura. De hecho, puede argumentarse que, en particular, los problemas producidos por el uso indiscriminado de pesticidas, han tenido un efecto grande en la evolución del concepto de sustentabilidad.

Entre las líneas de acción directrices, las referentes a los sistemas agropecuarios en general son de suma importancia debido al papel que han tenido las tecnologías eficientistas en la degradación ambiental, a través de la contaminación de acuíferos, su contribución a la producción de gases de efecto invernadero, pérdida de la biodiversidad, efectos nocivos sobre la salud humana y el impacto ecológico (o huella ecológica) que han ejercido sobre el medio ambiente mundial (Rees, 1999; Dourmad et al., 2008; FAO, 2007a; Pérez, 1999; Pérez, 2002). La sustitución de las razas locales por un pequeño número de razas de alto rendimiento es otra de las consecuencias muy extendida de los esfuerzos dirigidos a incrementar la producción (FAO, 2006a).

Los sistemas agropecuarios sustentables han sido planteados como la alternativa tecnológica y social a los postulados de la revolución verde, los cuáles privilegian la producción sobre el cuidado del medio ambiente y de los recursos sobre los que se sustenta la producción agropecuaria. En este sentido, sistema agropecuario sustentable es un término que trata de englobar una serie de conceptos y prácticas que sean socialmente aceptables, económicamente viables y conservadoras de los recursos naturales (Yunlong y Smith, 1994) y el bienestar animal. La base epistemológica de los sistemas agropecuarios sustentables se contraponen a la visión reduccionista y universalista del mundo del método científico que reduce todo a variables endógenas y en cambio, utiliza la teoría de

los sistemas como su base metodológica y de cosmovisión holística (Spedding, 1979; Giampietro, 2010).

2.3 Dimensiones de sustentabilidad

A través de las diferentes aproximaciones a la sustentabilidad puede observarse que existe, en general, un criterio coincidente acerca de las dimensiones que la conforman. Consideradas como “básicas” se encuentran la ambiental, la económica y la social y, en décadas recientes, el bienestar animal.

Sustentabilidad ambiental

Algunos autores consideran esta dimensión como la más importante, ya que tuvo un papel central en el surgimiento del concepto de sustentabilidad (Chávez, 2013). La dimensión ecológica refiere a la capacidad de un ecosistema de mantener las características fundamentales para su reproducción en el largo plazo (Müller, 1996), lo que implica la capacidad de preservar tanto los recursos abióticos, minerales y clima, como los recursos bióticos, en particular la diversidad de especies y genes. Algunos autores denominan a esta característica de los ecosistemas como resiliencia, entendida como la capacidad de un sistema de reponerse ante cambios bruscos del medio externo (Hansen, 1996). Según Foladori (2005) es la dimensión que tiene menos desacuerdos en su definición, aunque presenta dificultades importantes en su medición.

Sustentabilidad económica

La dimensión económica encuentra una mayor diversidad de definiciones, a pesar de ser precursora de las otras dos en la medida de que la noción de desarrollo fue predecesora a la de sustentabilidad, y refería fundamentalmente al crecimiento económico como factor esencial para el mismo. Para algunos autores (Müller, 1996) implica alcanzar un nivel de rentabilidad “atractivo”; otros autores entienden

que el objetivo es el crecimiento cero, es decir, mediante un posible freno en el progreso científico y tecnológico (Daly citado en Foladori, 2005); mientras que otros más pragmáticos plantean la necesidad de regular el crecimiento económico.

Sustentabilidad social

La sustentabilidad social es probablemente el tema menos tratado en la literatura. La mayoría de los autores incluyen en sus análisis las dimensiones ambiental y económica, mientras que la social es solamente mencionada (Tommasino et al., 2007; Tommasino et al., 2012). Los indicadores sociales como disponibilidad de servicios, atención médica, caminos, entre otros, expresan más bien una situación accesoria o consecuencia de la dimensión económica. Sin embargo, el mantenimiento del tejido social que sirve de base a los sistemas de producción parece ser muy importante (Tommasino et al., 2012).

La dimensión social es definida como la capacidad de lograr que beneficios y costos se distribuyan equitativamente entre grupos y generaciones, de forma tal que satisfaga las necesidades humanas (Müller, 1996). Es la que presenta más diferencias en su definición, tanto que para algunos autores el gran problema conceptual del desarrollo sustentable es diferenciar la sustentabilidad ecológica de la social (Lélé citado en Foladori, 2005). Es también la dimensión más postergada, porque directamente no se le considera o se hace de forma secundaria (Marzall, 1999; Maserà et al., 2000; Foladori y Tommasino, 2000).

Se debe reconocer que los problemas sociales y ecológicos están estrechamente conectados en los sistemas alimenticios y agropecuarios (Giampietro, 1995).

El concepto de bienestar animal como una dimensión de sustentabilidad

El concepto de bienestar animal surge en Europa en los años 60, como una necesidad de algunos sectores de la sociedad de proteger a los animales y

delinear formas de producción adecuadas a las necesidades de los mismos (Temple et al., 2009), como resultado de la publicación del libro titulado “Animal Machines” (Harrison, 1964) y el Reporte Brambell sobre el bienestar de los animales de granja publicado por el gobierno británico en 1965 (Brambell, 1965). A partir de esa década la sociedad, principalmente en el continente europeo, comienza a preocuparse por el bienestar de los animales de abasto (Galindo y Manteca, 2004). De manera específica, en el caso de los cerdos, la preocupación por el bienestar se refleja en el aumento de la actividad legislativa -a través de las normas mínimas para la protección de cerdos- que comenzaron en la Unión Europea a partir de la década de los 90. Dichas regulaciones tenían años de cumplimiento diferidos; hasta el 2003 estos requisitos se aplicaban a todas las explotaciones que se construyeran nuevas o que se reconstruyeran. Finalmente, en el 2013, estas disposiciones se aplicaron a todas las explotaciones (Comisión Europea, 2004). Adicionalmente, se generó un protocolo de evaluación del bienestar animal conocido como Welfare Quality, que estandarizó la evaluación de los sistemas de producción en tres especies (aves, bovinos y cerdos) (Welfare Quality, 2012).

Un ejemplo muy claro de la reciente globalización del bienestar animal fue el hecho de que en el año 2005 la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) adoptara las primeras directrices globales sobre bienestar animal, lo que señala que este asunto no era una preocupación sólo para ciertas naciones (generalmente prósperas), sino que se había convertido en un tema de atención oficial supuestamente a nivel global (Fraser, 2008a; Galindo y Manteca, 2004).

El incremento en la demanda por parte de los consumidores de productos de origen animal que deriven de un sistema de producción “amigable” (incluyendo el bienestar animal) ha ejercido presión a las cadenas de producción de leche, carne, huevo y lana en el orden de certificar o mejorar los estatus de bienestar de los animales (Maria, 2006; Krystallis, 2009; Miranda-de la Lama, 2013). Por lo tanto, conceptos recientes de sustentabilidad en la producción ganadera han puesto

gran atención a los asuntos sobre bienestar animal (Cozzi et al., 2008). El pobre bienestar de los animales que son utilizados en los sistemas de producción es una razón de peso de porqué el público percibe algunos sistemas como inaceptables. Así, estos sistemas se convierten en insustentables a menos que se haga alguna modificación en ellos. El bienestar animal se está convirtiendo en una razón de peso para los miembros del público que demandan un cambio por parte de los productores, las compañías y los gobiernos (Broom, 2012; McGlone, 2001; Krystallis, 2009).

2.4 Indicadores de sustentabilidad

Las razones que han llevado a los científicos, productores y otros actores a considerar los sistemas agropecuarios sustentables son su bajo uso de insumos y la facilitación que dan para conservar el tejido social, la cultura local, los recursos, sus efectos positivos sobre la salud humana y el medio ambiente. Sin embargo, la valoración, o evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas es un paso necesario para determinar su situación y tomar medidas adecuadas que contribuyan a mejorar la sustentabilidad de estos (Yunlong, 1994; Bell y Morse, 2008). En este sentido, los indicadores son una de las herramientas de mayor utilización para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios. Esto se debe fundamentalmente a su practicidad como mecanismo alternativo a la medición de impactos directos (Bockstaller et al., 2008). Se han desarrollado indicadores a todo nivel y escala, generando investigación sobre su selección, agregación y validación (Bockstaller et al., 2008). En 1998 la ONU instó a su elaboración y desarrollo (Marzall, 1999), de la misma manera varios gobiernos y agencias señalan la necesidad de medir los impactos y los umbrales de los procesos socio-ambientales a través de indicadores (Nazarea et al., 1998). Según Mitchell, citado por Marzall (1999), son una herramienta para obtener información de la realidad que sintetiza un conjunto complejo de información. Son medidas de condición, procesos, reacción y comportamiento que deben dar cuenta de los cambios que ocurren en los sistemas. Sin embargo, las causas o

consecuencias que de ellos se desprendan son abstracciones que el usuario realiza (Benbrook y Grath III citados en Marzall, 1999).

Entre las características deseables en los indicadores se señala (Müller, 1996; Gómez et al., 1996; Marzall, 1999; Maserá et al., 2000): que sean significativos, relevantes políticamente, sensibles a los cambios, coherentes, sencillos, factibles de medir (en tiempo y costo), replicables/generalizables, verificables, objetivos, que se puedan medir repetidamente, así como que permitan enfoques integrados y la modelización. Para su correcta interpretación afirman que es importante que sean consistentes, significativos y entendibles para los usuarios, que tengan un método de medición transparente y que su elaboración sea participativa. La selección de los indicadores es un paso clave al inicio de la evaluación (Campbell et al., 2001). Por lo general, y como ya se mencionará, la mayoría de los autores señalan la importancia de los marcos metodológicos como herramienta para deducir los indicadores más pertinentes para evaluar la sustentabilidad. Esto es así en la medida que los indicadores no son suficientes en sí mismos sino que deben ser parte de un contexto mayor de evaluación (Marzall, 1999).

La ponderación de los indicadores para evaluar la sustentabilidad es, junto con el diseño de éstos, uno de los aspectos centrales en el armado de la metodología. En función de los pesos relativos que se asigne a cada uno de los indicadores se obtendrán resultados diferentes a la hora de integrar los mismos en un índice o en un gráfico de análisis. Müller (1996) propone realizar entrevistas a expertos y representantes de la sociedad civil como mecanismo para lograr una ponderación que refleje consensos y convicciones de los usuarios. En una línea similar Marzall (1999) destaca la importancia de la participación social. En este sentido, los indicadores deben ser significativos y buscar un equilibrio que evite la simplificación excesiva, una saturación de indicadores que haga inoperante su uso y también un reduccionismo indeseable.

2.5 Las evaluaciones de sustentabilidad

En el manejo de recursos naturales, las consideraciones sobre sustentabilidad significaron un cuestionamiento severo del enfoque productivista que se orientaba a optimizar la productividad biofísica de los sistemas y su rentabilidad económica a corto plazo por sobre otras consideraciones importantes. También se hizo evidente que las evaluaciones convencionales, como las de tipo beneficio-costos, basadas solamente en la agregación de los aspectos relacionados con los sistemas productivos en términos monetarios, eran insuficientes o simplemente inadecuadas (Galván et al., 2008).

En la actualidad existe una creciente necesidad de desarrollar métodos para evaluar el desempeño de los sistemas socioambientales, y guiar las acciones y las políticas para el manejo sustentable de recursos naturales. En términos generales, los esfuerzos dirigidos a proporcionar estrategias de evaluación de la sustentabilidad se pueden clasificar en tres grandes grupos:

Un primer grupo se ha centrado en la generación de listas de indicadores de sustentabilidad, enfocados principalmente en aspectos ambientales, económicos y, en menor medida, sociales e institucionales. Sin embargo, estos enfoques carecen de una base teórica sólida para la selección de indicadores específicos, no es posible aplicar los indicadores a contextos diversos, y tienen dificultades para discriminar los indicadores relevantes para la sustentabilidad de los sistemas de manejo (Galván et al., 2008).

Un segundo grupo está constituido por metodologías de evaluación basadas en la determinación de índices de sustentabilidad, en las cuales se agrega o sintetiza la información de los indicadores en un solo valor numérico. Al igual que las listas de indicadores, estos enfoques no ofrecen un marco analítico sólido para la derivación de indicadores. Su construcción requiere decisiones arbitrarias en

cuanto a la selección, la ponderación y la agregación de los indicadores, y ofrecen una retroalimentación pobre al simplificar el análisis en un solo valor numérico.

Un último grupo de métodos son los marcos de evaluación. Estos son propuestas metodológicas flexibles que permiten guiar el proceso de evaluación mediante diferentes etapas o pasos; más que de una definición precisa, parten de atributos u objetivos generales que son aplicables en diferentes situaciones y sistemas de manejo, y que sirven de guía para derivar criterios e indicadores más específicos. En los últimos años, se han desarrollado varios de estos métodos en el contexto del manejo de recursos naturales (Galván et al., 2008). Ejemplos de ello son el método IDEA –siglas en francés de Indicadores de Sustentabilidad de las Explotaciones Agrícolas- y el marco de evaluación MESMIS –Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad- (Chávez, 2013).

El MESMIS es un proceso de evaluación de sustentabilidad cíclico, con un enfoque participativo, sistémico y multiescalar, que busca entender de manera integral las limitantes y las posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con los ámbitos social y económico (Maserá et al., 2008). La sustentabilidad se concibe de manera dinámica, multidimensional y específica a un determinado contexto socioambiental y espacio-temporal. Los sistemas de manejo sustentables son aquellos que “permanecen cambiando”, para lo cual deben tener la capacidad de ser productivos, autoregularse y de transformarse, sin perder su funcionalidad. A su vez, estas capacidades pueden ser analizadas mediante un conjunto de *atributos* o propiedades sistémicas fundamentales, que son: productividad, resiliencia, confiabilidad, estabilidad, autogestión, equidad y adaptabilidad (Maserá et al., 2008). Los ciclos de evaluación se componen de seis pasos generales que abarcan la caracterización de los sistemas de manejo, el estudio de las fortalezas y debilidades en términos de los atributos de sustentabilidad, la derivación y monitoreo de indicadores, un proceso de integración de indicadores y una fase de

conclusiones y recomendaciones (Galicia, 2015). De esta manera, busca comprender de manera integral las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo, que surgen de la intersección de procesos ambientales con factores sociales y económicos (Astier et al., 2000).

Dentro del marco estratégico de la FAO para los próximos 20 años se considera incrementar la eficiencia de la producción animal, así como reducir efectos adversos ambientales, sociales y de bienestar animal (FAO, 2007a). Por tal motivo se propone el uso de sistemas de producción de cerdos que cubran la demanda de alimentos, protejan los recursos naturales, ofrezcan un valor agregado por temas de bienestar animal e incentiven económicamente a los productores. La integración de indicadores de sustentabilidad (ambientales, sociales, económicos y de bienestar animal) en cerdos es escasa. En este sentido el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) prueba ser una metodología útil para la medición de estos criterios.

2.6 Producción porcícola en México

Desde el punto de vista productivo, los cerdos en nuestro país se mantienen principalmente en dos formas de producción determinadas por el grado de tecnología que manejan y los volúmenes producidos. En primer lugar se encuentra la tecnificada, que maneja un elevado número de cabezas de ganado con uso de tecnología, mantiene el 30% del inventario y produce alrededor del 50% del total de la carne (Losada et al., 2014). El tamaño de la explotación es superior a 100 hembras reproductoras y la producción se destina a los grandes centros de consumo e incluso a la exportación, el nivel tecnológico es equiparable al de los países industrializados predominando las granjas de ciclo completo (Martínez, 2008; Mariscal, 2010; Losada, 2012; comunicación personal, 2015). Las empresas transnacionales han jugado un papel preponderante en la implantación de este modelo productivo (Losada, 2012). El sistema de producción tecnificado tiene

como supuesta ventaja disminuir la exposición de los animales a algunos microorganismos y facilitar ciertas prácticas de manejo tales como la atención de las hembras en el parto y el cuidado de los recién nacidos (González, 2007), además de no tener altos requerimientos de tierra para su desarrollo (Pérez, 2002). Sin embargo, la explotación de un gran número de animales en espacios reducidos genera pocos empleos, ha permitido la diseminación de otros tipos de enfermedades, conlleva altos costos de producción, se incrementa el impacto al ambiente y el deterioro del bienestar de los cerdos, y requiere de una elevada inversión inicial en instalaciones (González, 2007). La naturaleza intensiva y de gran escala de estos sistemas provoca enormes volúmenes de residuos y elevados riesgos para la salud animal (Pérez, 2002).

La segunda forma de producción es la que corresponde a la producción de pequeña escala también conocida como porcicultura familiar, artesanal o de traspatio, produce entre el 20 y 30% restante con un inventario promedio de 40%, aunque es difícil precisar, ya que no existen bases estadísticas disponibles para justificar dicha participación. Además, en este tipo de explotación se suele recurrir a la matanza clandestina, lo que dificulta aún más una estimación real (Losada et al., 2014). Se caracteriza por ser un sistema “hormiga” de producción de cerdos criados en pequeñas extensiones de terreno, en el patio de las viviendas o cerca de las mismas. La producción porcina frecuentemente está asociada a otros sistemas (bovinos, ovinos y aves) en contraste con los sistemas tecnificados donde los cerdos son la única actividad. Las unidades de producción pueden llegar a contar hasta con 50 hembras reproductoras. La calidad genética de los animales es baja en algunos casos, aunque su rusticidad y adaptación al medio les permite producir carne con un mínimo de nutrientes; en ocasiones, este tipo de producción carece de medidas de bioseguridad, medicina preventiva, calendarios de vacunación y asistencia técnica, así como de infraestructura específica (Losada et al., 2014). Este tipo de sistema contribuye en muchas maneras a mejorar la calidad de vida de los productores, y debido a que no necesariamente requiere de

acceso a tierras, ha ganado importancia en el sector pecuario urbano y peri-urbano (FAO, 2006b; Petrus et al, 2011).

3. Material y métodos

3.1 Localización y sujetos

El nivel de análisis propuesto fue la unidad de producción, ya que es la base de los sistemas regionales que permite hacer una valoración precisa, mediante explicaciones ideográficas, y a través del análisis de estudios de caso hacer inferencias del sistema en general.

Se evaluaron siete unidades de producción artesanales (UPa) y seis unidades de producción tecnificadas (UPt) representativas del sistema de producción de cerdo, localizadas en los estados de Hidalgo (2 UPa, 1 UPt), Tlaxcala (4 UPa, 2 UPt), Morelos (3 UPt) y el Distrito Federal (1 UPa) –pertenecientes a la Región Central de México-, para llevar a cabo su caracterización y dar seguimiento a los indicadores económicos, sociales, ambientales y de bienestar animal.

3.1.1 Localización geográfica del área de estudio. Región Central de México.

A esta región se le considera el centro del país, ya que en ella se concentra la mayor parte de la actividad política, cultural y económica de México. Está integrada por el Distrito Federal y 7 estados: Guanajuato, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala (Figura 1), que en conjunto presentan una extensión aproximada de 130,000km²(Conevyt, 2010). Es una región que concentra de forma equilibrada los dos sistemas de producción porcícola evaluados; por un lado estados donde el sistema tecnificado ha proliferado como la principal forma de producción, y por otro estados con el sistema artesanal como modo de vida –Tlaxcala, Estado de México, entre otros-.



Figura 1. Región Central de México (Elaborado a partir de datos de Conevty, 2010).

El relieve que caracteriza a la región es el montañoso, aunque cuenta con extensos valles como el de Toluca y otras áreas de llanos; por otro lado, existen varios ríos y lagunas que son alimentados por el agua que proviene de los deshielos de algunas montañas y de las lluvias, destacando el río Pánuco, el río Atoyac y las lagunas de Valle de Bravo y Tequesquitengo (Conevty, 2010).

La región se encuentra dentro de la zona templada característica de las sierras mexicanas, con lluvias en verano. El rango de la temperatura media anual es de 18° a 24°C (Cardoso y García, 1982), sin embargo el clima presenta características particulares en algunos estados. En la parte norte de los estados de Hidalgo y Querétaro y en una zona de Puebla (en sus límites con Oaxaca) es predominantemente semiseco, mientras que al norte de Hidalgo, en todo el territorio de Morelos y al norte y sur de Puebla el clima es cálido tropical (Conevty, 2010). La precipitación pluvial va de 700 a 1,400mm por año (Cardoso y García, 1982).

En la región viven aproximadamente 34'894'000 personas (Conevty, 2010), que representan el gran centro de consumo y mercado del país. En ella se localizan las 2 entidades que registran mayor población a nivel nacional, el Distrito Federal, sede de gran parte de las actividades económicas, políticas y administrativas de la

República, y el Estado de México, y 3 de las cinco regiones con la mayor cantidad de habitantes del país –Valle de México, Valle de Toluca y el Bajío- (Cardoso y García, 1982).

La densidad poblacional de la zona es alta, cerca de 268 habitantes por km², sin embargo, esta densidad no es igual en toda la región. Esta distribución de la población tan irregular se debe en gran medida a que el desarrollo industrial y económico tampoco es igual en cada una de las entidades que forman la región; asimismo, las características del medio natural son diferentes en cada una de ellas; esto último provoca que las zonas más pobladas sean principalmente los valles y las áreas casi planas que cuentan con climas agradables, tierras fértiles y con recursos hidrológicos (Conevyt, 2010).

Las actividades económicas que se realizan en la región incluyen a la agricultura (maíz, frijol, café, alfalfa, tomate, sorgo, trigo, legumbres, entre otros cultivos), la ganadería (bovinos, porcinos, ovinos y aves), la explotación forestal (pino, roble verde y oyamel), la minería (oro, plata, mercurio, cobre, entre otros), así como a la industria (minera, textil, alimentaria, autotransporte, cementera, hulera -por mencionar algunos ejemplos-) (Conevyt, 2010).

3.1.2 Características de las unidades de producción seleccionadas

En vista de que no existía un padrón de granjas por estado que permitiera llevar a cabo un muestreo al azar, las unidades de producción fueron seleccionadas a través de un muestreo de granjas que se adecuaron a las condiciones del estudio. Todos los productores contactados para realizar este estudio estuvieron de acuerdo en participar en él.

I. Unidades de producción artesanales. Todas las granjas tenían un encargado del manejo de la unidad e incluyeron un rango de 10 a 50 hembras reproductoras, es decir, de 100 a 500 animales en producción. Tres de las siete unidades de

producción evaluadas se dedicaban exclusivamente a la venta de lechones (granjas lechoneras); 2 producían tanto lechones como animales para abasto, y dos más eran granjas de ciclo completo donde sólo vendían los animales engordados con un peso promedio de 105kg (venta de carne). La mayoría contaban con registros productivos y económico/administrativos de un mínimo de 12 meses de trabajo (Figura 2).



Figura 2. Semental en granja artesanal lechonera ubicada en el Distrito Federal.

II. Unidades de producción tecnificadas. Todas las granjas contaban con un encargado del manejo de la unidad e incluyeron una piara de 100 a 500 hembras reproductoras, es decir, de 1000 a 5000 animales en producción. Sólo una de las seis granjas evaluadas se dedicaba a la venta exclusiva de lechones, 2 granjas producían tanto lechones como animales para abasto, en tanto las 3 restantes eran granjas de ciclo completo donde sólo vendían los animales engordados a un peso promedio de 95kg (venta de carne). Las unidades de producción pecuaria contaban con registros productivos y económico/administrativos de un mínimo de 12 meses de trabajo (Figura 3).



Figura 3. Granja tecnificada de ciclo completo ubicada en Cuautitla, Morelos.

El Cuadro 1 muestra el resumen de las unidades de producción evaluadas durante el desarrollo de este proyecto.

Cuadro 1. Unidades de producción estudiadas.

UPP ^a	Tipo de sistema	Número de hembras reproductoras	Localización geográfica
1	Artesanal	9	Distrito Federal
2	Artesanal	10	Hidalgo
3	Artesanal	21	Tlaxcala
4	Artesanal	21	Tlaxcala
5	Artesanal	24	Hidalgo
6	Artesanal	30	Tlaxcala
7	Artesanal	38	Tlaxcala
8	Tecnificado	70	Tlaxcala
9	Tecnificado	100	Tlaxcala
10	Tecnificado	150	Hidalgo
11	Tecnificado	170	Morelos
12	Tecnificado	200	Morelos
13	Tecnificado	500	Morelos

^a UPP: Unidad de Producción Pecuaria

3.2 Procedimiento para la obtención de datos

Como fue mencionado en la revisión de literatura, el método aplicado en el estudio fue el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Maserá et al., 2008).

3.2.1 Caracterización de los sistemas de manejo

La caracterización de las unidades de producción así como la obtención de las variables correspondientes a los indicadores económicos, sociales y ambientales se llevó a cabo a través de un estudio transversal, utilizando una encuesta estática, siguiendo los procedimientos descritos por Díaz (2007). El estudio se caracterizó porque la recogida de información se llevó a cabo mediante una única medición. En este sentido, se considera que el diseño transversal es uno de los más utilizados en la investigación social por su capacidad para hacer inferencias, por la facilidad y la economía en su ejecución, y por la rapidez a la hora de proporcionar resultados (Díaz, 2007). Se realizaron dos visitas por unidad de producción con la finalidad de obtener todos los datos necesarios para completar la encuesta.

3.2.2 Identificación de puntos críticos

Con la información obtenida durante la caracterización de los sistemas de producción se identificaron los puntos críticos –tal y como se presenta en el Cuadro 2-, es decir, aquellos aspectos positivos o negativos que le dieron solidez o vulnerabilidad al sistema en el tiempo. Estos puntos fueron factores o procesos ambientales, técnicos, sociales y económicos que de forma individual o combinada tenían un efecto crucial en la permanencia del sistema de manejo (Chávez, 2013).

Cuadro 2* Puntos críticos de las unidades de producción evaluadas.

Atributo de sustentabilidad	Punto crítico
Productividad	Degradación de suelos Bienestar animal
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Conocimiento e innovación Permanencia del sistema en el tiempo Mercado Organización Conservación y contaminación
Adaptabilidad	Conocimiento Diversidad de ingresos Autosuficiencia
Equidad	Participación Fuentes de empleo para la familia y la comunidad Nivel de vida familiar Costo de oportunidad para mano de obra
Autogestión	Provisión de alimentos a la familia y a la comunidad Organización Conservación y contaminación

* Elaborado y modificado a partir de datos de Dantsis, 2010; Cabell y Oelofse, 2012; Chávez, 2013; FAO, 2013; FAO, 1998; Gaspar, 2009; Riveros y Hinrichs, 2014; Pérez, 2006; Welfare Quality, 2012; Maserá et al., 2008; Galicia, 2015; Ripoll-Bosch, 2012; productores evaluados.

3.2.3 Identificación de indicadores

A partir de los puntos críticos identificados, se derivaron los indicadores más significativos del sistema de manejo, en relación con los atributos de los sistemas, así como la dimensión de evaluación a la que correspondió -social, económica, ambiental o bienestar animal-, tal y como se muestra en el Cuadro 3.

3.2.4 Evaluación y monitoreo de indicadores

La evaluación y monitoreo de los indicadores seleccionados se llevó a cabo en las unidades de producción artesanales y tecnificadas, a través de entrevistas, observaciones en campo y consulta bibliográfica. El Cuadro 3 presentado en el inciso pasado, incluye el resumen de los indicadores derivados, la dimensión de

evaluación a la que corresponden, así como el punto crítico y atributo al que se encuentran asociados.

Cuadro 3. Resumen de indicadores, puntos críticos, dimensiones y atributos de sustentabilidad.

Atributo	Punto crítico	Indicador	Dimensión^a
Productividad	Degradación de suelos	Terreno agrícola usado para los desechos	A
	Bienestar animal	Alimentación Alojamiento Salud Comportamiento	BA
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Conocimiento e innovación	Conocimiento compartido y reflexivo	S
		Valor agregado a la producción	E
	Permanencia del sistema en el tiempo	Sucesión	S
		Percepción de productores	S
	Mercado	Estabilidad del mercado	E
	Organización	Ganancias a largo plazo	E
	Conservación y contaminación	Instalaciones para desechos biológicos	A
Adaptabilidad	Conocimiento	Educación	S
	Diversidad de ingresos	Diversificación productiva	E
		Ingreso fuera de la granja	E
	Autosuficiencia	Autonomía global e interdependencia local	E
Equidad	Participación	Equidad de género	S
	Fuentes de empleo para la familia y la comunidad	Mano de obra familiar	S
		Generación de empleo	S
		Mano de obra regional	E

	Nivel de vida familiar	Acceso a SP y CV	S
	Costo de oportunidad para mano de obra	Salario de los empleados	E
Autogestión	Provisión de alimentos a la familia y a la comunidad	Soberanía alimentaria	S
	Organización	Redes de seguridad	E
	Conservación y contaminación	Tratamiento de desechos	A
		Prácticas de conservación de agua	A
		Registro de cantidad de agua utilizada	A

^a Dimensión social (S), económica (E), ambiental (A) y bienestar animal (BA).

Los indicadores utilizados en el estudio fueron:

3.2.4.1. Educación

De acuerdo a la OCDE, el nivel educativo del productor y un manejo efectivo de la granja así como la adopción oportuna de prácticas de manejo amigables con el ambiente, están positivamente correlacionadas (Dantsis, 2010). Puede llegar a ser un reflejo de la homogeneidad del grupo social que lleva a cabo sus funciones (Losada, 2009). (Cuadro 4).

Cuadro 4. Medición del indicador Educación.

Nivel de educación formal alcanzado por el/los titular/es	Score
Licenciatura completa	100
Preparatoria completa	75
Secundaria completa	50
Primaria completa	25
Sin estudios	0

3.2.4.2 Conocimiento compartido y reflexivo

Los individuos y las instituciones aprenden a través de experiencias pasadas y presentes a anticipar cambios y a crear un “futuro deseable”. Entre más personas e instituciones puedan aprender del pasado y entre ellos, y compartir ese conocimiento, más capacidad tendrá el sistema para adaptarse y transformarse, en otras palabras, más resiliencia tendrá (Cabell y Oelofse, 2012). (Cuadro 5).

1. Acceso justo a medios de producción (acceso a equipo y capital)
2. Servicios extensionistas y capacitación
3. Colaboración entre universidades/centros de investigación y productores
4. Cooperación y conocimiento compartido entre productores (incluyendo sociedades de producción)
5. Conocimiento base sobre el estado del sistema de producción
6. Adopción y aplicación de tecnologías (innovaciones tecnológicas en salud, alimentación, reproducción, genética, manejo, infraestructura)

Cuadro 5. Medición del indicador Conocimiento compartido y reflexivo.

Conocimiento compartido y reflexivo	Score
Óptimo (6 características ^a)	100
Bueno (4 a 5 características)	75
Moderado (2 a 3 características)	50
Limitado (1 característica)	25
Inaceptable (ninguna característica)	0

^a Características numeradas del 1 al 6 en el párrafo anterior.

3.2.4.3. Acceso a servicios públicos y condiciones de vivienda

Servicios públicos que brinda el municipio (alumbrado público, red hidráulica, drenaje, seguridad, centros recreativos, actividades recreativas, actividades deportivas, centros deportivos, casa de cultura). El indicador “condiciones de vivienda” está conformado por el material de la vivienda y los enseres domésticos (Chávez, 2013). (Cuadro 6).

Cuadro 6. Medición del indicador Acceso a servicios públicos y condiciones de vivienda.

Servicios públicos ^a		
		Score
6 o más servicios		100
3 a 5 servicios		50
2 o menos servicios		0

Material de la vivienda		
		Score
Casa	Propia	100
	Prestada	50
	Rentada	0
Piso	Loseta	100
	Cemento	50
	Tierra	0
Paredes	Cemento	100
	Ladrillo	50
	Madera	0
Techo	Cemento	100
	Lámina	0

Enseres domésticos ^b	
	Score
6 enseres domésticos	100
3 a 5 enseres domésticos	50
2 o menos enseres domésticos	0

^a alumbrado público, red hidráulica, drenaje, seguridad, centros recreativos, actividades recreativas, actividades deportivas, centros deportivos, casa de cultura.

^b televisión, refrigerador, lavadora, computadora, microondas, celular

3.2.4.4. Sucesión

Valora la existencia de recursos humanos para sostener en el tiempo la gestión del establecimiento en manos de la familia. Se establece en 10 años el tiempo mínimo para evaluar la continuidad de la familia en la gestión del predio. Se valora la edad del/los titular/es y la existencia de integrantes de la familia de la siguiente generación con voluntad de continuar con el establecimiento. Se fija en 50 años la edad a partir de la cual se vuelve necesaria la existencia de sucesores en el establecimiento(Oyhantcabal, 2010). (Cuadro 7).

Cuadro 7. Medición del indicador Sucesión.

Sucesión	Score
Presencia de sucesor o titular menor de 40 años	100
Ausencia de sucesor y titular menor de 50 años	50
Ausencia de sucesor y titular mayor de 50 años	0

3.2.4.5 Soberanía alimentaria

Este indicador permite evaluar si las unidades de producción tienen la posibilidad de encontrar alternativas de insumos, como semillas y razas de animales, que sean de su elección; y que éstos a su vez refuercen la independencia del productor para abastecer de alimentos a su familia y comunidad (FAO, 2013). (Cuadro 8).

1. El productor preserva y utiliza razas o variedades tradicionales, nativas y localmente adaptadas
2. Apoyo entre productores para fomentar el uso de razas o variedades tradicionales, nativas y localmente adaptadas
3. Insumos adquiridos localmente
4. Evitar prácticas que resulten en impactos para productores cercanos (contaminación, uso injusto de recursos que limite las opciones para otros productores)
5. Autoconsumo

Cuadro 8. Medición del indicador Soberanía alimentaria.

Soberanía alimentaria	Score
Óptimo (5 características ^a)	100
Bueno (4 características)	75
Moderado (3 características)	50
Limitado (2 características)	25
Inaceptable (1 característica)	0

^a Características numeradas del 1 al 5 en el párrafo anterior.

3.2.4.6 Generación de empleo

La porcicultura en México es fuente de 350 mil empleos directos y más de 1.7 millones de empleos indirectos, lo cual permite llegar a la conclusión que más de dos millones de familias perciben ingresos derivados de la producción, industrialización y comercialización de la industria porcícola nacional. En esta rama como fuente de empleos, se estima que, por cada fuente que se crea en la actividad en forma directa, se derivan 5 empleos indirectos(PORCIMEX, 2013). (Cuadro 9).

Cuadro 9. Medición del indicador Generación de empleo.

Generación de empleo	Score
5 o más empleos	100
2 a 4 empleos	50
Ningún o 1 empleo	0

3.2.4.7 Uso de mano de obra familiar

Las actividades productivas involucran la participación familiar, principalmente del jefe de familia (productor), quien se encarga de supervisar y participar activamente en dichas actividades. Algunos autores mencionan que en la organización de las familias se puede observar una participación “inequitativa” de la familia en las actividades productivas, ya que muchas veces todo recae sobre el productor, y en ocasiones, alguno de sus hijos. Sin embargo, esto para los productores no es tan preocupante, aunque genera incertidumbre sobre quién continuará con las actividades agropecuarias cuando ellos falten. Ante esta situación, se necesita conocer la participación activa de cada uno de los miembros de la familia ya sea apoyando en las actividades o en la toma de decisiones relevantes para el proceso (Chávez, 2013). (Cuadro 10).

Cuadro 10. Medición del indicador Mano de obra familiar.

Mano de obra familiar	
	Score
3 integrantes de la familia	100
1 a 2 integrantes de la familia	50
Sin integrantes de la familia	0

3.2.4.8 Percepción de productores

Con este indicador se pretende identificar “la visión de futuro” que los productores tienen hacia sus sistemas de producción, y a la vez se relaciona con la permanencia de los mismos en la actividad pecuaria. Se evalúan circunstancias que indiquen que a los productores les gusta lo que hacen y se encuentren en constante cambio en beneficio de sus familias y de las unidades de producción, o que exista motivación para continuar en la producción; por ejemplo, tiempo dedicándose a la producción, mejora de las instalaciones, búsqueda de otras formas de dar valor agregado al producto y colocación en el mercado a un precio más alto que el pagado por los acopiadores (Chávez, 2013). (Cuadro 11).

Cuadro 11. Medición del indicador Percepción de productores.

Percepción de productores	
	Score
Al menos 3 percepciones positivas	100
Sólo 2 percepciones positivas	50
1 o ninguna percepción positiva	0

3.2.4.9 Equidad de género

Las relaciones de género derivan de los modos en que las culturas asignan las funciones y responsabilidades distintas a la mujer y al hombre. Ello a la vez determina diversas formas de acceder a los recursos materiales como tierra y crédito, o no materiales como el poder político. Sus implicaciones en la vida cotidiana son múltiples y se manifiestan por ejemplo, en la división del trabajo doméstico y extra-doméstico, en las responsabilidades familiares, en el campo de

la educación, en las oportunidades de promoción profesional, en las instancias ejecutivas, entre otras. (FAO, 1998). (Cuadro 12).

Cuadro 12. Medición del indicador Equidad de género.

Equidad de género	
	Score
Participación en actividades y toma de decisiones	100
Participación sólo en actividades	50
Sin participación	0

3.2.4.10 Estabilidad del mercado

Acciones y mecanismos que la unidad de producción ha puesto en marcha para asegurar una estructura de ingresos diversificada y consolidada para las ventas del producto o los servicios ofrecidos. Los riesgos en el mercado pueden reducir significativamente a través del establecimiento de relaciones de negocios estables con un número diversificado de proveedores; también pueden minimizarse a través de la identificación de canales de comercialización alternativos accesibles(FAO, 2013). (Cuadro 13).

Cuadro 13. Medición del indicador Estabilidad del mercado.

Estabilidad del mercado	
	Score
3 o más compradores-intermediarios y proveedores	100
2 compradores-intermediarios y proveedores	50
Sólo 1 comprador-intermediario y proveedor	0

3.2.4.11 Mano de obra regional

Se refiere a los empleados contratados por la unidad de producción que provengan de la comunidad, municipio o región donde las operaciones de la misma se encuentren. Distingue a aquellos empleados que vengan de otras regiones, o países, que no estén directamente involucrados con la comunidad y el micro-ambiente donde la unidad de producción opera (FAO, 2013). (Cuadro 14).

Cuadro 14. Medición del indicador Mano de obra regional.

Mano de obra regional	Score
Óptimo (100% trabajadores de la región)	100
Bueno (80% trabajadores de la región)	75
Moderado (60% trabajadores de la región)	50
Limitado (40% trabajadores de la región)	25
Inaceptable (ningún trabajador de la región)	0

3.2.4.12 Ganancias a largo plazo

Invertir para generar ganancias a largo plazo se refiere a los recursos financieros que la unidad de producción ha asignado y aplicado para reforzar su capacidad para generar e incrementar las ganancias a largo plazo (periodo de más de 12 meses). Esto puede incluir inversiones tales como: investigación en el desarrollo del producto, programas de entrenamiento para empleados, adquisición de recursos (tierra, equipo, servicios), diseño e implementación de estrategias de mercado, entre otras. (FAO, 2013). (Cuadro 15).

Cuadro 15. Medición del indicador Ganancias a largo plazo.

Ganancias a largo plazo	Score
El productor ha realizado inversiones y/o prácticas de manejo y las lleva a cabo	100
El productor tiene un plan para invertir y realizar prácticas de manejo pero no se han llevado a cabo	50
El productor no tiene un plan ni ha realizado inversiones	0

3.2.4.13 Diversificación productiva

Las explotaciones con distintas especies están en una menor situación de riesgo cuando en un sector aparece alguna crisis (por ejemplo epizootias) y pueden modular más fácilmente hacia qué lado y con qué intensidad quieren modificar sus producciones. Estos indicadores van a influir en la capacidad de adaptación y reorientación de las producciones de las explotaciones. En este sentido, una explotación mixta tendrá menor problema en adaptarse, en mayor o menor medida, a uno u otro tipo de producción animal (Gaspar, 2009). (Cuadro 16).

Cuadro 16. Medición del indicador Diversificación productiva.

Diversificación productiva	
	Score
Producción de más de una especie animal y cultivos	100
Producción de una especie animal y algún tipo de cultivo	50
Sólo producción de una especie animal	0

3.2.4.14 Redes de seguridad

El productor tiene acceso a fuentes de financiamiento (formales o informales) para afrontar crisis económicas. Hacen referencia a los programas, instituciones, conexiones, relaciones sociales, instrumentos y mecanismos que podrían dar soporte a la unidad de producción para resistir cualquier tipo de impacto (FAO, 2013). (Cuadro 17).

Cuadro 17. Medición del indicador Redes de seguridad.

Redes de seguridad	
	Score
El productor tiene acceso a FF ^a siempre	100
El productor tiene acceso a FF algunas veces	50
El productor no tiene acceso a FF	0

^a FF: Fuentes de financiamiento

3.2.4.15 Autonomía global e interdependencia local

Un sistema no puede ser completamente autónomo pero aun así puede esforzarse para ser menos vulnerable a las fuerzas que están fuera de su control; la interdependencia local puede facilitar esto fomentando la colaboración y la cooperación en lugar de la competencia (Cabell y Oelofse, 2012). (Cuadro 18).

1. Menos confianza en el comercio de materias primas e insumos externos reducidos
2. Más ventas a mercados locales, confianza en recursos locales
3. Existencia de cooperativas de productores
4. Relaciones cercanas entre productores y consumidores
5. Recursos compartidos tales como equipo

Cuadro 18. Medición del indicador Autonomía global e interdependencia local.

Autonomía global e interdependencia local

	Score
Óptimo (5 características ^a)	100
Bueno (4 características)	75
Moderado (3 características)	50
Limitado (2 características)	25
Inaceptable (1 característica)	0

^a Características numeradas del 1 al 5 en el párrafo anterior.

3.2.4.16 Salario de los empleados

El artículo 90 de la Ley Federal del Trabajo estipula que el salario de los trabajadores deberá ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia en el orden material, social y cultural, y para proveer a la educación obligatoria de los hijos (CONASAMI, 2014). En este sentido, este indicador busca conocer la situación de los trabajadores en relación a la posibilidad de mejorar su nivel de vida. (Cuadro 19).

Cuadro 19. Medición del indicador Salario de los empleados.

Salario de los empleados

	Score
Mayor a un SMG o SMP ^a	100
Igual a un SMG o SMP	50
Menor a un SMG o SMP	0

^a SMG: Salario Mínimo General; SMP: Salario Mínimo Profesional

3.2.4.17 Ingreso fuera de la granja

Este indicador describe las actividades no agropecuarias del productor y/o su familia, representando la importancia de las actividades no agropecuarias dentro del sector(Dantsis, 2010). (Cuadro 20).

Cuadro 20. Medición del indicador Ingreso fuera de la granja.

Ingreso fuera de la granja	Score
Más de un miembro de la familia cuenta con IFG ^a	100
Al menos un miembro de la familia cuenta con IFG	50
La familia no cuenta con IFG	0

^a IFG: ingreso fuera de la granja

3.2.4.18 Valor agregado a la producción por transformación

Son aquellas estrategias que implican cambios en el estado físico del producto y/o valorización de atributos específicos del mismo. Ejemplos: procesos de conservación y transformación; valorización de atributos intangibles (factores que inciden en la salud, la nutrición, la sostenibilidad de los recursos naturales, la conservación del paisaje o la cultura, la participación de ciertos actores sociales en la producción y/o comercialización, además del ofrecimiento de servicios que garanticen que se dispone del bien en el momento preciso, en el lugar adecuado y con la calidad esperada); generación de bioenergía (Riveros y Heinrichs, 2014). (Cuadro 21).

Cuadro 21. Medición del indicador Valor agregado a la producción por transformación.

Valor agregado a la producción por transformación	Score
La unidad de producción realiza más de 2 estrategias de valor agregado	100
La unidad de producción realiza al menos 1 estrategia de valor agregado	50
La unidad de producción no realiza ninguna estrategia de valor agregado	0

3.2.4.19 Tratamiento de desechos (agua residual y excretas porcinas). Residuo o insumo.

Las excretas porcinas pueden ser tratadas como un residuo o como un insumo. Cuando se les considera residuos, se pueden encontrar una gran variedad de métodos para el tratamiento del agua residual cuya finalidad es eliminar los contaminantes presentes en la descarga por medio de procesos físicos, químicos, biológicos o una combinación de ellos, y obtener un efluente que pueda ser arrojado al ambiente sin causar daño. La forma más razonable de manejar el agua

residual y las excretas de las granjas porcinas es reciclándolas como insumos para las actividades agropecuarias, previo tratamiento, cuyo objetivo puede ser maximizar la recuperación de nutrientes o bien maximizar su reducción (Pérez, 2006). (Cuadro 22).

Cuadro 22. Medición del indicador Tratamiento de desechos.

¿La unidad de producción cuenta con un sistema de tratamiento de desechos?	
	Score
Si cuenta con un sistema de tratamiento de desechos y éste es eficiente	100
Si cuenta con un sistema de tratamiento, pero hace falta asesoría	50
No cuenta con un sistema de tratamiento de desechos	0

3.2.4.20 Instalación para disposición de animales muertos y desechos sólidos biológicos

Los animales muertos, fetos, placentas y material contaminado deben eliminarse en un incinerador o fosa la cual debe ubicarse en un lugar aislado pero accesible. En el caso de la fosa se utiliza cal para cubrir el material a desechar y evitar la contaminación. Existe también la modalidad de elaborar estos depósitos con pacas de paja. Otro sistema de deposición de cadáveres es el uso de incinerador, el cual debe estar ubicado en la parte externa de la granja y manejarlo con criterio, debe estar cercado para evitar la entrada de personal y caninos de la granja (SAGARPA, 2004). (Cuadro 23).

Cuadro 23. Medición del indicador Instalación para disposición de animales muertos y desechos sólidos biológicos.

¿La unidad de producción cuenta con instalaciones adecuadas para la disposición de animales muertos y desechos sólidos biológicos?	
	Score
Si cuenta con instalaciones adecuadas	100
Si cuenta con instalaciones, pero hace falta mantenimiento	50
No cuenta con instalaciones adecuadas	0

3.2.4.21 Registro de la cantidad de agua que se utiliza en la granja

Debido a que el recurso agua es gratuito para el sector agropecuario, la mayor parte de los porcicultores no ha instalado medidores y tiene sólo una idea remota sobre la cantidad de agua que están utilizando y, como consecuencia, de la cantidad de agua residual que se descarga. La información sobre la cantidad y calidad del agua empleada y descargada es fundamental en la toma de decisiones sobre el sistema de tratamiento que se va a seleccionar en una granja y constituye también la información básica para el cálculo de la internalización del costo ambiental mediante el pago de derechos (Pérez, 2006). (Cuadro 24).

Cuadro 24. Medición del indicador Registro de la cantidad de agua utilizada en la granja.

¿El productor lleva un registro de la cantidad de agua que se utiliza en la granja?	
	Score
Si existe registro y se le da seguimiento	100
Si existe registro, pero no ha habido un buen seguimiento	50
No existe registro	0

3.2.4.22 Terreno agrícola necesario para la aplicación de aguas y lodos residuales

El reciclaje de los nutrientes que se encuentran en las excretas porcinas (nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, magnesio y calcio, entre otros), como abono en la agricultura, puede hacerse en forma altamente tecnificada, como en Holanda y España o también de manera rústica, como se realiza en algunas regiones de México.

Tomando en cuenta el número de vientres, el agua empleada por animal y la remoción de materia orgánica generada por la laguna (suponiendo que ésta estuviera dimensionada correctamente), se calcula el número de hectáreas necesarias para que no exista una aplicación excesiva de nutrientes al suelo (Pérez, 2006). (Cuadro 25).

Cuadro 25. Medición del indicador Terreno agrícola necesario para la aplicación de aguas y lodos residuales.

¿La cantidad aplicada de residuales porcinos al terreno agrícola es la adecuada de acuerdo a las necesidades de los cultivos y las características del suelo?	
	Score
Si es adecuada y no existe aplicación excesiva de nutrientes al suelo	100
Si es adecuada, pero no hay un buen control de la aplicación de nutrientes al suelo	50
No es adecuada, existe una aplicación excesiva de nutrientes al suelo	0

3.2.4.23 *Prácticas de conservación del agua*

Actividades y prácticas que la unidad de producción ha implementado para incrementar de manera efectiva la eficiencia en el uso del agua utilizada en las operaciones, o reducir la cantidad de la misma (FAO, 2013). (Cuadro 26).

1. Captura de agua
2. Incremento en el uso eficiente del agua al prever pérdidas debidas a brotes, enfermedades o falta de nutrientes
3. Reciclamiento de agua en corrales
4. Reducción del uso de agua para la limpieza de los corrales

Cuadro 26. Medición del indicador Prácticas de conservación del agua.

Prácticas de conservación de agua	
	Score
Óptimo (4 características ^a)	100
Bueno (3 características)	75
Moderado (2 características)	50
Limitado (1 características)	25
Inaceptable (ninguna característica)	0

^a Características numeradas del 1 al 4 en el párrafo anterior.

Los indicadores de bienestar animal se midieron siguiendo los protocolos de Welfare Quality® (Welfare Quality, 2012), validados por este grupo de investigación. En el caso del ganado porcino, por las diferencias de emplazamiento y del tipo de animal, Welfare Quality desarrolló 3 protocolos distintos, uno para cerdas y lechones en granja (maternidad), otro para cerdos de engorda en granja (finalización) y un último para cerdos de engorda en rastro. En

este proyecto se evaluaron los criterios en maternidad y finalización. Se realizaron dos visitas por unidad de producción.

3.2.4.24 Salud animal

Los criterios evaluados para este principio fueron la ausencia de heridas, la ausencia de enfermedades, así como la ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo. (Cuadro 27).

Cuadro 27. Medición del indicador Salud animal.

Salud animal	Score
Óptimo	100
Bueno	75
Moderado	50
Limitado	25
Inaceptable	0

3.2.4.25 Alimentación animal

Los criterios a evaluar para este segundo principio fueron la ausencia de hambre prolongada y la ausencia de sed prolongada. (Cuadro 28).

Cuadro 28. Medición del indicador Alimentación animal.

Alimentación animal	Score
Óptimo	100
Bueno	75
Moderado	50
Limitado	25
Inaceptable	0

3.2.4.26 Alojamiento animal

El confort al descansar y el confort térmico, así como la facilidad de movimiento, fueron los criterios que se midieron para este principio. (Cuadro 29).

Cuadro 29. Medición del indicador Alojamiento animal.

Alojamiento animal	Score
Óptimo	100
Bueno	75
Moderado	50
Limitado	25
Inaceptable	0

3.2.4.27 *Comportamiento animal*

Los criterios evaluados en el cuarto principio del protocolo fueron la expresión de comportamientos sociales, la expresión de otros comportamientos (exploración y estereotipias), la buena relación hombre-animal, así como los estados emocionales positivos. (Cuadro 30).

Cuadro 30. Medición del indicador Comportamiento animal.

Comportamiento animal	Score
Óptimo	100
Bueno	75
Moderado	50
Limitado	25
Inaceptable	0

3.3 *Análisis estadístico*

Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) para analizar los indicadores de bienestar animal.

Los criterios *Ausencia de hambre prolongada*, *Ausencia de sed prolongada*, *Confort al descansar*, *Confort térmico*, *Facilidad de movimiento*, *Ausencia de heridas*, *Ausencia de enfermedades*, *Ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo*, *Expresión de comportamientos sociales*, *Expresión de otros comportamientos*, *Buena relación hombre-animal* y *Estados emocionales positivos*, evaluados en cerdas y lechones en granja (maternidad) y en cerdos de engorda en granja (finalización) se expresaron en proporción; es decir, el

porcentaje de animales que exhibió la característica a evaluar, se expresó en proporción al número total de animales muestreados durante la evaluación. Se utilizó la prueba Mann-Whitney para investigar si existían diferencias significativas entre los criterios evaluados en los animales en las unidades de producción artesanales y tecnificadas. Se consideró una diferencia como estadísticamente significativa cuando su valor P era menor a 0.05.

3.4 Integración de resultados

Una vez realizado el análisis de los indicadores de cada uno de los sistemas de producción, se sintetizaron en una matriz de resultados (Anexo 1). Cada indicador se estimó en forma independiente. Para poder integrar los resultados obtenidos, se utilizaron los siguientes criterios: el valor mínimo (0) representó el peor escenario para el indicador, mientras que el máximo (100) representó el escenario ideal. El puntaje máximo de los indicadores no expresó un valor óptimo absoluto, sino que expresó prácticas, comportamientos y niveles de resultado que afectaban los objetivos de la sustentabilidad. Para obtener el valor de cada indicador se realizó un promedio ponderado de cada uno de los resultados (Chávez, 2013).

Una vez estandarizados los indicadores, se graficaron a través de un mapa multicriterio (Galván et al., 2008), tanto por dimensiones como por atributos de sustentabilidad, para determinar el nivel de desempeño en el que se encontraba cada uno de los sistemas de manejo. Los umbrales ideales (parámetros) de cada indicador se representaron por la circunferencia mayor del diagrama (Chávez, 2013).

3.4.1 Ponderación de indicadores

Tomando como base la Estrategia Nacional de Cambio Climático, que se plantea como el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático (DOF, 2013), así como las propuestas

hechas por diversos investigadores y organismos internacionales (Salazar y Masera, 2010; Dantsis, 2010; Cabell y Oelofse, 2012; FAO, 2013; Chávez, 2013; FAO, 1998; Gaspar, 2009; Riveros y Heinrichs, 2014; Pérez, 2006), se asignaron los pesos relativos a cada uno de los indicadores evaluados como se presenta en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Lista de indicadores por dimensión de sustentabilidad.

Dimensión	Indicador	Score	Peso^a
Social (n = 9)			
	Equidad de género	0-100	15
	Conocimiento compartido y reflexivo	0-100	15
	Soberanía alimenticia	0-100	15
	Generación de empleo	0-100	10
	Acceso a servicios públicos y condiciones de vivienda	0-100	10
	Mano de obra familiar	0-100	10
	Sucesión	0-100	8
	Educación	0-100	9
	Percepción de productores	0-100	8
Económica (n = 9)			
	Estabilidad del mercado	0-100	15
	Mano de obra regional	0-100	12
	Diversificación productiva	0-100	15
	Autonomía global e interdependencia local	0-100	15
	Redes de seguridad	0-100	7
	Salario de empleados	0-100	10
	Valor agregado a la producción	0-100	10
	Ingreso fuera de la granja	0-100	8
	Ganancias a largo plazo	0-100	8
Ambiental (n = 5)			
	Tratamiento de desechos	0-100	30
	Registro de cantidad de agua utilizada	0-100	30
	Terreno agrícola usado para los desechos	0-100	10
	Prácticas de conservación de agua	0-100	20
	Instalaciones para desechos biológicos	0-100	10
Bienestar A. (n = 4)			
	Alimentación	0-100	25
	Alojamiento	0-100	25
	Salud	0-100	25
	Comportamiento	0-100	25

^a peso en porcentaje (el peso total por dimensión es del 100%)

El Cuadro 32 muestra el resumen de los indicadores por atributo de sustentabilidad.

Cuadro 32. Lista de indicadores por atributo de sustentabilidad.

Atributo	Indicador	Score	Peso^a
Productividad (n = 5)	Salud animal	0-100	25
	Alimentación animal	0-100	25
	Terreno agrícola usado para los desechos	0-100	10
	Comportamiento animal	0-100	25
	Alojamiento animal	0-100	25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad (n = 7)	Ganancias a largo plazo	0-100	8
	Estabilidad del mercado	0-100	15
	Conocimiento compartido y reflexivo	0-100	15
	Sucesión	0-100	8
	Percepción de productores	0-100	8
	Valor agregado a la producción	0-100	10
	Instalaciones para desechos biológicos	0-100	10
Adaptabilidad (n = 4)	Educación	0-100	9
	Diversificación productiva	0-100	15
	Autonomía global	0-100	15
	Ingreso fuera de la granja	0-100	8
Equidad (n = 6)	Mano de obra regional	0-100	12
	Acceso a servicios públicos y condiciones de vivienda	0-100	10
	Generación de empleo	0-100	10
	Mano de obra familiar	0-100	10
	Salario de los empleados	0-100	10
	Equidad de género	0-100	15
Autogestión (n = 5)	Redes de seguridad	0-100	7
	Soberanía alimenticia	0-100	15
	Prácticas de conservación de agua	0-100	20
	Registro de cantidad de agua utilizada	0-100	30
	Tratamiento de desechos	0-100	30

^a peso en porcentaje (el peso por indicador es el establecido por dimensión; el peso de cada atributo se calculó sumando el peso de todos los indicadores por atributo y éste se tomó como el 100%)

3.4.2 Bienestar animal

A partir de las mediciones realizadas en las unidades de producción, se siguió un aproximamiento ascendente (bottom-up) para producir la evaluación general del bienestar animal en la unidad de producción particular: primero, los datos colectados se combinaron para calcular las calificaciones de los criterios, a través de árboles de decisiones, proporciones, “alarmas/amenazas” y funciones no lineales (I-spline); después, las calificaciones de los criterios se combinaron para calcular las calificaciones de los principios, a través del uso de integrales Choquet; y finalmente, se asignó la unidad de producción a una categoría de bienestar de acuerdo a las calificaciones obtenidas de los principios (Welfare Quality, 2012).

Cada categoría de bienestar estuvo definida por “valores aspiración”. Estos representaban la meta que la granja debería intentar alcanzar para ser asignada a una categoría dada. Era importante que la clasificación final reflejara lo que se logra realmente en la práctica. Por lo tanto, una granja se consideró “excelente” si calificaba con más de 55 en todos los principios y con más de 80 en dos de ellos, mientras que se consideraba “buena” si calificaba con más de 20 en todos los principios y más de 55 en dos de ellos. Las granjas con niveles “aceptables” de bienestar animal calificaron más de 10 en todos los principios y más de 20 en tres de ellos. Las granjas que no alcanzaron estos estándares mínimos no fueron clasificadas (Welfare Quality, 2012).

4. Resultados

4.1 Caracterización de los sistemas de manejo

4.1.1 Producciones artesanales

El 43% de las granjas evaluadas se dedicaba a la venta de lechón como actividad exclusiva (Figura 4); dos granjas vendían tanto lechones destetados como animales para abasto, y el 29% restante contaba con hembras reproductoras y sementales pero se dedicaban exclusivamente a la venta de animales engordados a un peso promedio de 105kg (venta de carne). Las unidades de producción contaban con un rango de hembras reproductoras que iban de 9 a treinta y ocho. El principal objetivo de tener cerdos en este tipo de producciones fue la venta comercial (100%); sin embargo, el 43% de los productores afirmó utilizar a los animales también como apoyo para la dieta familiar así como para gastos emergentes.



Figura 4. Granja artesanal lechonera ubicada en Agua Blanca de Iturbide, Hidalgo.

La principal actividad económica de los productores fue la porcicultura, seguido por otras actividades como el comercio, dueño y encargado de una tortillería, campesino y Médico Veterinario Zootecnista (Cuadro 33). Todos ellos sabían leer y escribir y el nivel de escolaridad incluyó estudios de primaria (29%), secundaria (29%), preparatoria (14%) y licenciatura (29%).

Cuadro 33. Actividad económica básica de los productores artesanales.

Actividad	%
Porcicultura	43
Comercio	14
Dueño y encargado de tortillería	14
Campesino	14
Médico Veterinario Zootecnista	14
Total	100

El 71% de las unidades de producción estaban habitadas por familias (del propio dueño o de los trabajadores) y el 100% afirmó que los cerdos eran la especie animal principal que poseían; de las especies asociadas se observó que la principal eran las aves, seguido por los conejos, borregos y vacas (Figura 5). Tres de los siete productores afirmaron que les gustaría tener otro tipo de animales, destacando los borregos, vacas y pollos de engorda, seguido por avestruces, toros y conejos (Figura 6).

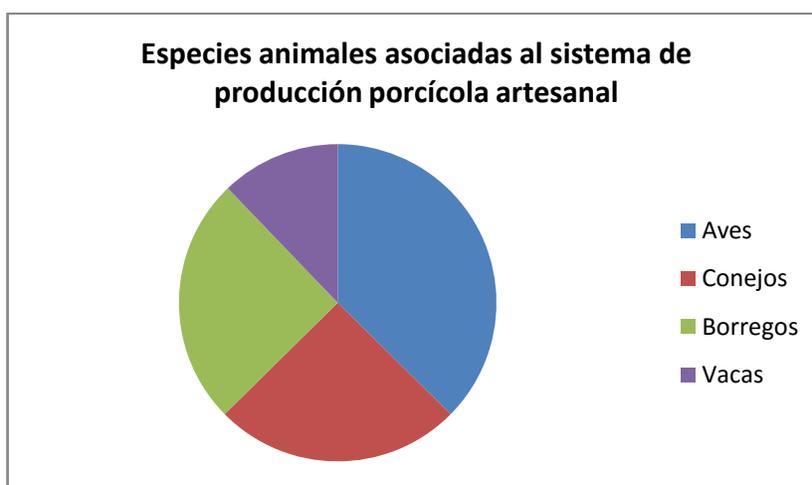


Figura 5. Especies animales asociadas al sistema de producción porcícola artesanal.

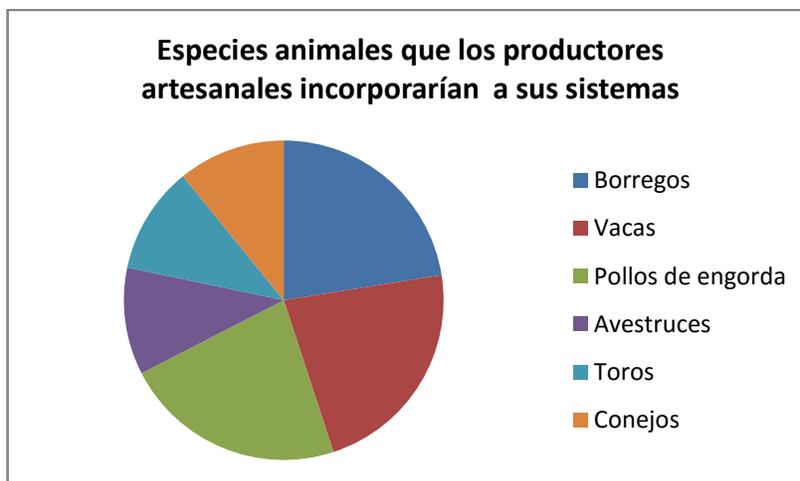


Figura 6. Especies animales que los productores artesanales incorporarían a sus sistemas.

Las unidades de producción estaban a cargo de mujeres (43%) y hombres (57%) que se encargaban del cuidado de los animales; en algunos casos, debido a otras actividades que los dueños realizaban, se apoyaban con familiares (esposos, esposas, padres, hijos y primos de los productores), y sólo uno de los productores llegaba a contratar trabajadores de manera eventual.

Los sistemas de producción en la mayoría de las granjas (86%) eran diversificados, es decir, existían varios sistemas de producción en los cuales los cerdos cobraban un papel trascendental. En algunas granjas, los cultivos agrícolas (maíz y trigo) y forestales (árboles maderables) tenían una importancia especial, en vista de que además de cubrir necesidades de autoconsumo, se integraban al sistema de producción como parte de la dieta de sus animales. En este sentido, eran pocos los productores que utilizaban los productos agrícolas para la venta comercial (14%) (Figura 7).

El sistema de alimentación de los animales variaba de acuerdo a ciertos recursos propios de cada localidad. Muy pocos productores utilizaban alimento balanceado –comercial- como fuente exclusiva de nutrientes (29%); la gran mayoría utilizaba granos forrajeros y oleaginosas típicos de su región (cebada, trigo, canola), así como escamocha (desperdicios) –actividad bastante recurrente entre pequeños productores urbanos-.

Las condiciones de alojamiento de los animales mostraron una gran diversidad; sin embargo, la diversidad estaba más relacionada con los tipos de materiales utilizados para las mismas, más que con el diseño de las instalaciones. Los corrales del total de las unidades de producción estaban hechos con paredes de tabique, piso de concreto y puertas de lámina, mientras que los techos incluían desde lámina hasta cemento. En el área de servicios y gestación, así como en el área de maternidad, todas las hembras se alojaban en jaulas; en la mayoría de los casos el propio productor(a) era quien las construía, con materiales principalmente reciclados (fierros, tubos y alambres viejos), utilizando como base el diseño de las jaulas comerciales –pero no necesariamente cumpliendo de manera exacta con las medidas de las mismas-. Los comederos eran tipo tolva o canaleta, mientras que los bebederos abarcaron desde chupón automático hasta mangueras y baldes.

En relación a la contribución que podía llegar a hacer la producción de cerdos en el ingreso familiar, los resultados se presentan en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Contribución de la producción porcícola al ingreso familiar de productores artesanales.

Actividad económica del productor	Contribución al ingreso familiar (%)
Médico Veterinario Zootecnista	10
Dueño y encargado de tortillería	40
Comercio	70
Porcicultor	80
Campesino	90
Porcicultor	100
Porcicultor	100

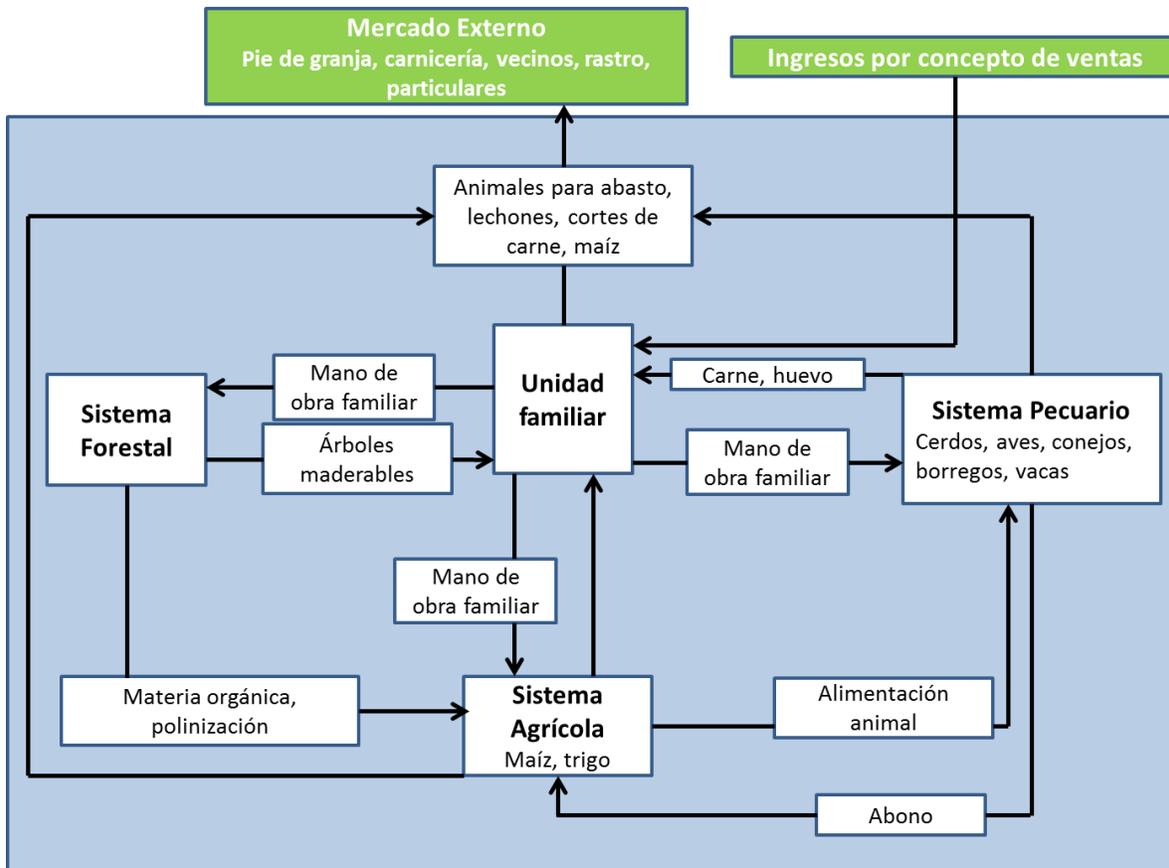


Figura 7. Esquema del sistema de producción artesanal, en el que se muestran los tres sistemas que lo integran (pecuario, agrícola y forestal) y las interacciones que existen entre ellos.

4.1.2 Producciones tecnificadas

El 50% de las granjas evaluadas contaba con hembras reproductoras y sementales pero se dedicaban exclusivamente a la venta de animales engordados a un peso promedio de 95kg (venta de carne) (Figura 8); sólo una de las granjas se dedicaba a la venta de lechón como actividad exclusiva, en tanto que el 33% restante vendía tanto lechones destetados como animales para abasto. Las unidades de producción contaban con un rango de hembras reproductoras que iban desde 70 hasta quinientas. El principal objetivo de tener cerdos fue la venta comercial (100%), y sólo uno de los productores afirmó utilizar a los animales como apoyo para la dieta familiar.



Figura 8. Granja tecnificada de ciclo completo ubicada en Santiago Tulantepec, Hidalgo.

Las actividades económicas de los productores incluyeron la porcicultura, la gerencia de ventas dentro de una empresa privada, el comercio, así como actividades dentro de la política (Cuadro 35). Todos ellos sabían leer y escribir y el nivel de escolaridad incluyó estudios de preparatoria (50%) y licenciatura (50%).

Cuadro 35. Actividad económica básica de los productores tecnificados.

Actividad	%
Porcicultura	33
Gerencia de ventas	33
Comercio	17
Actividades políticas	17
Total	100

Sólo el 17% de las unidades de producción estaban habitadas por familias (del propio dueño), en tanto que el 83% mencionó que la ubicación de las granjas no se encontraba en el mismo lugar que sus hogares; el 100% afirmó que los cerdos

eran la especie animal principal que poseían, y sólo uno de los productores mencionó que tenía borregos como especie animal asociada. Cinco de los seis productores afirmaron que les gustaría tener otro tipo de animales, destacando el ganado bovino suizo, seguido por borregos y caballos (Figura 9).



Figura 9. Especies animales que los productores técnicos incorporarían a sus sistemas.

Todos los productores contrataban trabajadores para que se encargaran del cuidado de los animales, con excepción de uno.

El 50% de los productores contaba con tierras aledañas a los sistemas de producción de cerdos que se destinaban a la producción de maíz, sorgo y hierbas aromáticas, los cuales eran utilizados para la venta local y/o exportación –hierbas aromáticas 4USD/kg- (comunicación personal) (Figura 10).

El sistema de alimentación en este tipo de producciones fue el “tecnificado”, con un uso intensivo de dietas balanceadas, adquiridas comercialmente o en su defecto preparadas por ellos mismos. Uno de los productores utilizaba pan de desecho como complemento de la dieta de engorda.

Las instalaciones en las que se encontraban alojados los animales mostraban prácticamente el mismo diseño base, incluyendo el material de construcción y aditamentos. Los corrales del total de las unidades de producción estaban

construidos con paredes de tabique, piso y techo de concreto y puertas de lámina. En el área de servicios y gestación, así como en el área de maternidad, todas las hembras se alojaban en jaulas comerciales diseñadas específicamente para el área correspondiente. Los comederos eran tipo tolva o canaleta y los bebederos eran de chupón automático.

En relación a la contribución que podía llegar a hacer la producción de cerdos en el ingreso familiar, los resultados se muestran en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Contribución de la producción porcícola al ingreso familiar de productores tecnificados.

Actividad económica del productor	Contribución al ingreso familiar (%)
Actividades políticas	10
Gerencia de ventas	20
Comercio	25
Gerencia de ventas	30
Porcicultor	70
Porcicultor	100

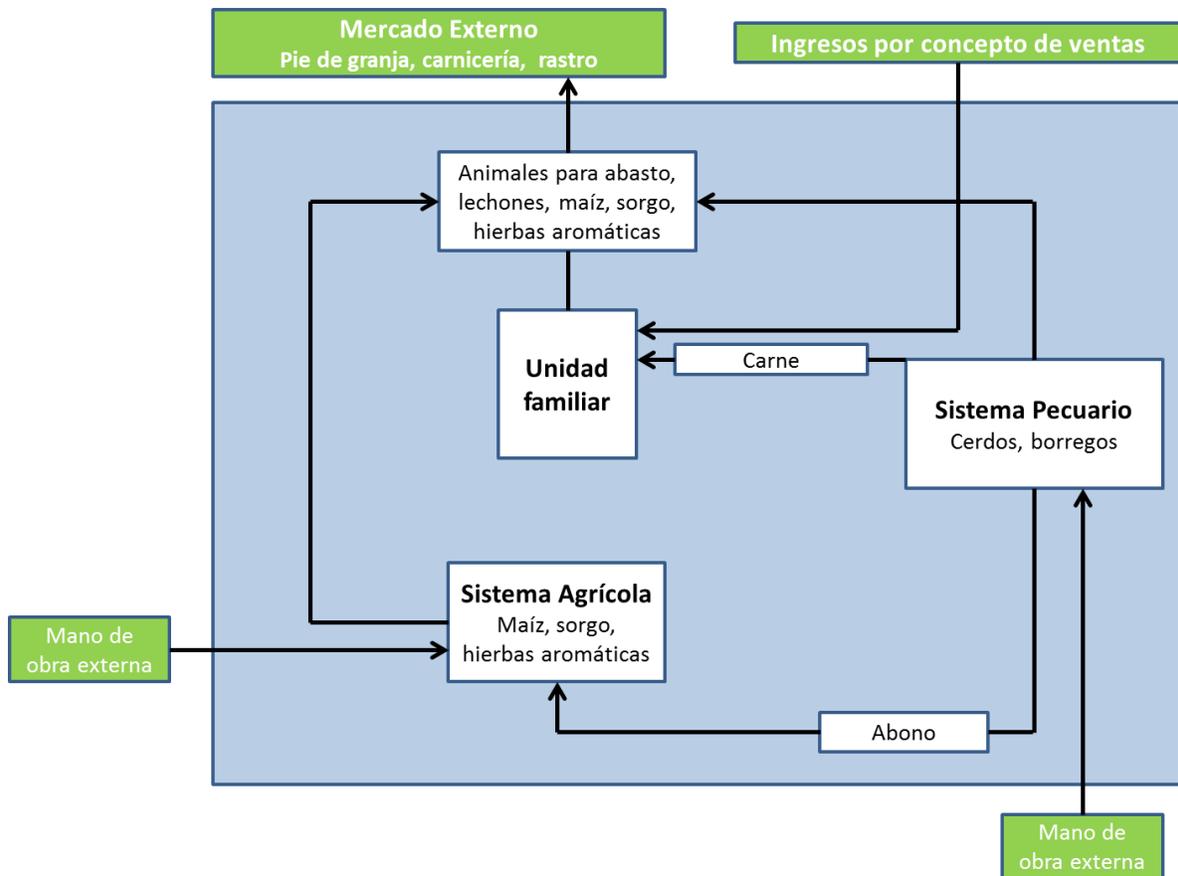


Figura 10. Esquema del sistema de producción tecnificado, en el que se muestran los dos sistemas que lo integran (pecuario y agrícola) y las interacciones que existen entre ellos.

4.2 Dimensiones de sustentabilidad

A través de la encuesta semiestructurada y el análisis contextualizado del sistema de producción se obtuvieron los indicadores de interés establecidos para el presente trabajo. La Figura 11 muestra los resultados que las unidades de producción artesanales y tecnificadas obtuvieron en las dimensiones ambiental, de bienestar animal, económica y social.

La dimensión que obtuvo la mayor puntuación dentro de los sistemas productivos artesanales fue la social con un total de 72 puntos, seguida por la de bienestar animal y económica (63 puntos respectivamente) y por último la ambiental con 38 puntos.

Dimensiones de sustentabilidad

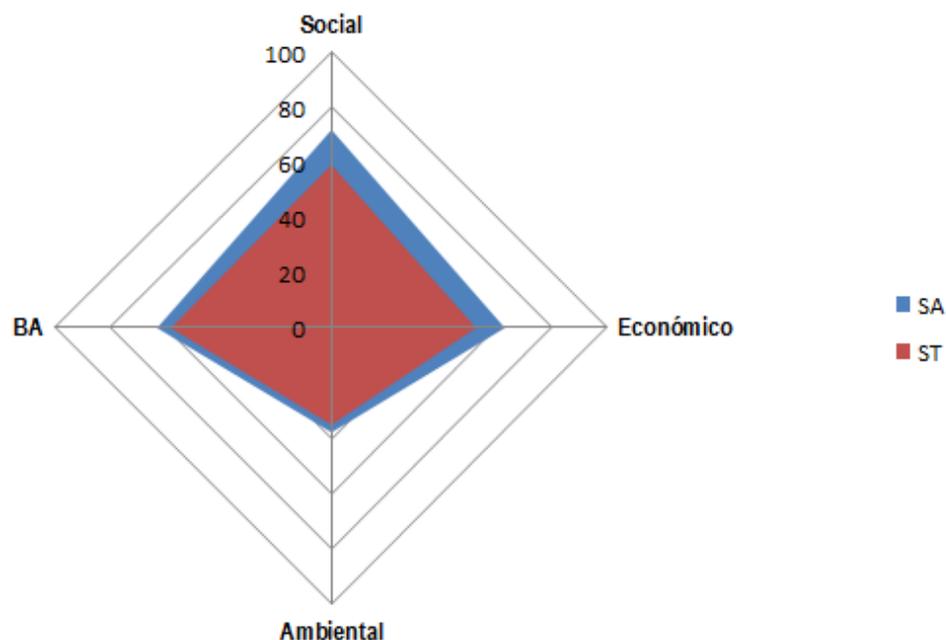


Figura 11. Dimensiones evaluadas en los sistemas de producción artesanales (SA) y tecnificados (ST).

Dentro de la dimensión social (Cuadro 37), los indicadores que obtuvieron una mayor puntuación fueron el de equidad de género, conocimiento compartido y reflexivo y la percepción de los productores. En lo que respecta a la dimensión económica (Cuadro 38), los indicadores mejor calificados fueron los referentes al uso de mano de obra regional, la autonomía global y la estabilidad del mercado.

Cuadro 37. Indicadores sociales evaluados en UPa^a y UPt^b

	<i>Peso máximo</i>	<i>Peso UPa</i>	<i>Peso UPt</i>
1. Equidad de género	15	15	0
2. Conocimiento compartido y reflexivo	15	10	10
3. Soberanía alimenticia	15	7.5	5
4. Generación de empleo	10	6	9
5. Acceso a SP y CV ^c	10	8	10
6. Mano de obra familiar	10	6	3
7. Sucesión	8	6	7
8. Educación	9	5	7
9. Percepción de productores	8	8	8

^a Unidades de producción artesanales

^b Unidades de producción tecnificadas

^c Acceso a servicios públicos y condiciones de vivienda

Cuadro 38. Indicadores económicos evaluados en UPa^a y UPt^b

	<i>Peso máximo</i>	<i>Peso UPa</i>	<i>Peso UPt</i>
1. Estabilidad del mercado	15	9	3
2. Mano de obra regional	12	12	12
3. Diversificación productiva	15	8	5
4. Autonomía global	15	10	7
5. Redes de seguridad	7	4	5
6. Salario de los empleados	10	10	10
7. Valor agregado a la producción	10	1	0
8. Ingreso fuera de la granja	8	5	7
9. Ganancias a largo plazo	8	5	5

^a Unidades de producción artesanales

^b Unidades de producción tecnificadas

Dentro de la dimensión de bienestar animal los indicadores de comportamiento y alimentación animal fueron los que obtuvieron una mayor puntuación, por último, en la dimensión ambiental resaltaron el tratamiento de los desechos y el registro del agua utilizada dentro de la granja.

La dimensión que presentó una mayor calificación dentro de los sistemas productivos tecnificados fue la social con un total de 59 puntos, seguida por la de bienestar animal y la económica (58 y 52 puntos respectivamente) y por último la ambiental con 35 puntos.

Los indicadores que obtuvieron mejor calificación dentro de la dimensión social en la evaluación de las producciones tecnificadas fueron el acceso a servicios públicos y condiciones de vivienda, la generación de empleos, así como el conocimiento compartido y reflexivo. Dentro de la dimensión económica el uso de mano de obra regional, el salario de los empleados y el ingreso que proviene de otras actividades no relacionadas con la granja, fueron los indicadores con mejor calificación.

En la dimensión de bienestar animal (Cuadro 39), los indicadores alimentación y comportamiento animal fueron los que obtuvieron una mayor puntuación. Finalmente, en la dimensión ambiental (Cuadro 40), los indicadores con el puntaje

más alto fueron el tratamiento de los desechos y el registro de agua utilizada en la granja.

Cuadro 39. Indicadores de bienestar animal evaluados en UPa^a y UPt^b

	<i>Peso máximo</i>	<i>Peso UPa</i>	<i>Peso UPt</i>
1. Alimentación	25	17	20
2. Alojamiento	25	12.5	13
3. Salud	25	10	7
4. Comportamiento	25	24	19

^a Unidades de producción artesanales

^b Unidades de producción tecnificadas

Cuadro 40. Indicadores ambientales evaluados en UPa^a y UPt^b

	<i>Peso máximo</i>	<i>Peso UPa</i>	<i>Peso UPt</i>
1. Tratamiento de desechos	30	13	15
2. Registro de agua usada en la granja	30	15	13
3. Terreno agrícola necesario para desechos	10	5	3
4. Prácticas de conservación de agua	20	5	5
5. Instalaciones para desechos biológicos	10	0	0

^a Unidades de producción artesanales

^b Unidades de producción tecnificadas

4.3 Atributos de sustentabilidad

La Figura 12 muestra el diagrama AMIBA que se generó a partir de la información recabada en los sistemas de producción artesanales y tecnificados evaluados.

El atributo que obtuvo una mayor puntuación dentro de los sistemas productivos artesanales fue la Equidad con 85 puntos, seguido por el de Productividad (62 puntos); la Adaptabilidad fue el tercer atributo con mayor puntuación con un total de 60 puntos, siendo la Estabilidad-Resiliencia-Confiable el penúltimo grupo de atributos con 53 puntos, y por último, la Autogestión con 44 puntos.

Atributos de sustentabilidad

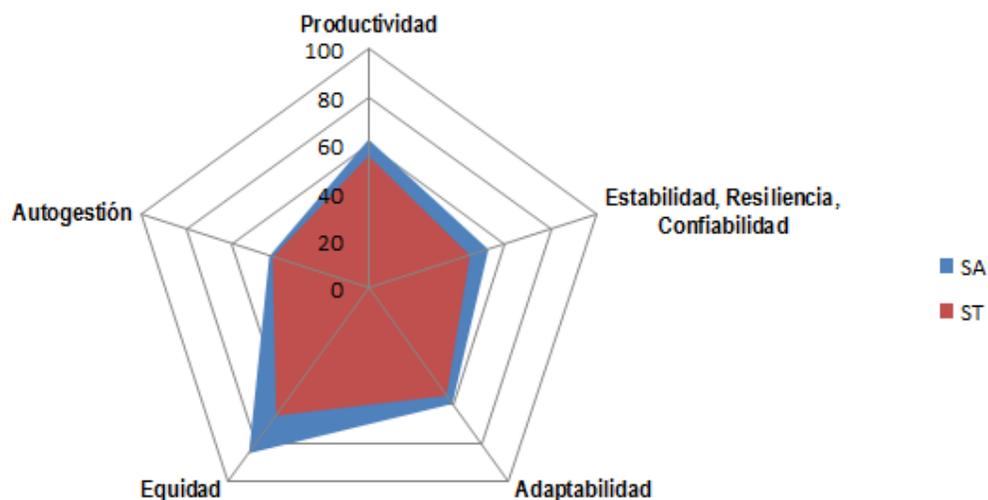


Figura 12. Diagrama AMIBA que muestra los atributos de sustentabilidad evaluados en los sistemas de producción artesanales (SA) y tecnificados (ST).

Dentro del atributo Equidad, el indicador con mayor calificación fue el referente a la equidad de género; en el atributo Productividad resaltó el indicador que hacía referencia al comportamiento de los animales. En el atributo Adaptabilidad, el indicador con mayor calificación fue el referente a la autonomía global del sistema, en tanto que para el grupo de atributos Estabilidad-Resiliencia-Confiabilidad, el indicador con mayor calificación fue el de la estabilidad del mercado. Por último, dentro del atributo Autogestión, el registro del agua utilizada en la granja destacó como el indicador mejor calificado.

El atributo que obtuvo una mayor puntuación dentro de los sistemas productivos tecnificados fue la Equidad con 66 puntos, seguido por la Productividad del sistema (55 puntos); la Adaptabilidad fue el tercer atributo con mayor puntuación con un total de 55 puntos, siendo la Estabilidad-Resiliencia-Confiabilidad el penúltimo grupo de atributos con 42 puntos, y por último, la Autogestión con 42 puntos.

En el atributo más alto para este tipo de producciones –Equidad- el indicador mejor calificado fue el uso de mano de obra regional; dentro de la Productividad, el indicador relacionado con la alimentación de los animales fue el mejor evaluado. En el atributo Adaptabilidad, el indicador con mayor calificación fue el referente a la educación de los productores, en tanto que para el conjunto de atributos Estabilidad-Resiliencia-Confiability, el conocimiento compartido y reflexivo fue el indicador con mayor calificación. Por último, el tratamiento de los desechos fue el indicador que más resaltó dentro del atributo Autogestión.

4.4 Bienestar animal

Una vez aplicado el protocolo Welfare Quality, los resultados indicaron una clasificación “buena” tanto para los sistemas de producción artesanales como para los tecnificados, ya que de acuerdo a lo establecido en el protocolo, las granjas que obtengan más de 20 puntos en todos los principios y más de 55 en dos de ellos, serán calificadas de esta manera. Los resultados se presentan en la Figura 13.

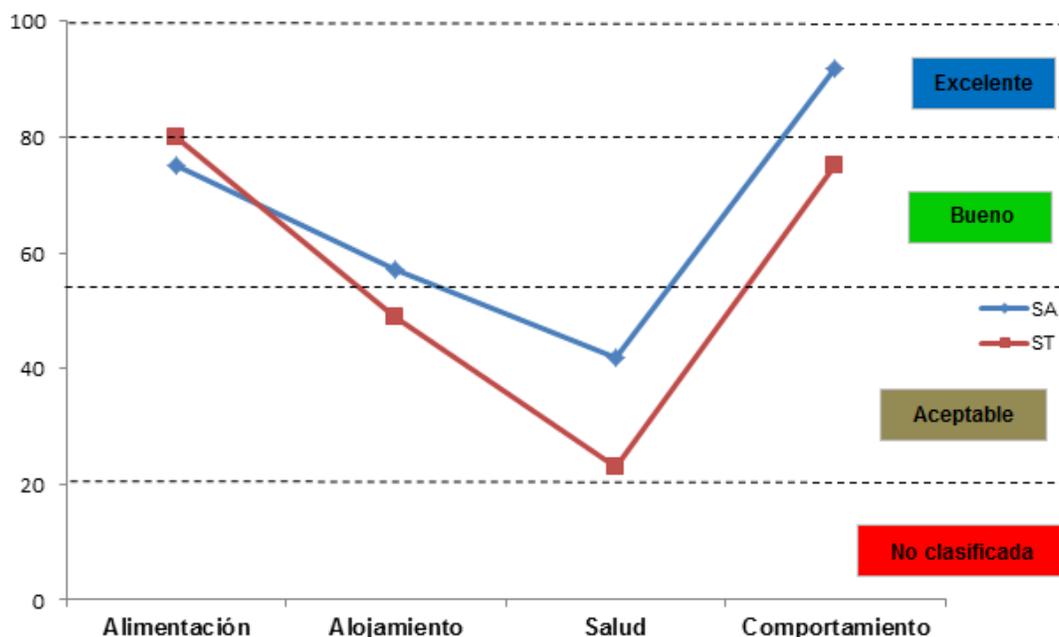


Figura 13. Clasificación de las unidades de producción artesanales (SA) y tecnificadas (ST) dentro de las categorías de bienestar propuestas por el protocolo Welfare Quality.

El principio “Buena Alimentación” estuvo conformado por los criterios ausencia de hambre prolongada (Figura 14) y ausencia de sed prolongada, de los cuales la ausencia de sed prolongada se consideró con mayor peso para la calificación final (Figura 15).



Figura 14. Hembra con condición corporal tipo 2 (Welfare Quality) en granja tecnificada en Yautepec, Morelos.

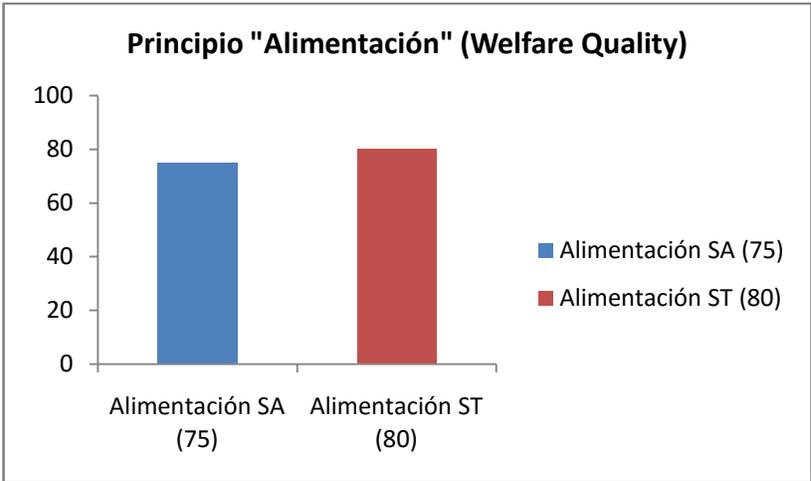


Figura 15. Resultados de las unidades de producción artesanales (SA) y tecnificadas (ST) para el principio “Alimentación” del protocolo Welfare Quality.

Para el principio de “Buen Alojamiento” los criterios confort al descansar, confort térmico (Figura 16) y facilidad de movimiento (Figura 17, Figura 18), fueron evaluados. El criterio facilidad de movimiento fue considerado más importante que los otros. Los resultados para este principio se presentan en la Figura 19.



Figura 16. Lechones bajo fuente de calor en granja tecnificada en Santiago Tulantepec, Hidalgo.



Figura 17. Hembra en área de servicios y gestación en granja artesanal en Calpulalpan, Tlaxcala.



Figura 18. Cerdos en área de crecimiento en granja tecnificada en Tenango, Morelos.

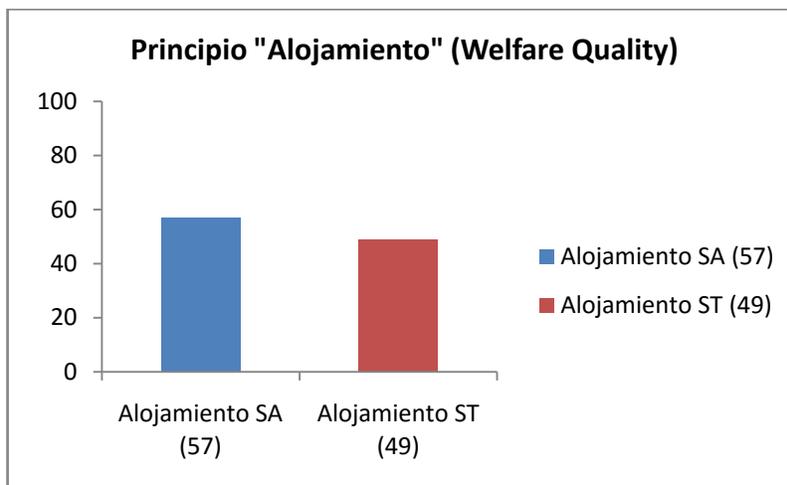


Figura 19. Resultados de las unidades de producción artesanales (SA) y tecnificadas (ST) para el principio “Alojamiento” del protocolo Welfare Quality.

El principio “Buena Salud” estuvo integrado por los criterios ausencia de heridas (Figura 20), ausencia de enfermedades (Figura 21) y ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo. De estos tres criterios el que tuvo un mayor peso en la calificación final (Figura 22) fue el de ausencia de enfermedades.



Figura 20. Hembra con herida en piel tipo 2 (Welfare Quality) en granja tecnificada en Tenango, Morelos.



Figura 21. Aborto en área de servicios y gestación en granja tecnificada en Yautepec, Morelos.

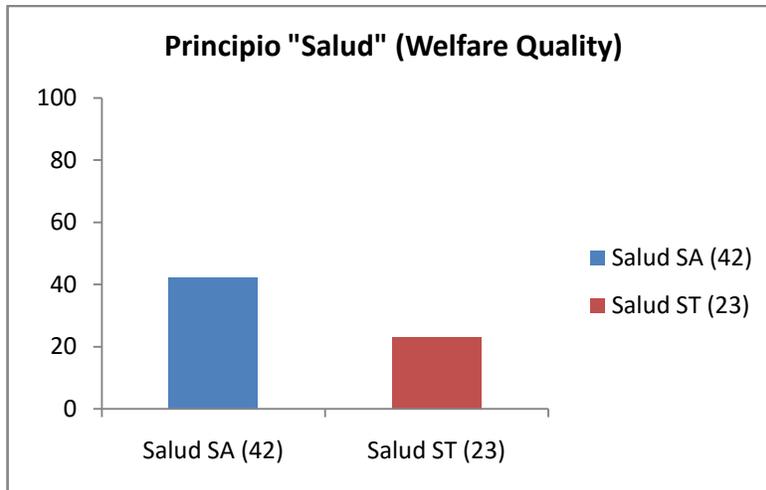


Figura 22. Resultados de las unidades de producción artesanales (SA) y tecnificadas (ST) para el principio “Salud” del protocolo Welfare Quality.

El “Comportamiento apropiado” estuvo conformado por los criterios expresión de comportamientos sociales (Figura 23, Figura 24), expresión de otros comportamientos (exploración y estereotipias) (Figura 25, Figura 26), buenas relaciones humano-animal y estados emocionales positivos (Figura 27). El criterio que influyó más en la calificación final fue el referente a los estados emocionales positivos en los animales. Los resultados se presentan en la Figura 28.



Figura 23. Hembra exhibiendo comportamiento agresivo en granja tecnificada en Santiago Tulantepec, Hidalgo.



Figura 24. Cerdo en área de crecimiento escondido en el comedero por posible comportamiento agresivo de sus compañeros de corral, en granja tecnificada en Tenango, Morelos.



Figura 25. Animales refrescándose en charca en granja tecnificada en Tenango, Morelos.



Figura 26. Hembras en área de servicios y gestación exhibiendo estereotipia (mordedura de jaula) en granja tecnificada en Yautepec, Morelos.



Figura 27. Lechón en área de destete, durante evaluación de estados emocionales positivos, en granja tecnificada en Yautepec, Morelos.

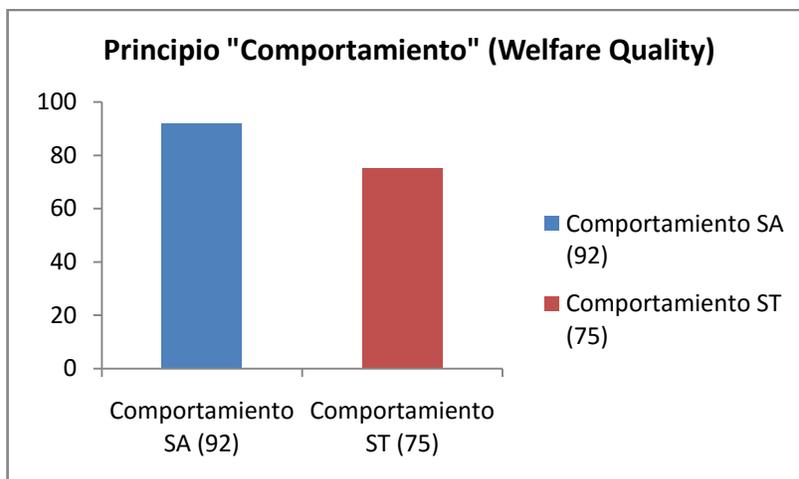


Figura 28. Resultados de las unidades de producción artesanales (SA) y tecnificadas (ST) para el principio “Comportamiento” del protocolo Welfare Quality.

4.4.1 Comparación de los indicadores de bienestar animal entre unidades de producción artesanales y tecnificadas

El Cuadro 41 muestra las frecuencias de las medias de los criterios evaluados durante la aplicación del protocolo Welfare Quality en animales en unidades de producción artesanales y tecnificadas. La frecuencia de los criterios correspondientes al principio *Buena salud* (*Ausencia de heridas*, *Ausencia de enfermedades* y *Ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo*) y del criterio *Expresión de comportamiento social* (principio *Comportamiento apropiado*) fue significativamente mayor en los animales alojados en unidades de producción artesanales ($U = 5$, $n = 2$, $P < 0.05$; $U = 2.5$, $n = 2$, $P < 0.01$; $U = 9$, $n = 2$, $P \leq 0.05$ y $U = 1$, $n = 2$, $P < 0.01$, respectivamente); mientras que la frecuencia correspondiente al criterio *Estados emocionales positivos*, perteneciente al principio *Comportamiento apropiado*, fue significativamente mayor en los animales de las unidades de producción tecnificadas ($U = 6$, $n = 2$, $P < 0.05$). Por otro lado, no existieron diferencias significativas entre los animales de las unidades de producción artesanales y tecnificadas en los criterios que conformaron los principios *Buena alimentación* y *Alojamiento adecuado*, ni tampoco en los criterios *Expresión de otros comportamientos* y *Buena relación hombre-animal* del principio *Comportamiento apropiado*.

Cuadro 41. Media y Desv. típ. de los criterios evaluados durante la aplicación del protocolo Welfare Quality en animales en unidades de producción (UP) artesanales y tecnificadas.

Criterios evaluados	UP artesanales	UP tecnificadas	Valor de P
Ausencia de hambre prolongada	90.1 ± 6.50	82.5 ± 19.15	NS
Ausencia de sed prolongada	76.4 ± 14.92	85.8 ± 18.01	NS
Confort al descansar	73.8 ± 11.07	63.9 ± 21.69	NS
Confort térmico	48.4 ± 13.31	49.5 ± 11.29	NS
Facilidad de movimiento	75.5 ± 1.13	66.3 ± 28.90	NS
Ausencia de heridas	58.4 ± 24.82	27.3 ± 17.34	< 0.05
Ausencia de enfermedades	75.9 ± 10.98	50.8 ± 11.51	< 0.01
Ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo	43.4 ± 30.98	14.5 ± 15.92	≤ 0.05
Expresión de comportamiento social	78.2 ± 7.44	55.3 ± 10.30	< 0.01
Expresión de otros comportamientos	53.9 ± 2.67	42.2 ± 11.60	NS
Buena relación hombre-animal	83.8 ± 3.97	79.2 ± 5.17	NS
Estados emocionales positivos	11.0 ± 2.68	16.7 ± 4.14	< 0.05

5. Discusión

La producción porcina sigue siendo una actividad económica importante en el país, sin embargo, el patrón de desarrollo internacional aceptado y copiado por productores nacionales que han generalizado nuevos sistemas para producir proteína animal ha implicado algunas transformaciones (Losada et al., 2014). La literatura científica sobre el progreso tecnológico en el sector pecuario nos habla acerca de los „impresionantes logros“ alcanzados a través de las innovaciones científicas en el campo de la producción de alimento y fibras –principalmente incrementos en su eficiencia-. Claramente, este progreso no fue obtenido manteniendo todos los demás elementos del proceso de producción iguales (Giampietro, 2010). Los efectos de las transformaciones en los sistemas de producción tienen alcances no sólo ambientales, sino también repercusiones económicas, sociales y sobre el bienestar de los animales, por lo que estos no pueden analizarse de manera aislada, sino que deben ser visualizados en conjunto (Altieri, 2009).

El concepto de sustentabilidad para analizar las actividades pecuarias obliga a los investigadores a la adopción de una metodología que permita el análisis del todo en su conjunto (Ripoll-Bosch et al., 2012). En este sentido, en el presente trabajo se incluyeron aspectos interesantes de analizar, referidos a las dimensiones que incluye la sustentabilidad (social, económica, de bienestar ambiental y ambiental), así como los sacrificios relativos –trade offs- que se establecieron entre éstas.

Como se observa en la sección de resultados, la dimensión que obtuvo una mejor valoración tanto en los sistemas artesanales como en los tecnificados fue la social; sin embargo, el puntaje total obtenido fue mayor para las unidades de producción artesanales. El indicador que más destacó dentro de esta dimensión fue el de „equidad de género“ para los sistemas artesanales, donde el 43% fueron mujeres –productoras– responsables de la dirección de las granjas así como de la toma de decisiones. A esto se suma la participación de las mujeres en el cuidado de los

animales; esposas, primas y mamás de algunos productores desempeñaban funciones valiosas de apoyo. El cerdo producido de manera artesanal se puede considerar como una actividad que suministra fuentes de empleo a las poblaciones de escasos recursos económicos y reconoce el trabajo de los niños, los ancianos y las mujeres (Losada, 2012; FAO, 1998; Contzen y Forney, 2016; Finan, 2011). En contraste, en los sistemas tecnificados la presencia de mujeres fue nula. Durante los últimos años, los gobiernos y los organismos internacionales han subrayado la importancia de dar prioridad a la problemática de género en la planificación de políticas y estrategias de desarrollo. Las últimas conferencias mundiales han definido objetivos y mecanismos específicos en las áreas de desarrollo sostenible y cooperación internacional y han establecido metas y tácticas para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres en materia de distribución de recursos y acceso a las oportunidades de la vida económica y social (FAO, 1998). En México, el enfoque de género en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, se plantea como una de sus medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social (DOF, 2013). En este sentido, diversos autores señalan la necesidad de fomentar la producción a pequeña escala y la participación de las mujeres como productoras, a través del soporte de políticas e instituciones así como de estrategias de micro-crédito (Leterme et al., 2007; Trauger, 2004; WFAN, 2016).

Un aspecto adicional al referido a la equidad de género fue el de „conocimiento compartido y reflexivo“, que también formó parte de la dimensión social. Este indicador destacó en ambos sistemas de producción. La mayoría de los productores (77%) tenía más de 10 años dedicándose a la producción de cerdos, lo cual sin lugar a dudas, enriqueció el conocimiento base sobre el estado de su sistema. La experiencia de ensayo/error y la adquisición del conocimiento entre los productores y entre familias por transmisión oral se consideran como un pilar fundamental para la apropiación de la tecnología (Losada, 2012). Diversos investigadores (Oyhantcabal, 2010) han resaltado la importancia de este indicador, ya que la formación en ámbitos institucionales o fruto de la experiencia, aporta

conocimientos y destrezas productivas, de gestión, organización, mercados, entre otros, que pueden contribuir a incrementar la eficiencia económica y la permanencia del sistema, e incluso pueden revertir en casos puntuales la diferenciación social. Ha sido planteado por diferentes investigadores (Tommasino et al., 2012; Blay-Palmer y Sonnino, 2016) que la pérdida de identidad cultural puede significar la pérdida de agroecosistemas y conocimiento acumulado a través de muchos años de aprendizaje y de coevolución con el medio ambiente. En este sentido, la pérdida de valores culturales puede conducir a la disminución de la cohesión de la comunidad, lo cual afectaría a la dimensión social. De manera similar, la cohesión social logra que las comunidades mantengan intercambios recíprocos y se ayuden a través del intercambio de mano de obra o de insumos entre unidades de producción. La pérdida de identidad cultural puede llevar también a la pérdida de los sistemas agropecuarios, que forman parte de la cultura local misma, conduciendo con esto a la adopción de patrones de desarrollo basados en los insumos externos y en el individualismo excesivo (Tommasino et al., 2012; Barkin y Santiago, 2005). Un efecto que compensaría esta ventaja presente en las sociedades artesanales, relacionado con el sector tecnificado, serían las sociedades de productores, las que de forma directa funcionan de manera similar. El conocimiento de la población en un lugar determinado tiene un punto fuerte comparativo con lo que es local y observable a la vista, cambia durante el tiempo y es importante para las personas (Millar y Curtis, 1999). Reconocerlo y darle importancia no debe llevar a una negación del conocimiento científico; este conocimiento ha sido subvaluado y negado por muchos investigadores. En este sentido, Bell y Morse (2008) mencionan que un aspecto importante de esta propuesta es la combinación de estos dos conocimientos, así como el lugar y el cómo, utilizando a la ciencia moderna como un verdadero colaborador.

Desde el punto de vista de la dimensión económica, la „diversificación productiva“ fue uno de los indicadores principales en las unidades de producción artesanales en contraste con las tecnificadas. Las familias de los sistemas artesanales

basaron una parte importante de su dieta en los productos que producían a partir de sus animales (carne, huevo) y cultivos (maíz, trigo); el sistema forestal llevó a cabo un papel complementario para la producción de leña así como para el aporte de materia orgánica y la polinización del sistema agrícola. En contraste, en los sistemas tecnificados sólo uno de los productores practicó el autoconsumo (carne), y todo lo producido en el sistema agrícola fue destinado a la venta local (maíz, sorgo) y la exportación (hierbas aromáticas). Este indicador es relevante ya que se ha reconocido que la diversificación ayuda a alcanzar la seguridad alimentaria, reflejándose en una mejoría en la nutrición de las personas, así como a incrementar el empleo rural; puede también impactar de manera favorable en la fertilidad de los suelos y en la incidencia de plagas (FAO, 2002a). El crecimiento económico, evaluado a nivel social, resulta en un incremento continuo del costo de oportunidad de la mano de obra y el capital a nivel granja, y conlleva al desarrollo tecnológico del sistema de producción a través de la mecanización, especialización, economías de escala, linealidad de entradas de nutrientes en los sistemas, y dependencia en el soporte de precios y otros subsidios. Esta cadena de cambios se considera la principal causa en el abandono de estrategias tradicionales de producción –con la consecuente pérdida de biodiversidad en los sistemas agropecuarios (Giampietro, 1997). Kirschenmann (2012) señala que los animales manejados en sistemas diversificados tienen una ventaja competitiva clara con relación al uso y costo de insumos energéticos, y que los sistemas diversificados e integrados tendrán más oportunidades que aquellas operaciones concentradas, uniformes y con una sola especie, lo cual ha sido referido como el „monocultivo“ en un sentido amplio de la palabra.

La producción agropecuaria en México se caracteriza por una alta variabilidad en los ingresos, de manera que los productores no pueden predecir con certeza la cantidad de ganancias que obtendrán (OCDE, 2013). En este sentido, el riesgo agropecuario se asocia a circunstancias no predecibles que determinan las ganancias finales, el valor y el costo de cualquier proceso de producción, como ha sido señalado en el Programa Especial de Cambio Climático y la Estrategia

Nacional de Cambio Climático (DOF, 2013; DOF, 2014). Estos riesgos están influenciados por diversos factores, que van desde la variabilidad en el clima, los desastres naturales, incertidumbres en los rendimientos y precios, mercados de servicios financieros imperfectos, arreglos institucionales, riesgos personales, etc. En el caso de los países en desarrollo, y de manera más específica en el caso de los pequeños productores, éstos son particularmente vulnerables a ciertos riesgos y las consecuencias de estos pueden ser extremas (OCDE, 2013). En el caso de los países desarrollados, el concepto de riesgo cambia dependiendo del uso de los insumos utilizados en los sistemas de producción, caso específico el problema suscitado en Canadá en granjas porcinas que prácticamente desaparecieron cuando los cables de electricidad se congelaron y los animales murieron por hipotermia y asfixia. Para ambos casos, la estrategia de solución dependerá del problema a tratar (FAO, 2002b). En el caso de los países en desarrollo un aspecto central ha sido la diversificación del mercado, mientras que en el caso de los países desarrollados la estrategia es evitar la dependencia extrema en un insumo (por ejemplo la energía). Una estrategia que plantean la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 2013) y la FAO (2013), con la finalidad de paliar este tipo de riesgos en los países en desarrollo, es la referente a la „estabilidad del mercado“, a través de un número diversificado de proveedores y compradores; en este sentido, las unidades de producción artesanales presentaron una mayor cantidad de canales de comercialización a través de la venta en pie de granja, con los vecinos, en carnicerías, así como en el rastro y a particulares, en contraste con los sistemas tecnificados quienes vendían principalmente en el rastro y en pie de granja, y sólo en ocasiones llegaban a vender en carnicerías. El tener un número diversificado de compradores y proveedores puede ayudar a garantizar que los productos sean vendidos en un tiempo apropiado –una de las metas principales dentro de los negocios (FAO, 2013). De manera similar, en los países desarrollados la solución para algunos riesgos ha sido el replanteamiento de las granjas en lugares no sujetos a cambios climáticos drásticos.

La segunda dimensión mejor evaluada tanto en los sistemas artesanales como en los tecnificados fue la referida al bienestar animal. Un resultado interesante dentro de esta dimensión fue el de la salud de los animales, donde la frecuencia de los criterios correspondientes a la ausencia de heridas, ausencia de enfermedades y ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo fue significativamente mayor en los animales alojados en unidades de producción artesanales. De manera general, al cuestionar a los productores sobre qué enfermedades eran las más comunes en sus granjas, la mayoría respondió que problemas digestivos (diarreas) y respiratorios (neumonías), lo que coincide con lo observado en el trabajo de Losada (2012). Sin embargo, cabe destacar que la incidencia de otras enfermedades productivas (Circovirus, Micoplasmosis, PRRS, Parvovirus, Leptospirosis, Erisipelosis) fue mayor en los sistemas tecnificados que en los artesanales – confirmado tanto por el productor como por las vacunas utilizadas en dichos sistemas. La salud es el estado de un individuo en sus intentos para afrontar una patología. Esto se refiere a sistemas corporales, incluyendo aquellos en el cerebro, que combaten a los patógenos, el daño tisular o los desórdenes fisiológicos (Broom, 2012). El hacer frente a un proceso patológico es necesario para que el bienestar sea mayor, de tal manera que la salud es una parte importante del amplio concepto de bienestar, no algo separado. Sin embargo, también debe recordarse que la salud no es todo sobre el bienestar, como algunos veterinarios han asumido en ocasiones (Broom, 2012; Torrey et al., 2016; Weary et al., 2009). La relación entre la densidad de animales en confinamiento y la salud de los mismos ha sido planteada por diversos investigadores (Fu et al., 2016; Estevez et al., 2007; Turner et al., 2000; Broom, 2012; Kirschenmann, 2012); en este sentido, vale la pena recordar lo que Tilman (1998) menciona con relación a esto “aunque los dueños de las empresas probablemente estaban en shock, dudo que los epidemiólogos estuvieran sorprendidos que las unidades de producción de aves en Hong Kong, alojando a más de un millón de pollos idénticos genéticamente, fueran susceptibles a un rápido y devastador brote de enfermedad el año pasado”. Con la industrialización del sector agropecuario, la gente ya no necesitó que las cosas embonaran, sino que al usar tecnologías “facilitadoras” –

antibióticos, vacunas, bacterinas, hormonas, sistemas de aireación y otras innovaciones tecnológicas— podía forzar las cosas (lo que en inglés sería „square pegs into round holes and round pegs into square holes“). En un sistema de crianza tradicional estas prácticas hubieran reducido la productividad de la granja, pero en el sistema industrial, incrementan la productividad de la granja desde un punto de vista económico (Rollin y Thompson, 2012). Cuando aquellos que tienen empresas muy grandes se den cuenta que las enfermedades crónicas y las epidemias catastróficas son el resultado esperado de una alta densidad y una baja diversidad, y cuando la sociedad restrinja la generación de contaminantes de tales operaciones, puede que de nuevo sea rentable para las granjas pequeñas, o los negocios vecinales, tener cultivos mixtos y producciones pecuarias unidos en un sistema que de un ciclo de nitrógeno eficiente, sustentable y localmente cerrado (Kirschenmann, 2012).

Con relación a la presencia de heridas en los animales, una de las principales causas fue la relacionada con el movimiento de los animales después del destete —reagrupación social—. Es común mover a los animales del grupo donde se criaron, ya sea por razones productivas o de crianza, generando inestabilidad dentro del grupo social (Estevez et al., 2007). La exposición a situaciones sociales nuevas e inestables puede inducir miedo, que junto con la inexistencia de posibilidades de escapar puede resultar en peleas intensas (Estevez et al., 2007; Galindo et al., 2011; Merlot et al., 2004). El reagrupar a los animales también puede, eventualmente, llevar a una disminución en la ingesta de alimento y en la ganancia de peso (Nakanishi et al., 1993; Stookey y Gonyou, 1994), una respuesta inmune suprimida (Tuchscherer et al., 1998; De Groot et al., 2001), así como a una disminución en el éxito reproductivo (Mendel et al., 1992; Bakken, 1993a,b). Algunos investigadores mencionan que, cuando sea posible, los animales que van a ser introducidos a un grupo desconocido deberían tener la oportunidad de establecer un contacto gradual antes de la inmersión total dentro del grupo para facilitar el aprendizaje sobre los miembros del grupo y rutas de escape (Galindo et al., 2011). El proveer de oportunidades para ganar experiencia

en la interacción con diversos fenotipos en edades tempranas puede facilitar la introducción futura de extraños y reducir las posibilidades de que individuos particulares dentro del grupo sean molestados (Croney y Newberry, 2007). Los estudios han demostrado que los cerdos pueden discriminar entre individuos familiares y no familiares, a través de señales olfativas, visuales y auditivas, y que los contaminantes en el ambiente (altos niveles de amonio) pueden alterar las preferencias para acercarse a los individuos familiares o no familiares (Galindo et al., 2011; Kristensen et al., 2001; McLeman et al., 2005, 2008). En los grupos establecidos, una manera de asegurar que los individuos no restrinjan el comportamiento de otros miembros del grupo o afecten de manera adversa su bienestar en otros sentidos, es proveer a los animales de oportunidades de evitarse entre ellos. La evasión de individuos agresivos puede ser más fácil en lugares amplios (Estevez et al., 2007). Sin embargo, únicamente incrementar el espacio disponible por individuo puede no ser efectivo si el espacio es abierto y sin una estructura. Algunos investigadores sugieren el uso de barreras visuales para reducir la agresión, y específicamente en cerdos, los agujeros en donde puedan esconder la cabeza parece ser efectivo para evitar o terminar los ataques agresivos (Rodenburg y Koene, 2007; Simonsen, 1990; Galindo et al., 2011; McGlone y Curtis, 1985).

Continuando con el indicador salud, específicamente con la ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo, destacó que el manejo fuera prácticamente igual en los sistemas tecnificados. Es evidente que los veterinarios que asesoran las granjas tienen una fuerte influencia sobre los productores. Una práctica recurrente en este tipo de sistemas (además de la castración y el descolmillado) fue el descole de los lechones. Los cerdos siempre han tenido la tendencia de morder la cola. Bajo condiciones extensivas, los animales tienen el espacio para estar alejados entre ellos –es sólo en confinamiento donde la mordida de cola se convierte en un problema serio (Rollin, 2003; Boyle y Teixeira, 2014; Fu et al., 2016; Moinard et al., 2003). La respuesta de los productores ha sido el amputar la parte media distal de la cola, una solución quirúrgica para un

problema “humanamente inducido” surgido al mantener a los animales en un ambiente inadecuado. Frecuentemente la mordida de cola ha sido referida como un „vicio”, como si el cerdo fuera „malo” por morder la cola (Rollin, 2003). Algunos investigadores consideran que las soluciones quirúrgicas a problemas animales causados por los humanos no son moralmente aceptables (Boyle y Teixeira, 2014; Rollin 2003); citando de manera literal a Rollin (2003) “uno debe optar por cambiar el ambiente a uno más sano, no mutilar a los animales”. Wood-Gush y Vestergaard (1989) sugirieron que la mordida de cola es un comportamiento redirigido de forrajeo (comportamiento apetitivo). De manera natural, los cerdos pasan alrededor del 20% de su tiempo hozando (forrajeando) durante las horas de luz (Stolba y Wood-Gush, 1989). Los cerdos, al ser alimentados con concentrado y no tener la capacidad de expresar el comportamiento apetitivo sobre sustratos apropiados (p. ej. Suelo) pueden redirigir este comportamiento hacia sus compañeros de corral a través de la mordida de cola (Wood-Gush y Vestergaard, 1989). En este sentido, ha sido planteado por diversos investigadores que la mordida de cola puede prevenirse al hacer cambios en el alojamiento, cambios en la dieta de los animales (principalmente en el balance de proteínas y minerales), suministrando sustratos como paja, composta, periódico y lazos, así como al eliminar aquellos factores atmosféricamente inconfortables (niveles altos de amonio, CO₂ o humedad o presión barométrica baja) (Rollin, 2003; Rodenburg y Koene, 2007; EFSA, 2007; Telkänranta et al., 2014; Balcombe, 2006; Douglas et al., 2012). El aburrimiento es relevante en este tema. En los sistemas artesanales, donde la densidad animal es menor, en ocasiones se colocan llantas, cadenas o ramos de alfalfa colgados como fuentes de entretenimiento para los animales, situación que los sistemas tecnificados „no se pueden permitir”. El concepto de la “modernidad” en la producción de cerdos se vuelve intolerante en este aspecto, ya que la presencia de distractores para los animales muchas veces ni siquiera es considerada por los productores. Como otras estereotipias, la mordida de cola es una muestra de que ciertas condiciones necesitan mejorarse (Rollin, 2003).

Con referencia a la expresión del comportamiento social, la frecuencia fue significativamente mayor en los animales alojados en los sistemas artesanales. Los animales de los sistemas tecnificados obtuvieron una menor calificación en este indicador debido a que desplegaron una mayor cantidad de comportamientos socio-negativos –agresión a conspecíficos–. Un acceso limitado a los recursos junto con altas densidades animales origina tales situaciones competitivas (Estevez et al., 2007; Fu et al., 2016; Rodenburg y Koene, 2007). Un incremento en la proximidad entre animales, como sucede en condiciones más intensivas, puede aumentar la probabilidad de contacto social (positivo o negativo), así como la duración (Galindo et al., 2011). En los ambientes productivos, el tamaño del grupo y la densidad están predeterminados para maximizar los ingresos económicos (control exógeno del tamaño de grupo) (Estevez et al., 2007). Cuando el tamaño de grupo es exógeno, es decir, determinado por el productor y no por los animales, el costo se plantea por limitaciones más rígidas en los recursos, lo cual implica que el comportamiento social de los animales se tiene que adaptar a la densidad de animales establecida por el productor (Galindo et al., 2011). Como fue mencionado anteriormente, en ambos sistemas de producción los grupos fueron exógenos, formados por las necesidades establecidas por el productor, que en la mayoría de los casos busca la homogeneidad en el tamaño de los animales. En la naturaleza, este tipo de situación –agresión a conspecíficos– se resuelve dejando el grupo. Sin embargo, en un ambiente restringido como el de las granjas, el tamaño del grupo no puede auto-regularse debido a que los animales no tienen oportunidades para huir si son agredidos por otros miembros del grupo, o si el acceso a los recursos es difícil. La imposibilidad de dejar el grupo crea una situación que incrementa el potencial de interacciones agresivas y puede favorecer el comportamiento despótico en algunos individuos (Mendl y Newberry, 1997; Temple et al., 2011) con consecuencias negativas sobre otros. En este sentido, los cerdos son considerados los animales de granja más inteligentes, son tan curiosos como el ganado lechero, tienen una gran capacidad de aprendizaje similar al de los perros, y un repertorio de comportamiento complejo, y por lo tanto se aburren fácilmente; el proveer de oportunidades para retirarse y esconderse de

conspecíficos agresivos, puede ser una estrategia de manejo útil para reducir las consecuencias negativas de las interacciones agresivas (Estevez et al., 2007). Debido a la naturaleza de las dinámicas sociales, puede comprenderse que la búsqueda del tan llamado “tamaño de grupo óptimo” está, hasta cierto punto, garantizada a fallar. Los tamaños de grupo óptimos varían no sólo de acuerdo a cada especie, sino que también dependen de la estructura del grupo, así como del „compendio“ de factores ambientales (disponibilidad y ubicación de la comida, complejidad ambiental y tamaño disponible total) (Estevez et al., 2007; Galindo et al., 2011). Por último, Vanhonacker et al. (2009) mencionan que la preocupación social acerca de la densidad animal así como del tamaño del corral, es imperativa dentro de la imagen general del bienestar animal en las granjas.

Otro de los aspectos relevantes dentro de la dimensión bienestar animal fue el relacionado con los estados emocionales positivos de los animales. El protocolo de evaluación Welfare Quality (2012) plantea que la evaluación cualitativa del comportamiento considera la forma en cómo los animales se comportan e interactúan entre ellos y con el ambiente, es decir, su „lenguaje corporal“. Este criterio presenta una escala de medición diferente, es decir, entre más bajo sea el puntaje obtenido más alta será la calificación final. La frecuencia correspondiente a este indicador fue significativamente mayor en los animales de las unidades de producción tecnificadas, lo que de acuerdo con el párrafo anterior, se interpreta como una menor calificación total.

Los estados afectivos de los animales –aquellos estados subjetivos que son experimentados como agradables o desagradables más que hedónicamente neutrales – juegan un rol central en la comprensión del bienestar animal (Fraser, 2009). En años recientes, la evidencia de las capacidades cognitivas y emocionales de los animales ha ido creciendo, y se ha vuelto cada vez más claro que son individuos conscientes y capaces de experimentar (Balcombe, 2009). Sin embargo, todavía existen investigadores que niegan a los animales una experiencia consciente de la vida (Budiansky, 1998; Macphail, 1998; Wynne,

2004); al negar tales experiencias la ciencia pierde rigor (Burghardt, 2007). La ideología científica ha rechazado este tipo de evaluaciones por considerarlas „antropomórficas“, sin embargo, como Rollin (2003) y Balcombe (2009) señalan, se puede proveer de un significado preciso y científico a términos tales como „aburrido“ aplicados a los animales. Muchas de las preguntas importantes sobre el bienestar animal surgen cuando las personas, a partir de su entendimiento cotidiano de los animales, muestran una preocupación sobre los estados afectivos de los mismos. Cuando los hacedores de políticas intentan lidiar con tales asuntos, generalmente dejan claro que utilizarán la ciencia como la base de las políticas, prácticas y estándares de bienestar animal. Pero si la mayoría de la ciencia que está disponible no responde preguntas sobre los estados afectivos de los animales, ¿cómo va a ser posible esto? (Watanabe, 2007; Fraser, 2009). El sentido común presente en la ética social nunca dudará que los animales son capaces de estar aburridos (Duncan, 2006) –ejemplo claro son las críticas contra el uso de jaulas en hembras– y juzgará los sistemas de acuerdo con esto (Rollin, 2003). Finalmente, existe una visión emergente acerca de que el bienestar debe ser más que sólo la ausencia de sufrimiento (pain-avoider/pleasure-seeker) (Mench, 1998; Balcombe, 2009); los ratones muestran empatía (Langford et al., 2006), una oveja responde al estado emocional de otra oveja (Da Costa et al., 2004), las monos muestran un sentido de justicia (Brosnan y de Waal, 2003), los estorninos pueden ser optimistas o pesimistas (Bateson y Matheson, 2007; Matheson et al., 2007), y las ratas responden de manera alegre a las cosquillas (Burgdorf y Pankseep, 2001). Si nosotros vemos los intereses de los animales sólo en términos de evitar el dolor y el sufrimiento, esto puede parecer „idealista“ para algunos. Cuando incluimos su capacidad para el placer, los argumentos se vuelven más fuertes (Balcombe, 2009), ya que, como Regan (1983) mencionó „las vidas con momentos placenteros son vidas con valor intrínseco“.

La dimensión que obtuvo una menor valoración tanto en los sistemas de producción artesanales como en los tecnificados fue la ambiental, la cual se vio afectada en una mayor proporción por las variables de uso irrestricto del agua y

„utilidad neta“ de la excreta producida por los cerdos. Una de las situaciones más comunes que se pudo observar fue la falta de medidores –y por ende de un registro real– de agua, lo que concuerda con los resultados presentados por Pérez (2006) en una investigación realizada en La Piedad, Michoacán (zona altamente productora de ganado porcino). La información sobre la cantidad y calidad del agua empleada y descargada es fundamental en la toma de decisiones sobre el sistema de tratamiento que se va a seleccionar en una granja. Pérez (2006) argumenta que la falta de interés y conocimiento sobre un elemento tan importante en la producción sólo puede atribuirse a la gratuidad del recurso. El estudio de Drucker (1997) no encontró que el agua de las granjas analizadas en la muestra se utilizara bajo un patrón determinado. También en esa investigación se atribuye a la gratuidad y abundancia del recurso en la región, a la falta de medidores y a la escasa „cultura del agua“, su utilización poco eficiente, su desperdicio, y que de manera generalizada los productores ignoren los volúmenes que emplean de agua. Barkin (2003) plantea como ejemplo de un enfoque integrado de gestión de sistemas hídricos a la ciudad de Nueva York, quienes para proteger la calidad de su agua potable –y no tener que construir una planta potabilizadora del agua recibida de las granjas-, diseñaron una estrategia de cooperación con los establos lecheros (a través de la reducción de las infecciones gastrointestinales en los animales y del manejo de las excretas de los mismos); la ciudad pagaba a los productores cuotas adicionales, una especie de „compensa por servicios ambientales“.

Con relación al tratamiento de los desechos, aquellos productores que llegaban a contar con algún sistema específico –principalmente biodigestores– nunca habían dado mantenimiento desde que el sistema fue instalado. A la pregunta directa sobre por qué no lo habían hecho, el productor contestaba que tenía la impresión de que sería costoso, que el técnico no le dijo que necesitaba mantenimiento, e incluso que nunca se le había ocurrido. En este sentido, es importante conocer la realidad y el modo de pensar de los mismos, para poder encontrar maneras que puedan facilitar la adopción de tecnologías. Pérez (2006), en el mismo estudio en

La Piedad, señala también que la mayor parte de la infraestructura de tratamiento se ha realizado de manera empírica, sin contar con la información técnica necesaria y más para cumplir con un trámite que se considera de índole burocrática, que para disponer de un sistema realmente eficiente que proteja la calidad de los cuerpos de agua cuando es necesario utilizarlos como cuerpo receptor. Una de las maneras de manejar las excretas de las granjas porcinas es reciclándolas como insumos para actividades agropecuarias. En este sentido, un elevado número de porcicultores, principalmente en los sistemas artesanales, empleaba los residuales en la agricultura. La Norma Oficial Mexicana NOM-001 de la Semarnat (1996) en cierta forma intenta fomentar este tipo de práctica, sin embargo, a este respecto Pérez (2006) recalca la importancia de la asesoría para evitar una aplicación excesiva de nutrientes al suelo – situación que se agrava cuando no hay lagunas que remuevan los contaminantes, cuando éstas no tienen las dimensiones adecuadas, no se limpian con la frecuencia necesaria y el nivel del manto freático es elevado. Por otro lado, a pesar de que la dispersión directa de las excretas de los cerdos a la tierra es un método considerado de un “nivel tecnológico bajo”, puede ofrecer mayores beneficios ambientales en comparación con los sistemas tipo laguna y la subsecuente dispersión, debido a que las emisiones de metano generalmente son insignificantes (López-Ridaura et al., 2009; Viguria et al., 2015). Cuando se deposita la excreta de cerdo de manera directa, las emisiones de amonio dependen considerablemente del método de aplicación (Billen et al., 2015; López-Ridaura et al., 2009; Rodhe et al., 2006). Los organismos internacionales proponen la integración de ganaderos y agricultores para el reciclaje de residuos, como la estrategia más viable para paliar sus efectos; suena increíble, pero nadie más hace propuestas alternativas al respecto (FAO, 2002b; Pérez, 2006). Desde el punto de vista de la utilización de la excreta como fuente de materia orgánica y nutrientes, existe una amplia literatura que plantea la transformación del estiércol de cerdo para la producción de biogás (Chará, 1998), de fertilizante orgánico (Ohio State University, 1992; Vázquez et al., 2015) y de alimento animal (Campabadal, 1995; Gutiérrez-Vázquez y Preston,

1995). En este sentido, ha sido demostrado que este tipo de métodos –composta, biogás-, son más sustentables que las lagunas (Sagastume et al., 2016).

Con la homogenización del modelo moderno de producción de cerdos en granjas de distinto tamaño, los factores antiambientales están presentes aún en granjas pequeñas. Desde el punto de vista ambiental, un número grande de unidades pequeñas tienen las mismas repercusiones que una cantidad reducida de granjas grandes; sin embargo, los riesgos ambientales en las granjas grandes son mayores que en las pequeñas (Pérez, 2006). Las consecuencias de los errores y accidentes que puedan presentarse en las grandes unidades son completamente diferentes a las de las pequeñas; el desbordamiento de una laguna de oxidación puede tener efectos fatales en la vida acuática. Por otra parte, en la medida en que la concentración se incrementa y el autoempleo es reemplazado por el trabajo asalariado, el problema ambiental suele agravarse. Por lo tanto, el proceso de concentración inherente al sistema y exacerbado por la competencia global, es totalmente opuesto a la lógica de la conservación (Robinson, 1993). Mientras los costos ambientales no se incluyan en los de producción de los cerdos, las economías de escala favorecerán unidades cada vez mayores, a menos que la sociedad civil oponga una resistencia activa como ya lo ha hecho en algunas regiones del mundo desarrollado (la presión pública en Oklahoma impidió que la compañía Seaboard estableciera una enorme granja porcina; la compañía resolvió el problema comprando 202,350 hectáreas en Argentina) (Pérez, 2006).

Un aspecto que no fue evaluado de manera directa en este proyecto, pero que sí se observó como una constante en los dos tipos de sistema de producción y que es interesante y vale la pena mencionar, fue el relacionado con la diversidad genética de los animales de producción. La producción agropecuaria ha evolucionado del uso de alrededor de varias miles de especies diferentes para garantizar el abasto de alimento para la sociedad, a la explotación de apenas unas quince especies de plantas y ocho especies de animales para producir más del 90% del abasto de alimento en el presente (Giampietro, 1997). La erosión

genética de la diversidad de los animales domésticos ha colocado a 30% de las razas del mundo en riesgo de extinción, proceso que se atribuye a los programas de política gubernamental que sólo promueven un estrecho rango de razas mejoradas (Drucker et al., 2001; Drucker et al., 2006; FAO, 2007b). Entre las diversas causas de esta erosión se encuentran: el menosprecio por las razas locales, la selección enfocada hacia un solo producto, la modernización, los desastres naturales y los cambios en el hábitat, entre otros. La más amenazante de ellas es la tendencia hacia la estandarización de la producción ganadera (Udo, 2000; FAO, 2006a; FAO, 2007b). En México, hay una gran diversidad de grupos genéticos que tradicionalmente se han desarrollado y adaptado a los distintos ecosistemas. Sin embargo, las importaciones de pies de cría puros y hembras reproductoras de alto registro han aumentado de manera considerable. Esto ha propiciado un relativo abandono de los grupos genéticos que el país posee. Así, se van mermando las posibilidades de desarrollar una porcicultura con cierta independencia tecnológica, tanto en relación a material genético como en términos de insumos alimenticios aprovechables y adecuados al tipo de animales que hay en el país (Suárez y Barkin, 1990). Desde el punto de vista genético, la sustentabilidad significaría la explotación de una mayor variedad de razas y la revaloración de las razas criollas; el proceso es exactamente el opuesto. Entre seis y siete razas importadas y sus cruza, contribuyen con 80% de la producción de carne de cerdo en el país (Pérez, 2006). En muchos casos, se constituye como un problema fundamental la falta de conocimiento suficiente sobre las características de los recursos zoogenéticos; su distribución geográfica y por sistema de producción; sus funciones en los medios de vida de los productores; y las maneras en que se puede ver afectada su utilización por los cambios en las prácticas de manejo y las tendencias más generales del sector pecuario (FAO, 2006a).

Con referencia a los atributos planteados por el MESMIS y su relación con la sustentabilidad total del sistema, se observó que tanto en las unidades de producción artesanales como en las tecnificadas éstos se comportaron de la

misma manera. Sin embargo, sí existieron diferencias tanto en la valoración que obtuvo cada atributo por sistema, como en los indicadores individuales que conformaron cada uno de ellos. Un ejemplo fue el atributo „adaptabilidad“, donde el indicador educación fue el mejor evaluado para los sistemas tecnificados, mientras que en los artesanales fue uno de los que obtuvo menor calificación; una hipótesis planteada por diversos economistas es la de que los productores con un nivel educativo mayor tienden a adoptar innovaciones productivas antes que aquellos que están relativamente „menos educados“ (Padhy y Kumar, 2015; Rollin y Thompson, 2012). El uso de la variable „nivel educativo del productor“ como variable explicativa en estudios de adopción de tecnología, percepción del sistema y eficiencia productiva es muy común (Adesina y Baidu, 1995; Adesina y Zinnah, 1993; Baidu, 1999; Mbagha y Folmer, 2000; Neupane et al., 2002). En este sentido, ha sido planteado por diversas instituciones e investigadores (Zanu et al., 2012; UNESCO, 2002; Rahman, 2003; Bandiera y Rasul, 2006; FAO, 2002b) que el nivel educativo influye en el acceso a la información por parte del productor, así como en su habilidad para entender los aspectos técnicos de las innovaciones que a largo plazo pueden afectar sus decisiones productivas. Rahman (2003) menciona que la sustentabilidad en la producción agropecuaria depende en gran medida de las acciones de los productores y de su habilidad para tomar decisiones a partir del nivel de conocimiento y de la información disponible para ellos. Esto concuerda con el planteamiento del Banco Mundial (2002), el cual menciona que la transformación sustentable no es posible sin la contribución de un sistema educativo terciario innovador –especialmente en países en desarrollo con una capacidad institucional débil. Finalmente, debemos recordar que los productores pueden servir como modelo para otros productores, y „educarlos“ a través de la educación no-formal, para que puedan adoptar tecnologías y prácticas de manejo más sustentables (Padhy y Kumar, 2015). A pesar de que los productores tecnificados presentaron una mayor „ventaja“ en relación al acceso a la educación, uno de los indicadores dentro de este mismo atributo con menor calificación para ellos fue el de la „diversificación productiva“ – indicador evaluado de manera muy favorable en los sistemas artesanales.

En un contexto siempre cambiante y de incertidumbre en el que operan las granjas, los atributos que no son la productividad y la eficiencia adquieren relevancia. La estabilidad (resiliencia), la capacidad adaptativa y la autogestión son atributos clave para entender cómo las granjas pueden hacer frente a cambios en el futuro. Sin embargo, existen trade-offs o sacrificios relativos entre estos que necesitan ser más investigados (Ripoll-Bosch, 2012).

Entre los indicadores utilizados, los trade-offs se presentaron cuando algunos de los indicadores incrementaron a expensas de otros. En el presente estudio, el mayor contraste estuvo referido a los indicadores sociales con los ambientales. Una posible explicación estuvo basada en la distribución de las calificaciones a los indicadores, que en el caso de los aspectos sociales mostró la tendencia a mantener una distribución homogénea en tanto que en los ambientales constituyeron componentes polarizados. Un segundo trade-off se presentó entre los indicadores económicos y los ambientales, en función del alto nivel de insumos utilizados que fueron necesarios para lograr rendimientos altos en los animales, lo cual representó un efecto sobre el medio ambiente, esto coincide con los resultados de diversos investigadores (Ripoll-Bosch, 2012; Dantsis et al., 2010; Gaspar et al., 2009; Kirschenmann, 2012; Losada et al., 1996; Bradford, 1999; Hinrichs, 2003; Honeyman, 1996; Olea et al., 2012; Tommasino et al., 2012; Wang et al., 2015). Otro de ejemplo de trade-off fue el encontrado dentro de la dimensión de bienestar animal, al analizar los sistemas tecnificados, con referencia a la alimentación en contraste con la salud de los animales. Algunas diferencias fueron notables entre los sistemas artesanales y los tecnificados a favor de los primeros. Estos datos están de acuerdo con Soriano (1999) y Ripoll-Bosch (2012), en la agricultura chinampera y en la producción ovina en el mediterráneo respectivamente, en donde los principales trade-offs se encontraron entre la parte social y la parte ambiental, a pesar de que las escalas de medición fueron distribuidas de manera diferente. Un aspecto interesante de resaltar en ambos trabajos, fue el de que no obstante que ambos modelos son de origen colonial construido sobre bases ecológicas de estabilidad, la presencia de ciertos insumos

externos pudiera considerarse como uno de los elementos clave que restringen su acceso a la sustentabilidad demandada en el corto plazo. En este sentido, la necesidad de explorar alternativas biodegradables y reciclables se constituyen como líneas de acción para enfocar la nueva investigación (Losada, 2009). De manera similar, Bailey nos ofrece la esperanza de que una producción más adaptada y ecológicamente contenida es posible, y que este camino no es el único prudente de tomar, pero refleja una obligación moral por parte de los productores a la tierra y a sus habitantes –ahora y en un futuro (Minteer, 2007).

En este sentido, debemos recordar la advertencia de Jefferson acerca de que los pequeños productores y sus granjas son la columna vertebral de la democracia; nadie quiere ver a los grandes corporativos monopolizando el suministro de alimentos (Rollin y Thompson, 2012). De tal manera que una pregunta sería ¿qué tan razonable es el asumir que un kilo de carne de cerdo es el *mismo* independientemente del sistema utilizado para producirlo? ¿Qué tan defendible es el uso del reduccionismo en la toma de estas decisiones? En Occidente se ha experimentado una revolución en el uso de los animales domésticos. Hace apenas 200 años todo el mundo en las ciudades y en los países estaba en contacto diario y personal con los animales domésticos. En la actualidad, se ve a los animales como mascotas y en su caso como un „recurso económico“, escondidos en locaciones remotas con el objetivo de servir a la economía de mercado con productos animales de alta calidad higiénica y alimenticia. Nuestro aislamiento actual es el que produce un resultado verdaderamente negativo (Hodges, 1999). De acuerdo con algunos investigadores, en oposición a esta situación, no se trata de magnificar estilos de vida „primitivos“, el mundo necesita buena ciencia y negocios responsables que incrementen la calidad de vida en la población mundial; sin embargo, es claro que mejores valores se caracterizan por una comunidad que entiende el compartir y la interdependencia, un interés genuino en la calidad de vida de todas las personas en lugar de la codicia individual, y por trabajar de manera paciente con la naturaleza en el interés de un uso sustentable (Hodges, 1999).

En los países desarrollados, los valores de la sociedad y las políticas ahora definen la buena vida como el incremento en el PIB y la prosperidad material. Hemos perdido el toque de las lecciones de vivir con plantas y animales; en este sentido, es necesario reconocer que Calidad de Vida no representa una experiencia solitaria, sino que influye dentro y desde la interdependencia y la comunidad. En este orden de ideas, la sustentabilidad mencionada en la academia en general, debe basarse en los ciclos de preparación, cosecha y post cosecha y recuperación (Hodges, 1999). La naturaleza de las cosas en este planeta Tierra demanda que nosotros invirtamos no sólo en trabajo duro y habilidades, sino también en tiempo, paciencia y algunos límites para obtener la recompensa.

Algunos hacedores de políticas estatales y nacionales creen que el concepto de sustentabilidad es una restricción negativa de la buena vida (modernidad = cemento), mientras que para la mayoría de las personas preocupadas por la Tierra, la sustentabilidad es una experiencia de calidad de vida no provista por la búsqueda de una prosperidad material mayor y sin fin. Los valores actuales en la sociedad de Occidente están separados de un significado real y a largo plazo, y son incapaces por sí solos de desarrollar Calidad de Vida. Nuestra ruta presente no sólo es injusta, sino que carece de calidad y es insustentable. Debemos cambiar –o un cambio poco agradable será forzado sobre nosotros y generaciones futuras (Hodges, 1999). Realmente extrañamos a los animales y las lecciones que nuestros ancestros aprendieron de ellos.

Se dice que el aumento en la demanda de carne de cerdo y el control oligopólico de los canales de comercialización facilitaron la rápida propagación de nuevas técnicas de producción y de trabajo (Suárez y Barkin, 1990). Sin embargo, es claro que producir carne en la actualidad implica que la mayor parte de las decisiones del productor sobre su proceso de producción y comercialización sean externas a él, originadas en las „recetas“ de algunos investigadores (Hinrichs, 2003).

En el presente trabajo, se hizo manifiesta la irracionalidad de sistemas productivos que excluyeron y convirtieron en ociosos algunos de los recursos más valiosos del país, por ejemplo el uso de la excreta de los cerdos. La tarea prioritaria en la coyuntura actual de la porcicultura requiere reconformar los procesos productivos hacia un modelo más acorde con la realidad ambiental, y por ende, del país mismo (Suárez y Barkin, 1990). Mientras las reservas de energía barata, agua y climas estables desaparezcan, es menester buscar nuevos modelos que se acoplen a una producción pecuaria cambiante, y de ninguna manera estable. Formas altamente especializadas, simplificadas y concentradas que requieren excesivas cantidades de los insumos mencionados anteriormente, se volverán cada vez más disfuncionales en este nuevo mundo (Kirschenmann, 2012).

La concentración económica de las empresas tiende a remover un alto porcentaje de dinero de las comunidades, más que cuando la industria está dominada por granjas pequeñas, las cuales tienden a circular el dinero dentro de la comunidad. Diversos estudios realizados en comunidades en Estados Unidos muestran consistentemente que la economía y el bienestar social de las comunidades se beneficia a partir de un número incrementado de granjas, no nada más de un incremento en el volumen producido (Andrews, 2012; Thu y Durrenberger, 1998). Las perspectivas menos críticas sobre la coordinación vertical en el sector agropecuario frecuentemente se enfocan más en los beneficios hacia las empresas y hacia los consumidores (Hinrichs, 2003), señalando beneficios tales como el riesgo compartido, incrementos en la eficiencia, y un intercambio de información más adecuado a través del sistema alimentario que ayuda a mejorar e incrementar la calidad de los productos (Martinez, 1999; Smith, 2001; Tweeten y Flora, 2001). Se tiende a minimizar o a pasar por alto los posibles imbalances en el poder y el control a través de las diversas entidades coordinadas, además de que se limitan las opciones de alternativas de producción disponibles, debido a que las prácticas de producción generalmente son prescritas por los „integradores“ (Hinrichs, 2003).

Incrementos en la productividad o en la eficiencia en los sistemas agropecuarios no son necesariamente malos. Simplemente debemos ser cuidadosos al estudiar el desempeño de los sistemas y buscar siempre un set integrado de indicadores que nos permitan entender de mejor manera los pros y contras -en términos de efectos colaterales- de los cambios tecnológicos que queremos introducir. En otras palabras, debemos contextualizar las indicaciones dadas por cualquier índice numérico único de desempeño (Giampietro, 2010).

Comentarios finales

Los sistemas tecnificados han aportado al mercado grandes volúmenes de carne a precios razonables. Y como los empresarios argumentan, existen ciertos beneficios para los animales. Por ejemplo, en lugares donde hay temperaturas extremas, un hábitat ambientalmente controlado puede ser de gran ayuda para los mismos. Sin embargo, el costo ambiental y social, ha sido bastante considerable. Lo mismo aplica para los animales, en término de su telos, especialmente si se toma en cuenta lo que se conoce del comportamiento porcino bajo condiciones extensivas en las cuales los cerdos han evolucionado –no se necesita ser Konrad Lorenz para reconocer que todos los animales que han evolucionado con músculos y huesos necesitan la oportunidad de utilizarlos-. Si un sistema no permite a un animal siquiera la oportunidad de darse la vuelta, uno puede darse cuenta de que algunas necesidades fundamentales están siendo frustradas –necesidades que tienen un componente tanto físico como cognoscitivo- (Rollin, 2003).

En este sentido, la nueva ética es conservadora, no radical, remontándose al uso de los animales que se necesitaban y por lo tanto conllevaba respetar la naturaleza de los mismos. Está basada en el entendimiento de que lo que nosotros hacemos a los animales les importa a ellos, tal como lo que nosotros hacemos a las personas les importa a ellas. Y debido a que el respeto por la naturaleza de los animales ya no se da de manera automática, como se hacía en

los sistemas tradicionales, la sociedad está demandando que éste se codifique en la ley. Y como en todo lo relacionado con los derechos y la ética, se acepta que algunos beneficios que se han obtenido a través de estos sistemas se perderán y que existe un costo al proteger la naturaleza de los animales. En la producción pecuaria, por ejemplo, el costo puede ser un mayor precio de los alimentos. Pero, como la Federación Europea de Veterinarios dijo de manera acertada, ese es un pequeño precio que la sociedad tiene que pagar para asegurar un trato justo a los objetivos de interés moral (Fraser, 2008b). Mientras el público demande productos animales, quiere garantías de que los animales no son miserables y que de hecho son felices. Una encuesta realizada por la Asociación Ganadera Nacional de Estados Unidos reportó que, aunque la mayoría del público consideraba que los productores cuidaban bien de sus animales, un porcentaje aún mayor deseaba ver el trato legislado (Fraser, 2008b). La lección es obvia.

Recomendaciones prácticas derivadas del trabajo

Claramente, el reto más difícil para el sector pecuario es complacer la naturaleza de los animales en los sistemas tecnificados. Es social y económicamente imposible regresar de manera completa a los sistemas totalmente extensivos, sin embargo, algunos animales pueden ser mantenidos bajo condiciones semi-extensivas de manera rentable –los cerdos por ejemplo. Para el resto de la producción pecuaria, el reto es hacer a los sistemas tecnificados “amigables con los animales”, esto es, crear sistemas que satisfagan las naturalezas psicológicas/biológicas de los animales, y que al mismo tiempo sean económicamente viables. En este sentido, se debe tomar en cuenta que no se está comenzando de cero. Canadá, Holanda, Suiza, Gran Bretaña, y especialmente Suecia, han realizado investigaciones sobre tales alternativas durante mucho tiempo (Fraser, 2008b; Spinka, 2006).

El uso de escalas espacio-tiempo más pequeñas para definir las estrategias de desarrollo tecnológico en la producción agropecuaria tiene efectos positivos. Una

escala más pequeña hace más fácil el involucramiento de la población local en los procesos de toma de decisiones e incrementa la responsabilidad de las comunidades locales con el manejo de los recursos. Las sociedades que dependen mucho del comercio, frecuentemente no pueden ver la importancia de los servicios ecológicos de los que dependen de manera directa e indirecta (Giampietro, 1997; Blay-Palmer y Sonnino, 2016).

La identificación y caracterización de diferentes grupos de granjas dentro de un área, permitirá el desarrollo de recomendaciones específicas para mejorar los sistemas. Esto es esencial donde los dueños de los animales tienen recursos financieros limitados y sólo pueden hacer cambios limitados en sus prácticas. El apoyo a pequeños productores debe ayudarles en hacer cambios de acuerdo a sus perfiles de manejo, más que en proveerlos de una larga lista de prácticas de manejo que ellos nunca serán capaces de implementar en su totalidad (Costard et al., 2009).

Con relación al reciclaje de las excretas porcinas, diversos investigadores han hecho referencia a las bondades del empleo de biodigestores plásticos de flujo continuo de muy bajo costo, de inspiración taiwanesa, en granjas pequeñas, las cuales han sido demostradas en países como Colombia y Cuba donde se emplean en forma más amplia que en México –donde prácticamente no se conocen (Pérez, 2006; CIPAV, 1995). La búsqueda de nuevos cultivos, en los cuales se pueda aplicar la excreta sin tratar (fresca), es otro de los temas destacados por algunos académicos (Sutton, 1995; Mackenzie et al., 2016). Diversos investigadores (Mackenzie et al., 2016; Bava et al., 2015; Wang et al., 2015) también mencionan que, tanto los ingredientes como la composición nutricional de las dietas en los sistemas de producción porcina, son consideraciones extremadamente importantes cuando se cuantifican sus impactos ambientales.

Por último, habría que replantearse la necesidad de que los sistemas artesanales dejen de considerar a la producción tecnificada como el „modelo a seguir“.

Recomendaciones de líneas de investigación

La investigación debería estar financiada tanto por el gobierno como por la industria. De esta manera, la industria puede asegurar al público que está consciente de los problemas y que está trabajando para resolverlos. Una falla en proveer tal aseguramiento puede llevar a una rápida erosión de la confianza del público en la industria, creando un vacío que tendrá que ser llenado por la legislación (Fraser, 2008b). El gobierno y la industria no sólo deben financiar la investigación, sino que deben financiar investigaciones que tengan que ver con la preocupación del público y con la ética que ha emergido. La sociedad ya no estará satisfecha con la investigación que no proponga soluciones viables; medidas sin fin de cortisol, por ejemplo, no protegerán a la industria. Específicamente, con relación al bienestar animal, para que la investigación tenga éxito en ganarse la confianza del público, debe asumir que los animales pueden sufrir en diferentes formas; ser principalmente dirigida hacia aliviar ese sufrimiento, no intentar probar que no existe; y ser compatible con la ética social que se ha descrito, no profesar ser independiente de los valores sociales (Fraser, 2008b).

El hecho de que algo genere ganancias y que haya demanda para el producto no es razón suficiente para que se continúe con ese tipo de producción. Un sistema es sustentable si es aceptable ahora y si sus efectos serán aceptables en el futuro, en particular en relación a la disponibilidad de recursos, consecuencias de su funcionamiento, así como con la moralidad de las acciones (Broom, 2012). Ningún sistema es sustentable si una proporción importante del público local o mundial encuentra aspectos ahora, o consecuencias en un futuro, moralmente inaceptables. El bienestar de los animales es un asunto de gran interés público y es un aspecto de nuestras decisiones sobre si los sistemas donde se producen son sustentables. Un sistema que resulta en un pobre bienestar no es sustentable porque es inaceptable para muchas personas (Broom, 2012). En este sentido, el bienestar animal, y las actitudes del público sobre el mismo, deben considerarse cuando se evalúa la sustentabilidad de un sistema de producción animal (Cozzi et

al., 2008; McGlone, 2001; Vanhonacker et al., 2009; Krystallis et al., 2009; Boogaard et al., 2011; James, 2006).

De acuerdo con los resultados reportados en el presente trabajo, el tratamiento de las excretas –su „utilidad neta“– fue una variable importante dentro de la dimensión ambiental, en oposición a la mayoría de productores que no lo efectúan. Bajo esta situación, es clara la necesidad de conocer cómo se afecta la composición de los suelos, en términos reales, con el uso de la excreta de cerdos fresca. De manera similar, medir el balance de energía y de los nutrientes que se incorporan al suelo por vía de la excreta y la formación de suelo nuevo proveniente de la misma, son temas señalados por diversos investigadores (Sutton, 1995; Losada et al., 1996; Ohio State University, 1992; Honeyman, 1996).

Recomendaciones sobre políticas públicas que apoyen la sustentabilidad pecuaria

Se requieren acciones políticas para eliminar barreras, encausar recursos y facilitar la organización de actores sociales, estatales, empresariales o académicos. Los beneficios pueden rebasar incluso los temas estrictamente técnicos de reducción de emisiones o ahorro de energía; una eclosión de actores en las distintas medidas de mitigación representa la oportunidad de generar empleos, autosuficiencia regional, desarrollo tecnológico propio y descentralización (Salazar y Masera, 2010).

La revisión de las políticas públicas actuales se plantea como una necesidad, con la finalidad de saber de qué manera están cumpliendo con promover sistemas de producción sustentables, y si son (o no) un verdadero motor de cambio. Finalmente, se sugiere el rediseñar políticas públicas a manera de incentivos, principalmente a pequeños productores, de tal manera que permita que sea una actividad rentable, y que tengan la oportunidad de explorar nuevos mercados a través de la comercialización de productos alternativos.

6. Referencias

1. Adesina, A. y J. Baidu, (1995) "Farmers" perception and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa" en *Agricultural Economics*. Volumen 13, pp. 1-9.
2. Adesina, A. y M. Zinnah, (1993) "Technology characteristics, farmers" perceptions and adoption decisions: a tobit model application in Sierra Leone" en *Agricultural Economics*. Volumen 9, pp. 297-311.
3. Altieri, M., (2009) "La agricultura moderna: Impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable. On-farm evaluation of the push-bull"technology for the control of stembores and Striga weed on maize in western Kenya" en *Field Crops Research*. Volumen 106, pp. 224-233.
4. Andrews, D., (2012) "Contemporary Animal Agriculture. Rural Community Concerns in the United States" en Pond, W. et al. (eds.), *Animal Welfare in Animal Agriculture. Husbandry, Stewardship, and Sustainability in Animal Production*. EUA, Taylor & Francis Group.
5. Baidu, J., (1999) "Factors influencing adoption of land-enhacing technology in the Sahel: lessons from a case study in Niger" en *Agricultural Economics*. Volumen 20, pp. 231-239.
6. Bakken, M., (1993a) "Reproduction in farmed silver fox vixens, *Vulpes vulpes*, in relation to own competition capacity and that of neighbouring vixens" en *Journal of Animal Breeding and Genetics*. Volumen 110, pp. 305-311.
7. Bakken, M., (1993b) "The relationship between competition capacity and reproduction in farmed silver fox vixens (*Vulpes vulpes*)" en *Journal of Animal Breeding and Genetics*. Volumen 110, pp. 147-155.
8. Balcombe, J., (2006) "Laboratory environments and rodents"behavioural needs: a review" en *Laboratory Animals*. Volumen 40, pp. 217-235.
9. Balcombe, J., (2009) "Animal pleasure and its moral significance" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 118, pp. 208-216.
10. Banco Mundial (2002) *Constructing Knowledge Societies: New Challenges for Tertiary Education*. World Bank: Washington.

11. Bandiera, O. y I. Rasul, (2006) "Social networks and technology adoption" en *Economic Journal*. Volumen 116, pp. 869-902.
12. Barkin, D., (2003) "Innovaciones Mexicanas en el Manejo del Agua: Respuestas locales frente a la globalización centralizadora" [En línea] México, disponible en: <http://lasa.international.pitt.edu/Lasa2003/BarkinDavid.pdf> [Accesado Abril de 2016].
13. Barkin, D. y E. Santiago, (2005) "Local participation and sustainability: lessons from three communities in Oaxaca" en Johnston, J. et al., (eds) *Nature's Revenge: Reclaiming Sustainability in an Age of Ecological Exhaustion*. Canadá, Broadview Press.
14. Basset, C. y G. van der Werf, (2005) "Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France" en *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Volumen 105, pp. 127-144.
15. Bateson, M. y M. Matheson, (2007) "Removal of environmental enrichment induces „pessimism" in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*)" en *Animal Welfare*. Volumen 16, pp. 33-36.
16. Bava, L. et al. (2015) "Environmental impact of the typical heavy pig production in Italy" en *Journal of Cleaner Production*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.029> [Accesado Abril de 2016].
17. Bell, S. y S. Morse, (2008) *Sustainability Indicators. Measuring the Immeasurable?* Segunda edición, Londres, Sterling VA.
18. Beltran, M. y M. Fossati, (2009) *La pluriactividad como estrategia de reproducción en pequeñas explotaciones; los "productores no comerciales" del noreste de Canelones*. Tesis de licenciatura. Uruguay, Facultad de Agronomía.
19. Billen, P. et al. (2015) "Electricity from poultry manure: a cleaner alternative to direct land application" en *Journal of Cleaner Production*. Volumen 96, pp. 467-475.
20. Blay-Palmer, A. y R. Sonnino, (2016) "A food politics of the posible? Growing sustainable food systems through networks of knowledge" en *Agriculture and Human Values*. Volumen 33, pp. 27-43.

21. Bockstaller, C. et al.,(2008)“Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems; a review” en *Agronomy for Sustainable Development*. Volumen 28, pp. 139-149.
22. Boogaard, B. et al. (2011) “Socio-cultural sustainability of pig production: Citizen perceptions in the Netherlands and Denmark” en *Livestock Science*. Volumen 140, pp. 189-200.
23. Boyle, L. y D. Teixeira, (2014) “Caudofagia y bienestar en cerdos” en *Suis*. Volumen 113, pp. 14-18.
24. Bradford, G., (1999) “Contributions of animal agriculture to meeting global human food demand” en *Livestock Production Science*. Volumen 59, pp. 95-112.
25. Brambell, F. (1965) *Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept under Intensive Livestock Husbandry Systems*. Londres, Her Majesty’s Stationery Office.
26. Broom, D., (2012) “Defining agricultural animal welfare. Second viewpoint: from a sustainability and product quality perspective” en Pond, W. et al. (eds.), *Animal Welfare in Animal Agriculture. Husbandry, Stewardship, and Sustainability in Animal Production*. EUA, Taylor & Francis Group.
27. Brosnan, F. y M. de Waal, (2003) “Monkeys reject unequal play” en *Nature*. Volumen 425, pp. 297-299.
28. Budiansky, S., (1998) “If a Lion could Talk: Animal Intelligence and the Evolution of Consciousness”. *The Free Press*, New York.
29. Burgdorf, J. y J. Panksepp, (2001) “Tickling induces reward in adolescent rats” en *Physiology and Behavior*. Volumen 72, pp. 167-173.
30. Burghardt, M., (2007) “Critical anthropomorphism, uncritical anthropocentrism, and naïve nominalism” en *Comparative Cognition & Behaviour Reviews*. Volumen 2, pp. 136-138.
31. Cabell, J. y M. Oelofse, (2012) “An indicator framework for assessing agroecosystem resilience” en *Ecology and Society* [En Línea] Volumen 17, disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss1/art18/>[Accesado Enero de 2015].

32. Campabadal, C. (1995) "Utilización de excretas porcinas en la alimentación del ganado" memorias del *Seminario sobre manejo, tratamiento y reuso de excretas porcinas*. México, Asociación Americana de Soya.
33. Campbell, B. et al., (2001). "Assessing the performance of natural resource systems" en *Conservation Ecology* [En Línea] Volumen 5, disponible en <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art22>[Accesado Septiembre de 2015].
34. Cardoso, D. y E. García, (1982) "Vegetation and climate in the México Basin" en *Proceed. Latin American Regional Conf. IGU*, Brasil, Geographical Topics of Mexico City, pp. 19-25.
35. Chará, J., (1998) "El potencial de las excretas porcinas para uso múltiple y los sistemas de descontaminación productiva", memorias del *Seminario internacional sobre contaminación y reciclaje en la producción porcina. Aspectos legales, técnicos y económicos*. Colombia, CIPAV-ACP.
36. Chávez, L., (2013) *Sustentabilidad de la lechería familiar en el municipio de Maravatío, en el estado de Michoacán (estudio de caso)*. Tesis de maestría. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
37. CIPAV, Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria. (1995). "Biodigestores plásticos de flujo continuo, generador de gas y bioabono a partir de aguas servidas" [En línea] Colombia, disponible en: <http://www.cipav.org.co/publicaciones/publicaciones.html#> [Accesado Enero de 2016].
38. Comisión Europea (2004) "El sector cárnico de la Unión Europea" [En línea] Europa, disponible en: http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/meat/2004_es.pdf [Accesado Abril de 2016].
39. CONASAMI, Salarios mínimos. (2014). "Salarios mínimos" [En línea] México, disponible en: http://www.conasami.gob.mx/salarios_minimos.html [Accesado Septiembre de 2015].
40. Conevyt, Consejo Nacional de Educación para la Vida y el Trabajo. (2010). "Regiones de México" [En línea] México, disponible en: http://coveyt.org.mx/colaboracion/colabora/objetivos/libros_pdf/sso1_u3lecc2.pdf [Accesado Septiembre de 2015].

41. Contzen, S. y J. Forney (2016) "Family farming and gendered división of labour on the move: a typology of farming-family configurations" en *Agriculture and Human Values* [En línea] disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10460-016-968> [Accesado Abril de 2016].
42. Costard, S. et al., (2009) "Multivariate analysis of management and biosecurity practices in samallholder pig farms in Madagascar" en *Preventive Veterinary Medicine*. Volumen 92, pp. 199-209.
43. Cozzi, G.; Brsak, M. y F. Gottardo, (2008) "Animal welfare as a pilar of sustainable farm animal production" en *Acta Agric. Slovenica*. Volumen 91, pp. 23-31.
44. Croney, C. y C. Newberry (2007) "Group size and cognitive processes" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 103, pp. 215-228.
45. Da Costa, P., (2004) "Face pictures reduce behavioural, autonomic, endocrine and neural índices of stress and fear in sheep" en *Proceedings of the Royal Society Biology B*. Volumen 271, pp. 2077-2084.
46. Dantsis, T. et al., (2010) "A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems" en *Ecological Indicators*. Volumen 10, pp. 256-263.
47. De Groot, J. et al. (2001) "Long-term effects of social stress on antiviral immunity in pigs" en *Physiology & Behavior*. Volumen 73, pp. 145-158.
48. Díaz, V., (2007) "Tipos de encuestas considerando la dimensión temporal" en *Papers* [En línea] Volumen 86, disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/papers/article/viewFile/81389/105877> [Accesado Enero de 2015].
49. DOF, Diario oficial de la federación. (2013). "Estrategia Nacional de Cambio Climático" [En línea] México, disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301093&fecha=03/06/2013 [Accesado Enero de 2015].
50. DOF, Diario oficial de la federación. (2014). "Programa Especial de Cambio Climático" [En línea] México, disponible en:

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO3301.pdf> [Accesado Enero de 2016].

51. Douglas, C. et al. (2012) "Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 139, pp. 65-73.

52. Dourmad, J. et al. (2008) "Emission of greenhouse gas, developing management and animal farming systems to assist mitigation" en *Livestock and global climate change* [En línea] Cambridge, disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Morten_Tvedt/publication/40800262_Riding_out_the_storm_animal_genetic_resources_policy_options_under_climate_change/links/00b49534fb6cda9fe4000000.pdf#page=48 [Accesado Abril de 2016].

53. Drucker, A. (coord.) (1997) *Normatividad ambiental, producción porcícola e incentivos económicos. Un análisis de los factores económicos, ambientales, sociales y legislativos asociados al manejo de los desechos porcícolas en el estado de Yucatán*. México, FMVZ-UADY.

54. Drucker, A. et al. (2001) "The Economic Valuation of Farm Animal Genetic Resources: a Survey of Available Methods" en *Journal of Ecological Economics*. Volumen 36, pp. 1-18.

55. Drucker, A. et al. (2006) "Identification and quantification of subsidies relevant to the production of local and imported pig breeds in Viet Nam" en *Tropical Animal Health and Producción*. Volumen 38, pp. 305-322.

56. Duncan, I., (2006) "The changing concept of animal sentience" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 100, pp. 11-19.

57. EFSA (European Food Safety Authority). (2007). "The risks associated with tail biting in pigs and posible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems" en *The EFSA Journal*. Volumen 611, pp. 1-13.

58. Eriksen, J. y K. Kristensen, (2001) "Nutrient excretion by outdoor pigs: a case study of distribution, utilization and potential for environmental impact" en *Soil Use and Management*. Volumen 17, pp. 21-29.

59. Estevez, I. et al. (2007) "Group size, density and social dynamics in farm animals" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 103, pp. 185-204.
60. FAO, Departamento económico y social. (1998). "El enfoque de género" [En línea] Roma, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/x2919s/x2919s04.htm#bm4> [Accesado Septiembre de 2015].
61. FAO, Oficina Regional para Asia y el Pacífico. (2002a). "Smallholder Farmers in India: Food Security and Agricultural Policy" [En línea] Roma, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/ac484e/ac484e00.htm#Contents> [Accesado Enero de 2016].
62. FAO (2002b). "World Agriculture: Towards 2015/2030" [En Línea] Roma, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y3557e.pdf> [Accesado Enero de 2016].
63. FAO (2006a). "Underneath the livestock revolution" [En línea] Roma, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s06.pdf> [Accesado Abril de 2016].
64. FAO (2006b). "Pig Systems, Livelihoods and Poverty: Current Status, Emerging Issues, and Ways Forward" [En línea] Roma, disponible en: http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/rep-0610_pigsystems_livelihoods.pdf [Accesado Abril de 2016].
65. FAO, Comité de agricultura. (2007a). "Cómo enfrentarse a la interacción entre la ganadería y el medio ambiente" [En línea] Roma, disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/011/j9421s.pdf> [Accesado Enero de 2014].
66. FAO, Departamento de agricultura y protección al consumidor. (2007b). "People and Animals. Traditional Livestock Keepers: guardians of domestic animal diversity" [En línea] Roma, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/a1057e/a1057e00.htm> [Accesado Abril de 2016].
67. FAO, Departamento de manejo de recursos naturales y medio ambiente. (2013). "SAFA Indicators" [En línea] Roma, disponible en: <http://www.fao.org/nr/sustainability/evaluaciones-de-la-sostenibilidad-safa/es/> [Accesado Enero de 2015].
68. Finan, A., (2011) "For the love of goats: the advantages of alterity" en *Agriculture and Human Values*. Volumen 28, pp. 81-96.

69. Foladori, G. y H. Tommasino, (2000) "El concepto de desarrollo sustentable 30 años después" en *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Volumen 1, pp. 41-56.
70. Foladori, G., (2005) "Por una sustentabilidad alternativa" en Foladori, G. (ed.), *Por una sustentabilidad alternativa*. Montevideo, REL-UITA.
71. Fraser, D., (2006) "El bienestar animal y la intensificación de la producción animal. Una interpretación alternativa" [En línea] Roma, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0158s.pdf>
72. Fraser, D., (2008a) "Toward a global perspective on farm animal welfare" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 113, pp. 330-339.
73. Fraser, D., (2008b) "The welfare of pigs: a social, ethical and scientific issue" en Faucitano, L. y A. Schaefer (eds) *The Welfare of Pigs*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers and Editions Quae.
74. Fraser, D., (2009) "Animal behaviour, animal welfare and the scientific study of affect" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 118, pp. 108-117.
75. Fu, L. et al. (2016) "Stocking density affects welfare indicators of growing pigs of different group sizes after regrouping" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 174, pp. 42-50.
76. Galicia, P., (2015) *Evaluación de la sustentabilidad en el manejo de un agroecosistema de Jamaica orgánica (Hibiscus sabdariffa) en la organización no gubernamental Xuajin Me'phaa en el estado de Guerrero*. Tesis de maestría. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
77. Galindo, F. y X. Manteca, (2004) "Evaluación científica del bienestar animal" en Galindo, F. y A. Orihuela (eds.), *Etología aplicada*. México, UNAM.
78. Galindo, F. et al., (2011) "Social Conditions" en Appleby, M. et al., *Animal Welfare*. EU, CAB International.
79. Galván, Y. et al., (2008) "Las evaluaciones de sustentabilidad" en Astier, M. et al. (comps.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. España, Mundiprensa.
80. Gaspar, P. et al., (2009) "Evaluación de la sostenibilidad en explotaciones de dehesa en función de su tamaño y orientación ganadera" en *ITEA*. Volumen 105, pp. 117-141.

81. Giampietro, M., (1995) "Food for the future – Conditions and Contradictions of Sustainability" en *Book reviews / Agriculture, Ecosystems and Environment*. Volumen 52, pp. 266-269.
82. Giampietro, M., (1997) "Socioeconomic constraints to farming with biodiversity" en *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Volumen 62, pp. 145-167.
83. Giampietro, M., (2010) "Integrated assessment of agricultural sustainability: the pros and cons of reductionism" en *Reports on Environmental Sciences. Instituto de ciencia y tecnología ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona* [En Línea] disponible en: <http://ddd.uab.cat/record/64793> [Accesado Enero de 2016].
84. Gómez, A. et al. (1996) "Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level" en *Soil Science Society of America*. Volumen 49, pp. 401-409.
85. Gomiero, T., (2006) "Facing complexity on agro-ecosystems: a new approach to farming systems analysis" en *Int. J. Agricultural Resources, Governance and Ecology*. Volumen 5, pp. 116-144.
86. González, C., (2005) "Sistemas alternativos de producción de cerdos en Venezuela" en *Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela* [En línea], disponible en: http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/sistemas_integrados/conferencia-4.pdf [Accesado Enero de 2014].
87. González, C., (2007) "Potencialidad de la producción de cerdos en pequeña escala en Venezuela". Memorias de IX Encuentro de nutrición y producción en animales monogástricos [En Línea] noviembre de 2007, Argentina, Facultad de Agronomía, disponible en: <http://www.gidesporc.com.ar/Memorias%20del%20Encuentro.pdf> [Accesado Enero de 2014].
88. Gutiérrez-Vázquez, E. y T. Preston, (1995) "¿El reciclaje del estiércol fresco de cerdo en la alimentación de rumiantes conduce a la producción sostenible?" en *Livestock Research for Rural Development* [En Línea] Volumen 6, Colombia, disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd6/3/6.htm> [Accesado Enero de 2016].
89. Hansen, J., (1996) "Is sustainability a useful concept?" en *Agricultural System*. Volumen 50, pp. 117-143.

90. Harrison, R., (1964) *Animal Machines*. Londres, Vincent Stuart Ltd.
91. Hinrichs, C., (2003) "The effects of the industrialization of US livestock agriculture on promoting sustainable production practices" en *Agriculture and Human Values*. Volumen 20, pp. 125-141.
92. Hodges, J., (1999) "Animals and values in society" en *Livestock Research for Rural Development* [En Línea] Volumen 11, Colombia, disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd11/3/hod113.htm> [Accesado Enero de 2016].
93. Honeyman, M., (1996) "Sustainability issues of U.S. swine production" en *Journal of Animal Science*. Volumen 74, pp. 1410-1417.
94. James, R., (2006) "Farm animal welfare at work" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 100, pp. 140-147.
95. Kidd, C., (1992) "The evolution of sustainability" en *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. Volumen 5, pp. 1-26.
96. Kirschenmann, F., (2012) "Animal welfare in the context of ecological sustainability" en Pond, W. et al. (eds.), *Animal Welfare in Animal Agriculture. Husbandry, Stewardship, and Sustainability in Animal Production*. EUA, Taylor & Francis Group.
97. Kristensen, H. et al. (2001) "The use of olfactory and other cues for social recognition by juvenile pigs" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 72, pp. 321-333.
98. Krystallis, A. et al. (2009) "Attitudes of European citizens towards pig production systems" en *Livestock Science*. Volumen 126, pp. 46-56.
99. Langford, J. et al. (2006) "Social modulation of pain as evidence for empathy in mice" en *Science*. Volumen 312, pp. 1967-1970.
100. Lardy, G. y J.S. Caton, (2012) "Crop residues and other feed resources. Inedible for humans but valuable for animals" en Pond, W. et al. (eds.), *Animal Welfare in Animal Agriculture. Husbandry, Stewardship, and Sustainability in Animal Production*. EUA, Taylor & Francis Group.
101. Leterme, P. et al. (eds.), (2007) *Fodder Banks for Sustainable Pig Production Systems*. Colombia, CIPAV foundation.

102. López-Ridaura, S. et al. (2009) "Environmental evaluation of transfer and treatment of excess pig slurry by life cycle assessment" en *Journal of Environmental Management*. Volumen 90, pp. 1296-1304.
103. Losada, N., (2012) *Costos de producción y evaluación del impacto de diversos insumos sobre la rentabilidad de unidades productoras porcícolas artesanales en la zona metropolitana de la Ciudad de México*. Tesis de licenciatura. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
104. Losada, N. et al., (2014) "Costo de producción e impacto de diversos insumos sobre la rentabilidad en granjas porcinas a pequeña escala en la zona metropolitana de la Ciudad de México" en *Livestock Research for Rural Development* [En Línea] Volumen 26, Colombia, disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd26/11/losa26205.html> [Accesado Enero de 2015].
105. Losada, H. et al., (1996) "A sub-urbana agro-ecosistema of nopal-vegetable production base don the intensiva use of Darycatremamure in the southeast hills of Mexico City" en *Livestock Research for Rural Development* [En Línea] Volumen 8, Colombia, disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd8/4/tito842.htm> [Accesado Enero de 2016].
106. Losada, H. et al., (2009) "Evaluación de la sustentabilidad de sistemas de engorda de ganado de carne de pequeña escala que contribuyen al abasto de la Ciudad de México" en *Livestock Research for Rural Development* [En Línea] Volumen 21, Colombia, disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd21/12/losa21209.htm>[Accesado Enero de 2015].
107. Mackenzie, S. et al. (2016) "Can the environmental impact of pig systems be reduced by utilising co-products as feed?" en *Journal of Cleaner Production*. Volumen 115, pp. 172-181.
108. Macphail, E., (1998). *The Evolution of Consciousness*. Oxford, Oxford University Press.
109. María, G., (2006) "Public perception of farm animal welfare in Spain" en *Livestock Science*. Volumen 103, pp. 250-256.
110. Mariscal, L., (2010) *Tecnologías disponibles para reducir el potencial contaminante de las excretas de granjas*. México, CENID Fisiología, INIFAP.

111. Martínez, M., (2008) *Diseño de un sistema de producción porcina en la región bajo de Michoacán a través de un modelo de optimización*. Tesis de maestría. México, Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo.
112. Martínez, P., (2006) “El método de estudio de caso; estrategia metodológica de la investigación científica” en *Pensamiento y gestión* [En Línea] Volumen 20, Universidad del Norte Colombia, disponible en: http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento_gestion/20/5_El_metodo_de_estudio_de_caso.pdf[Accesado Septiembre de 2015].
113. Martínez, W., (1999) *Vertical Coordination in the Pork and Broiler Industries: Implications for Pork and Chicken Products*. Agricultural Economics Report No. 777. Washington, CD: US Department of Agriculture/Economic Research Service.
114. Marzall, K., (1999) *Indicadores de sustentabilidad para agroecosistemas*. Tesis de maestría. Brasil, Universidad Federal de Río Grande del Sur.
115. Maser, O.; Astier, M. y S. López-Ridauro, (2000) *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales; el marco de evaluación MESMIS*. México, Mundiprensa.
116. Maser, O. et al. (2008) “El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS” en Astier, M. et al. (comps.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. España, Mundiprensa.
117. Matheson, M. et al. (2007) “Larger, enriched cages are associated with „optimistic” response biases in captive European starlings (*Stumus vulgaris*) en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 109, pp. 374-383.
118. Mbag, Z. y H. Folmer, (2000) “Household adoption behaviour of improved soil conservation: the case of the North Pare and West Usambara Mountains of Tanzania” en *Land Use Policy*. Volumen 17, pp. 321-336.
119. McGlone, J., (2001) “Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems” en *Livestock Production Science*. Volumen 72, pp. 75-81.
120. McGlone, J. y S. Curtis, (1985) “Behaviour and performance of weaning pigs in pens equipped with hide áreas” en *Journal of Animal Science*. Volumen 60, pp. 20-24.

121. McLeman, A. et al. (2005) "Discrimination of conspecifics by juvenile domestic pigs, *Sus scrofa*" en *Animal Behaviour*. Volumen 70, pp. 451-461.
122. McLeman, A. et al. (2008) "Social discrimination of familiar conspecifics by juvenile pigs, *Sus scrofa*: development of a non-invasive method to study the transmission of unimodal and bimodal cues between live stimuli" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 115, pp. 123-137.
123. Mench, A., (1998) "Thirty years after Brambell: whither animal welfare science?" en *Journal of Applied Animal Welfare Science*. Volumen 1, pp. 91-102.
124. Mendl, M. et al. (1992) "Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs" en *Animal Behaviour*. Volumen 44, pp. 1107-1121.
125. Mendl, M. y C. Newberry, (1997) "Social conditions" en Appleby, C. et al. (eds), *Animal Welfare*. UK, CAB International.
126. Merlot, E. et al. (2004) "Behavioural, endocrine and immune consequences of mixing in weaned piglets" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 85, pp. 247-257.
127. Millar, J. y A. Curtis, (1999) "Challenging the boundaries of local and scientific knowledge in Australia: Opportunities for social learning in managing temperate upland pastures" en *Agriculture and Human Values*. Volumen 16, pp. 389-399.
128. Miner, R., (1999) "Alternatives to minimize the environmental impact of large swine production units" en *Journal of Animal Science*. Volumen 77, pp. 440-444.
129. Minteer, B., (2007) "On sustainability, dogmas, and (new) historical roots for environmental ethics" en Zollitsch et al., *Sustainable food production and ethics*. Austria, Wageningen Academic Publishers.
130. Miranda-de la Lama, G., (2013) "Attitudes of meat retailers to animal welfare in Spain" en *Meat Science*. Volumen 95, pp. 569-575.
131. Moinard, C. et al. (2003) "A case control study of on-farm risk factors for tail biting in pigs" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 81, pp. 333-355.
132. Müller, S., (1996) *¿Cómo medir la sostenibilidad?; una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales*. Costa Rica, IICA.

133. Nakanishi, Y. et al. (1993) "Relationship between social grooming and agonistic behaviour in a stable fattening cattle herd" en *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. Volumen 37, pp. 325-329.
134. Nazarea, V. et al. (1998) "Defining indicators wich make sense to local people; intra-cultural variation in perceptions of natural resources" en *Human Organization*. Volumen 57, pp. 159-170.
135. Neupane, P. et al. (2002) "Adoption of agroforestry in the hills of Nepal: a logistic regression analysis" en *Agricultural Systems*. Volumen 72, pp. 177-196.
136. OCDE, Food Agriculture and Fisheries Papers. (2013). "Smallholder Risk Management in Developing Countries" [En línea] Francia, disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/smallholder-risk-management-in-developing-countries_5k452k28wjl-en.jsessionid=5dbjc4blj6n8u.x-oecd-live-02 [Accesado Enero de 2016].
137. Ohio State University (1992) *Manure and Wastewater Management Guide*. EU, Ohio State University.
138. Olea, R.; Márquez, A. y F. Galindo, (2012) "Estudio piloto para proponer indicadores de desarrollo sustentable basado en el Pensamiento del Ciclo de Vida de la ganadería tropical" [En línea] México, disponible en: <http://www.proyectogana.org/informe.html> [Accesado Enero de 2014].
139. Oyhantcabal, G., (2010) *Evaluación de la sustentabilidad de la producción familiar de cerdos a campo: un estudio de seis casos en la zona sur del Uruguay*. Tesis de licenciatura. Uruguay, Universidad de la República.
140. Padhy, C. y B. Kumar, (2015) "Effect of Agricultural Education on Farmers Efficiency: A Review" en *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences*. Volumen 3, pp. 247-258.
141. Pelletier, N. et al. (2010) "Life cycle assessment of high- and low- profitability commodity and deep-bedded niche swine production systems in the Upper Midwestern United States" en *Agricultural Systems*. Volumen 103, pp. 599-608.
142. Pérez, R., (1999) "Porcicultura intensiva y medio ambiente en México" en *Revista mundial de zootecnia* [En línea] Volumen 92, FAO, disponible en: http://www.fao.org/docrep/x1700t/x1700t03.htm#PO_0 [Accesado Abril de 2016].

143. Pérez, R., (2002) “El costo ambiental en las granjas porcinas de La Piedad, Michoacán” en *Estudios Agrarios*. Volumen 21, pp. 99-145.
144. Pérez, R., (2006) *Granjas porcinas y medio ambiente. Contaminación del agua en La Piedad, Michoacán*. México, Plaza y Valdes Editores.
145. Petrus, N. et al., (2011) “The constraints and potentials of pig production among comunal farmers in Etayi Constituency of Namibia” en *Livestock Research for Rural Development* [En línea] Volumen 23, disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd23/7/petr23159.htm> [Accesado Abril de 2016].
146. PORCIMEX, Noticias. (2013). “Ofrecen porcicultores cambiar paradigmas: producir alimentos en vez e importarlos; crear empleos y riqueza y no pobreza” [En línea] México, disponible en: <http://www.porcimex.org/noticias/Comunicado%20Porcicultores%20%2007%20de%20febrero%20de%202013.pdf> [Accesado Enero de 2015].
147. Quintern, M. y A. Sundrum, (2006) “Ecological risks of outdoor pig fattening in organic farming and strategies for their reduction; results of a field experiment in the centre of Germany” en *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Volumen 117, pp. 238-250.
148. Rahman, S., (2003) “Environmental impacts of modern agricultural technology diffusion in Bangladesh: An analysis of farmers’ perception and their determinants” en *Journal of Environmental Management*. Volumen 68, pp. 183-191.
149. Rees, E., (1999) “Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out” en *Environment and urbanisation*. Volumen 4, pp. 121-130.
150. Regan, T., (1983). *The Case for Animal Rights*. Berkeley, University of California Press.
151. Rhodes, V., (1993) “Industrialization of agriculture: discussion” en *American Journal of Agricultural Economics*. Volumen 75, pp. 1137-1139.
152. Ripoll-Bosch, R. et al. (2012) “An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification” en *Agricultural Systems*. Volumen 105, pp. 46-56.

153. Riveros, H. y W. Heinrichs, (2014) *Valor agregado en los productos de origen agropecuario: aspectos conceptuales y operativos*. [En línea]. Costa Rica, disponible en: <http://www.iica.int/Esp/Programas/agronegocios/Publicaciones%20de%20Comercio%20Agronegocios%20e%20Inocuidad/B3327e.pdf> [Accesado Enero de 2015].
154. Robinson, A., (1993) "Searching for Common Approaches Between Agriculture and Environmental Concerns", *Meeting the Environmental Challenge*, Environmental Symposium, Minneapolis, Min.
155. Rodenburg, T. y P. Koene, (2007) "The impact of group size on damaging behaviours, aggression, fear and stress in farm animals" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 103, pp. 205-214.
156. Rodhe, L. et al. (2006) "Nitrous oxide, methane and ammonia emissions following slurry spreading on grassland" en *Soil Use Management*. Volumen 22, pp. 229-237.
157. Rollin, B., (2003) *Farm Animal Welfare: Social, Bioethical, and Research Issues*. EUA, Wiley-Blackwell.
158. Rollin, B. y P. Thompson, (2012) "Perspectives on Emergence of Contemporary Animal Agriculture in the Mid-twentieth Century. The Decline of Husbandry and the Rise of the Industrial Model" en Pond, W. et al. (eds.), *Animal Welfare in Animal Agriculture. Husbandry, Stewardship, and Sustainability in Animal Production*. EUA, Taylor & Francis Group.
159. SAGARPA, Manuales de buenas prácticas. (2004). "Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas" [En Línea] México, disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/6/manual_porcino.pdf [Accesado Enero de 2015].
160. Sagastume, A. et al. (2016) "Environmental assessment of pig production in Cienfuegos, Cuba: alternatives for manure management" en *Journal of Cleaner Production*. Volumen 112, pp. 2518-2528.
161. Salazar, A. y O. Masera, (2010) *México ante el cambio climático. Resolviendo necesidades locales con impactos globales*. [En línea]. México, disponible en:

<http://www.oikos.unam.mx/Bioenergia/images/PDF/CC/CC-General/DossierUCCS-CC10A.pdf> [Accesado Enero de 2015].

162. SEMARNAT, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. (1996). “Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales” [En Línea] México, disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf> [Accesado Enero de 2016].

163. Simonsen, H., (1990) “Behaviour and distribution of fattening pigs in the multi-activity pen” en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 27, pp. 311-324.

164. Smith, C., (2001) “*Increasing value in the supply chain*”. 81st Annual Conference of the Canadian Meat Council. Vancouver, British Columbia.

165. Soriano, R., (1999) *The Chinampa System as a Model of Sustainable Agriculture*. Tesis de doctorado. University of London, Wye College.

166. Spedding, W., (1979) *An introduction to agricultural systems*. London, Applied Science Publishers.

167. Spilsbury, M., (2012) “Auditorías de bienestar animal en granjas porcinas de producción intensiva”. Memorias de VII Cátedra Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia “Aline Schunemann” I Sesión [En Línea] 2012, México, Consorcio de Universidades Mexicanas, disponible en: <http://www.uv.mx/veracruz/fmvz/files/2013/04/Memoria-CUMex-1-Sesion.pdf>[Accesado Enero de 2014].

168. Spinka, M., (2006) “How important is natural behaviour in animal farming systems?” en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 100, pp. 117-128.

169. Stern, S. et al. (2005) “Sustainable Development of Food Production: A Case Study on Scenarios for Pig Production” en *Ambio*. Volumen 34, pp. 402-407.

170. Stolba, A. y D. Wood-Gush, (1984) “The Identification of behavioural key features and their incorporation into a housing design for pigs” en *Ann Rech Vet*. Volumen 15, pp. 287-299.

171. Stookey, J. y H. Gonyou, (1994) "The effects of regrouping on behavioural and production parameters in finishing swine" en *Journal of Animal Science*. Volumen 72, pp. 2804-2811.
172. Suarez, B. y D. Barkin, (1990) *Porcicultura. Producción de traspatio, otra alternativa*. México, Centro de Ecodesarrollo.
173. Sutton, L., (1995) "Using Swine Manure as a Fertilizer" en *Memorias del seminario sobre manejo, tratamiento y reuso de excretas porcinas*. México, Asociación de Médicos Especialistas en Ciencias Porcícolas del Sur de Sonora.
174. Telkänranta, H. et al. (2014) "Chewable materials before weaning reduce tail biting in growing pigs" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 157, pp. 14-22.
175. Temple, D. et al. (2009) "Evaluación de bienestar animal mediante el protocolo Welfare Quality® en el cerdo ibérico en extensivo: resultados preliminares" en *SCI*. Volumen 22, pp. 55-64.
176. Thu, M. y E. Durrenberger, (1998) *Pigs, Profits and Rural Communities*. Albania: State University of New York Press.
177. Tilman, D. (1998) "The greening of the Green revolution" en *Nature*. Volumen 396, pp. 211-212.
178. Tommasino, H. et al. (2007) "La sustentabilidad en la producción familiar y sus indicadores". Memorias de IX Encuentro de nutrición y producción en animales monogástricos [En Línea] noviembre 2007, Argentina, Facultad de Agronomía, disponible en: <http://www.gidesporc.com.ar/Memorias%20del%20Encuentro.pdf> [Accesado Enero de 2014].
179. Tommasino, H. et al. (2012). "Indicadores de sustentabilidad para la producción lechera familiar en Uruguay: análisis de tres casos" en *Agrociencia Uruguay* [En línea] Volumen 6, Enero-Junio 2012, disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S151008392012000100020&script=sci_arcttext [Accesado Enero de 2014].
180. Torrey, S. et al. (2016) "Behavioural indicators of health" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 175, pp. 1.

181. Trauger, A., (2004) "Because they can do the work: women farmers in sustainable agriculture in Pennsylvania, USA" en *Gender, Place & Culture*. Volumen 11, pp. 289-307.
182. Tuchscherer, M. et al. (1998) "Effects of social status after mixing on immune, metabolic and endocrine responses in pigs" en *Physiology & Behavior*. Volumen 64, pp. 353-360.
183. Turner, S. et al. (2000) "The effect of space allowance on performance, aggression and immune competence of growing pigs housed on Straw deep-litter at different group sizes" en *Livestock Production Science*. Volumen 66, pp. 47-55.
184. Tweeten, G. y C. Flora, (2001) *Vertical Coordination of Agriculture in Farming-Dependent Regions*. Reporte 137. Iowa: Council for Agricultural Science and Technology.
185. Udo, H. (2000) "Biodiversity and Animal Genetic Resources" International Course on Livestock and Environment Interactions, International agricultural Centre, Wageningen University.
186. UNESCO (2002) Education for All. Global Monitoring Report: Is the World on Track? UNESCO: Paris.
187. Vanhonacker, F. et al. (2008) "Do citizens and farmers interpret the concept of farm animal welfare differently?" en *Livestock Science*. Volumen 116, pp. 126-136.
188. Vanhonacker, F. et al. (2009) "Societal concern related to stocking density, pen size and group size in farm animal production" en *Livestock Science*. Volumen 123, pp. 16-22.
189. Vázquez, M. et al. (2015) "Integrating liquid fraction of pig manure in the composting process for nutrient recovery and water re-use" en *Journal of Cleaner Production*. Volumen 104, pp. 80-89.
190. Viguria, M. et al. (2015) "Ammonia and greenhouse gases emission from impermeable covered storage and land application of cattle slurry to bare soil" en *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volumen 199, pp. 261-271.
191. Vilain, L. et al. (2008) *Le méthode IDEA, indicateurs de durabilité des exploitations agricoles; guide d'utilisation*. Dijon, Educagri.

192. Wang, X. et al. (2015) "Sustainability evaluation of the large-scale pig farming system in North China: an emergy analysis base on life cycle assessment" en *Journal of Cleaner Production*. Volumen 102, pp. 144-164.
193. Watanabe, S., (2007) "How animal psychology contributes to animal welfare" en *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 106, pp. 193-202.
194. Watson, C. et al. (2003) "Appropriateness of nutrient budgets for environmental risk assessment; a case study of outdoor pig production" en *European Journal of Agronomy*. Volumen 20, pp. 117-126.
195. Weary, D. et al. (2009) "Using behaviour to predict and identify ill health in animals" en *Journal of Animal Science*. Volumen 87, pp. 770-777.
196. Welfare Quality. (2012). "Welfare Quality® Science and society improving animal welfare" [En línea], disponible en: <http://www.welfarequality.net/everyone> [Accesado Enero de 2014].
197. WFAN. (2016). "Women, food and agriculture network" [En línea], disponible en: <http://www.wfan.org/> [Accesado Abril de 2016].
198. Wynne, C., (2004). *Do Animals Think?*. NJ, Princeton University Press.
199. Wood-Gush D. y K. Vestergaard, (1989) "Exploratory behaviour and the welfare of intensively kept animals" en *Journal of Agricultural Etichs*. Volumen 2, pp. 161-169.
200. World Commission on Environment and Development. United Nations. (1987). *Our common future*. Oxford, Oxford University Press.
201. Yunlong, C. y B. Smith., (1994) "Sustainability in agriculture: a general review" en *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Volumen 49, pp. 299-307.
202. Zanu, K. et al. (2012) "Factors influencing technology adoption among pig farmers in Ashanti región of Ghana" en *Journal of Agricultural Technology*. Volumen 8, pp. 81-92.

7. Anexos

7.1 Anexo 1. Matriz de resultados. Calificación por dimensión de cada granja evaluada.

Anexo 1

Matriz de resultados. Calificación por dimensión de cada granja evaluada.

Número y localización de granja	Dimensión social	Dimensión económica	Dimensión ambiental	Bienestar animal
1 DF	48	48	35	63
2 Hidalgo	72	53	20	63
3 Tlaxcala	55	71	40	69
4 Tlaxcala	70	64	35	63
5 Hidalgo	73	78	40	63
6 Tlaxcala	76	63	40	56
7 Tlaxcala	84	64	40	69
8 Tlaxcala	61	56	35	69
9 Tlaxcala	55	49	35	63
10 Hidalgo	69	53	35	56
11 Morelos	63	49	35	44
12 Morelos	57	52	40	56
13 Morelos	73	56	25	63