



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

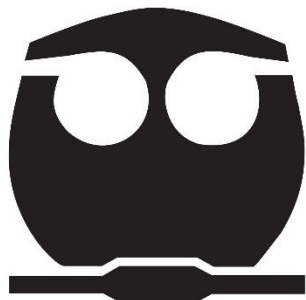
**PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS ORGÁNICOS DE  
ORIGEN ANIMAL EN MÉXICO**

**TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA:  
RAMÍREZ ARRIOLA RUBÍ VERÓNICA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.  
2022**





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.

## **JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:**                    **Profesor: GÓMEZ RÍOS MARÍA DE LOURDES**

**VOCAL:**                           **Profesor: PAZ LEMUS ESMERALDA**

**SECRETARIO:**               **Profesor: RAMÍREZ OREJEL JUAN CARLOS**

**1er. SUPLENTE:**               **Profesor: DÍAZ ÁLVAREZ JUAN MANUEL**

**2° SUPLENTE:**               **Profesor: ABRAJAN VILLASEÑOR LUIS ORLANDO**

## **SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, FACULTAD DE QUÍMICA.**

---

**RAMÍREZ OREJEL JUAN CARLOS**

---

**RAMÍREZ ARRIOLA RUBÍ VERÓNICA**

**ASESOR DEL TEMA**

**SUSTENTANTE**

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN MÉXICO .....</b>	<b>12</b>
1.1 Alimentos orgánicos .....	12
1.1.1 Historia.....	12
1.1.2 Definición .....	12
1.2 Contexto Nacional.....	13
1.3 Impacto en la economía .....	15
1.3.1 Comercialización y mercadotecnia.....	15
1.3.2 Factores de consumo, disponibilidad y precios.....	17
1.4 Impacto en el ambiente .....	21
1.5 El consumo de alimentos orgánicos y su impacto en la salud humana.....	26
1.6 Evaluación sensorial .....	27
1.7 Legislación .....	27
1.7.1 Historia de la regulación orgánica en México.....	27
1.7.2 Secretaría y Organismos de certificación.....	29
1.7.3 Operador orgánico y Plan Orgánico.....	31
1.7.4 Inspección.....	33
1.7.5 Sustancias Permitidas para la Operación Orgánica Agropecuaria.....	36
1.7.6 Certificaciones.....	37
1.7.7 Envasado y etiquetado.....	40
1.7.8 Exportación .....	44
1.7.9 Importación .....	45
<b>CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN DE CARNE ORGÁNICA EN MÉXICO .....</b>	<b>47</b>
2.1 Origen y reproducción de los animales .....	47
2.2 Conversión de áreas y animales a la producción orgánica .....	49

2.3 Alimentación de animales.....	50
2.4 Prevención y tratamiento de enfermedades .....	54
2.5 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de animales orgánicos .....	56
2.5.1 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de pollo .....	59
2.5.2 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción porcino .....	60
2.5.3 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de vacuno .....	62
2.6 Transporte y matanza los de animales.....	63
2.7 Almacenamiento y transporte de los productos orgánicos .....	64
2.8 Calidad de la carne .....	65
2.8.1 Calidad nutricional.....	65
2.8.2 Calidad sensorial de carne y productos cárnicos .....	70
<b>CAPÍTULO 3. PRODUCCIÓN DE LECHE ORGÁNICA EN MÉXICO .....</b>	<b>70</b>
3.1 Alimentación de vacuno y ovino .....	70
3.2 Prevención y tratamiento de enfermedades de vacuno y ovino .....	72
3.3 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de leche .....	73
3.3.1 Genotipo.....	74
3.3.2 Obtención de leche y rendimiento .....	75
3.4 Calidad de la leche .....	76
3.4.1 Calidad sanitaria .....	76
3.4.2 Calidad nutricional.....	82
<b>CAPÍTULO 4. PRODUCCIÓN DE HUEVO ORGÁNICO EN MÉXICO .....</b>	<b>90</b>
4.1 Selección de razas de aves ponedoras.....	90
4.2 Alimentación de aves .....	91
4.3 Prevención y tratamiento de enfermedades .....	91

4.4 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de huevo .....	92
Tabla 2.10. Superficies mínimas cubiertas y al aire libre y otras características de alojamiento de las gallinas ponedoras de corral. ....	92
4.5 Recolecta de huevo.....	94
4.6 Calidad del huevo.....	95
4.6.1 Calidad sanitaria .....	95
4.6.2 Calidad nutricional.....	95
4.6.3 Calidad sensorial.....	97
<b>Discusión .....</b>	<b>98</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>105</b>
<b>Perspectivas .....</b>	<b>107</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>108</b>

## Resumen

Las preocupaciones actuales sobre los productos químicos utilizados en la producción de alimentos han hecho que los consumidores sean más conscientes sobre los posibles problemas ambientales, esto ha generado un creciente interés en la producción de alimentos orgánicos derivando en una mayor demanda del mercado. En México se cuenta con la regulación específica para este tipo de producción, en el presente trabajo se dicta el reglamento y los lineamientos para certificar y comercializar los productos orgánicos, ya sea a nivel nacional e internacional con la confianza de que cumplen con los estándares establecidos al portar en su etiqueta el distintivo de “Orgánico México”. México está catalogado en el ámbito internacional como productor-exportador orgánico y no como consumidor, ya que sólo el 15% de los alimentos orgánicos que produce son para el comercio nacional; pero se ubica entre los principales 20 países exportadores, con el 85% de la producción orgánica certificada. La poca producción de productos nacionales y sus altos costos de producción hacen que tengan precios muy elevados. Sin embargo, grupos de personas, en especial la clase media alta y alta, están dispuestas a pagar por ellos por los beneficios que ofrecen, como son la aportación a la conservación del medio ambiente, la ausencia del uso de sustancias químicas tóxicas para la especie humana y animal, el uso de insumos que eviten la contaminación del medio ambiente, el buen trato y manejo de los animales, así como el mejor contenido nutricional en comparación con los alimentos producidos de manera convencional. Estos aspectos se tratan en este trabajo a través de una compilación de diversos estudios de diferentes países. Se muestra el manejo animal de las granjas orgánicas, el cual debe utilizar métodos naturales de reproducción, minimizar el estrés, prevenir enfermedades, evitar el uso de medicamentos veterinarios químicos, alopáticos, mantener la salud y el bienestar de los animales, ya que la ganadería orgánica se basa en la relación armónica entre la tierra, las plantas y animales, el respeto por sus necesidades fisiológicas y de comportamiento. Además, los problemas ocasionados por el uso y/o abuso de los estimuladores del crecimiento, pesticidas, hormonas, antibióticos, etc., en la producción pecuaria, frecuentemente han sido vinculados con enfermedades, lo

cual ha favorecido que la demanda de alimentos orgánicos tenga un incremento acelerado en el mundo, lo que ha impulsado a que las políticas ambientalistas apoyen a la producción de alimentos ecológicos, lo cual representa una oportunidad para que los pequeños ganaderos participen en nuevos mercados. La producción orgánica está dirigida a un mercado específico ofreciendo productos con calidad Premium y elevados estándares de calidad en sus procesos de producción, que procede de animales criados en ambientes sanos; mediante un adecuado manejo de los flujos de energía y nutrientes, con un mínimo empleo de insumos externos. Este trabajo busca analizar el impacto económico, ambiental y a la salud humana que tiene la producción orgánica de origen animal, así como la regulación de ésta; y definir las características de proceso y producción de un Sistema Orgánico.



## Introducción

En México, la producción de alimentos orgánicos comienza en los años sesenta, en respuesta a la demanda de ciertos productos orgánicos por parte de empresas extranjeras, con el interés de eliminar el uso de aditivos y pesticidas; y con el objetivo de potenciar la seguridad alimentaria, el desarrollo rural, los medios de subsistencia sostenibles y la integridad del medio ambiente, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La PROFECO define a los alimentos orgánicos como el resultado de un proceso agrícola y ganadero más amigable con el medio ambiente, evitando prácticas contaminantes y más saludables para los consumidores. Se trata de un sistema de producción que fomenta y mejora la sanidad de los suelos y los ecosistemas. México es el cuarto productor de alimentos orgánicos en el mundo. Se destinan aproximadamente un millón de hectáreas exclusivamente para la siembra de productos agrícolas. Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Chihuahua y Nuevo León son líderes en superficie destinada a esta actividad, siendo en los tres primeros estados en conjunto donde se concentran el 50% de estas tierras, según información de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Y de acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo (SADER), Guanajuato, Puebla, Chiapas, Chihuahua, Michoacán, Veracruz, Sinaloa, Oaxaca y Yucatán son los principales estados donde se producen animales de manera orgánica. En el norte de Veracruz están ubicados los pioneros de la ganadería orgánica (SADER, 2018d). En el comercio exterior, México está posicionado entre los principales 20 países exportadores. De la producción total, 85% tienen como destino Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido, Canadá, Italia, Suiza y Japón, entre otros, el restante 15% se queda para consumo interno (PROFECO, 2018).

De acuerdo con la FAO, los alimentos de origen animal son un complemento útil para la mayoría de las dietas. La carne, el pescado, el huevo, la leche y los productos lácteos suministran proteína de alto valor biológico, complementando los aminoácidos esenciales para el organismo, además de aportar ciertos minerales y

vitaminas (FAO, 2002). El consumo anual de la carne en México asciende a unos 65 kg por persona, cifra menor a lo estimado en países desarrollados donde es de unos 100 kg, y 10 kg per cápita en naciones pobres. En el 2018, se consumieron en total 65 kg de carne per cápita, lo que lo ubica en la sexta posición del mundo al consumir 8,5 millones de toneladas de carnes: pollo, porcino y vacuno. Esta cifra representa 3,2% del consumo mundial de carne (Gutiérrez, 2019). De acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), México fue el séptimo productor de carne de pollo a nivel mundial en el 2018, con una participación del 3.8 % en la producción global y se ubica como el sexto país consumidor de carne de pollo (SADER, 2019), con un consumo de 4 millones de toneladas, siendo el cárnico con mayor producción en México; la producción obtuvo un crecimiento de 3,0%, mientras el consumo registró un incremento de 2,8% con respecto al año anterior, y consumo per cápita de 31,4 kg/persona (Gutiérrez, 2019). La producción de huevo fue de 2.8 millones de toneladas, con consumo anual per cápita de 22.9 kg, ocupando el primer lugar en el mundo y de acuerdo con datos de la Unión Nacional de Avicultores, el crecimiento del consumo per cápita aparente en México en los últimos años se ubica en 25.35 % (Martínez, 2018). Por otra parte, la producción de carne de cerdo aumentó en 4,6% en comparación con el año 2017 y el consumo per cápita tuvo un incrementó de 4,8%, con 18,8 kg/persona. La producción de carne de vacuno tuvo un crecimiento de 2,8% y el consumo un aumento de 1,7% con respecto al año 2018 y consumo per cápita de 14,8 kg/persona (Gutiérrez, 2019). En cuanto a la leche, la producción nacional, al cierre de 2019, es de 12 mil 437 millones de litros, y el consumo per cápita es actualmente de 110 litros al año, cuando la FAO recomienda un consumo de 190 litros anuales, advierte la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (Notimex, 2020).

El incremento en la conciencia ambiental alrededor de todo el mundo ha tenido un profundo efecto en el comportamiento del consumidor y su consecuencia es que el producto orgánico está expandiéndose en los mercados a un ritmo notable, pero, al ser más elevados sus costos de producción y manipulación, así como de certificación, los productos orgánicos se comercializan por lo general a un precio más alto que los convencionales (FAO, 2002). Es muy importante certificar los

productos orgánicos ya que les permiten a los agricultores tener mejores precios dando un valor agregado a la producción, además de tener acceso a mercados nacionales e internacionales crecientes y generar confianza y credibilidad en los consumidores.

El SENASICA es el organismo encargado de la certificación de orgánicos, la vigilancia del cumplimiento de la regulación y el uso del distintivo “ORGÁNICO MÉXICO” que avala que los alimentos y productos que se comercializan son 100% orgánicos y que se producen bajo la regulación nacional vigente (SADER, 2018c).

La SADER aseguró que ha certificado más de mil 600 productos orgánicos, de los cuales mil 170 son alimentos procesados. En el país hay más de 46 mil productores, principalmente medianos y pequeños, que producen alimentos orgánicos en más de 331 mil hectáreas, generando ganancias de 400 millones de dólares anuales (La Gómez, 2020). Entre los productos orgánicos con mayor demanda se encuentra el huevo, vegetales, piloncillo, aceite de coco, avena y carne (López, 2019).

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los requisitos llevados a cabo para la obtención de alimentos de origen animal de manera orgánica (carne, leche y huevo), con un manejo animal que garantice su bienestar, las alternativas al uso de sustancias químicas evitando impacto negativo en el ambiente, a la salud del animal y de los consumidores. También el tema de regularización, los requisitos para obtener el certificado orgánico y Distintivo Nacional para poder comercializar los productos a nivel nacional e internacional, así como la importancia que tiene México a nivel mundial en el contexto orgánico; y la calidad nutricional de estos productos.

## **Objetivos**

### **General**

Investigar, por medio de una búsqueda bibliográfica, la producción en México de los siguientes alimentos orgánicos: carne (bovino, pollo y porcino), leche (vaca y oveja) y huevo (pollo), para conocer la importancia que tienen en el aspecto económico, ambiental y a la salud humana.

### **Particulares**

- Revisar certificación y regulación de la producción de carne, leche y huevo orgánico en México para su importación y exportación.
- Conocer el impacto en la economía de los alimentos orgánicos y la mercadotecnia de éstos.
- Definir las características de proceso y producción, de acuerdo con estándares establecidos, para que un alimento se considere orgánico.
- Conocer los beneficios aportados de los alimentos orgánicos de origen animal (carne, leche y huevo) al medio ambiente, respecto a los alimentos producidos convencionalmente.
- Revisar la calidad nutricional y sensorial que tienen los alimentos orgánicos, y si ésta es mejor que los alimentos producidos convencionalmente.

## **CAPÍTULO 1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN MÉXICO**

### **1.1 Alimentos orgánicos**

#### **1.1.1 Historia**

En la década de 1960 y 1970, los consumidores crean una demanda de sistemas de producción de alimentos más amigables con el medio ambiente: alimentos orgánicos. Al principio había pocas organizaciones en todo el mundo, como Demeter International de Alemania, el Soil Association del Reino Unido, y el Rodale Press en los Estados Unidos (FAO, 2009).

En México, el movimiento orgánico comienza en los años sesenta, debido a la demanda de ciertos productos orgánicos por parte de empresas extranjeras. Las tierras en donde se sembraba eran áreas de cultivo tradicional, regiones indígenas en donde no se empleaban sustancias químicas. Los estados en donde se comenzó con este tipo de producción fueron Chiapas y Oaxaca. Hoy en día los sembradíos están distribuidos en todo el territorio nacional, sobresaliendo con el café y la miel orgánica de alta calidad, certificados por certificadoras reconocidas en Europa, Estados Unidos, Canadá y Japón (PROFECO, 2018).

A partir de la década de los noventa comienza una nueva tendencia de consumo: el interés hacia una mejor calidad de vida y el consumidor informado, vigilante y responsable. Los integrantes de las cadenas agroalimentarias y los compradores exigen información detallada y real de los productos que adquieren (Valera, 2012).

#### **1.1.2 Definición**

La NORMA Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995, Por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos, define la Agricultura orgánica como “un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimento de alta calidad nutritiva que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva que promueve vida; mejora y extiende ciclos biológicos; mantiene y mejora la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, sus recursos y la vida en ésta; el control de malezas, plagas y enfermedades sin el uso de insumos de síntesis químico

industrial” (NOM-037-FITO-1995). Obteniendo alimentos naturales y saludables para el consumo humano que provienen de un sistema de producción más amigable con el medio ambiente. Se cultivan, crían y procesan utilizando métodos naturales, sin sustancias químicas como pesticidas, fertilizantes sintéticos, conservadores, aguas residuales o variedades transgénicas; y sin administrar a los animales hormonas de crecimiento, anabólicos o antibióticos, comida sintética para favorecer su crecimiento. A los alimentos procesados no se les añaden aditivos o conservadores artificiales (CERTIMEX, 2015; IOM, 2018; PROFECO, 2018).

La ganadería orgánica se basa en la relación armónica entre la tierra, las plantas y animales, el respeto por sus necesidades fisiológicas y de comportamiento proporcionando piensos de calidad producidos orgánicamente y manteniendo densidades de ganado apropiadas. El manejo del ganado orgánico debe utilizar métodos naturales de reproducción, minimizar el estrés, prevenir enfermedades, evitar el uso de medicamentos veterinarios químicos alopáticos, mantener la salud y el bienestar de los animales (Maldonado et al., 2013; OMS y FAO, 2007).

La producción orgánica tiene como objetivo el cuidado del medio ambiente, la conservación de la fertilidad y uso sostenible del suelo, la protección de los hábitats vegetales y animales silvestres, cuidar los recursos naturales y emplear recursos renovables. Los alimentos orgánicos no se definen por sus características intrínsecas sino por el proceso del cual se obtuvieron de acuerdo con la normativa establecida (Valera, 2012; DOF, 2013b; López, 2019). Un alimento orgánico se considera de mayor calidad por ser más limpio para el cuerpo humano, no dañino a la salud y más rico para el paladar; se puede decir que lo orgánico es igual a tradicional, prácticas que se han realizado en la historia (Osío, 2011; DOF, 2013b).

## **1.2 Contexto Nacional**

La Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) coinciden en que los principales mercados demandantes de productos orgánicos son: Alemania, Francia, Italia, Gran Bretaña, Suiza, Estados Unidos, Canadá y Japón, países industrializados que se caracterizan por altos ingresos (López, 2019). El consumo mundial en el 2012 fue

aproximadamente 40 millones de dólares, siendo los principales: Estados Unidos (45%), Alemania (14%) y Francia (8%). La demanda de productos orgánicos ha experimentado altas tasas de crecimiento a nivel mundial, destinando 58 millones de hectáreas y generando 90 mil millones de dólares de facturación. Estados Unidos es el país que posee el mayor mercado para los productos orgánicos, consume el 40.6% de los productos orgánicos a nivel mundial, en conjunto los países europeos el 58%, y el 1.4% en los demás países (Willer y Lernoud, 2015; Willer et al., 2018; Global Organic Trade Guide, 2017).

México se cataloga a nivel internacional como productor-exportador orgánico y no como consumidor, solo el 15% de los alimentos orgánicos que produce son para el comercio nacional, pero se ubica entre los principales 20 países exportadores, con el 85% de la producción orgánica certificada exportada a Estados Unidos, Alemania, Francia, Canadá, Italia, Suiza, Japón y Reino Unido. La SADER señala que sólo las ventas hacia Estados Unidos se incrementaron 96.8%, al pasar de 141.5 millones de dólares a 278.5 millones de dólares de 2015 a 2017. En 2016 tuvo un valor de más de 168 millones de dólares. Se espera que el mercado de alimentos y bebidas orgánicas en México mantenga una tasa de crecimiento promedio anual del 8.4%. Grupo Herdez SAB de CV concentra el 34.5% de las ventas de productos orgánicos, seguido por Nestlé con el 5.2% y por el Grupo Industrial Cuadritos Biotek SA de CV, con el 4.6% (DOF, 2013b; Global Organic Trade Guide, 2017; SADER, 2018b).

El mercado mexicano se posiciona como el segundo productor a nivel mundial de vegetales orgánicos, el cuarto productor de alimentos orgánicos en América con la producción de 262 mil toneladas en 2016; uno de los tres países, junto con Argentina y Ecuador, en contar con regulación para acuicultura orgánica; y según la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) cuenta con 673 mil 968 hectáreas de cultivo orgánico certificadas con posición número tres a nivel mundial y con 1,2 millones de hectáreas de recolección silvestre con certificación, que sitúa al país en el quinto lugar internacional; el primer lugar mundial en producción de café y frutas tropicales, y el tercer lugar en miel. Los países con mayor número de productores son India (650.000), Uganda (189.610) y

México (169.703) en el tercer lugar (ASERCA, 2017; ProMéxico, 2017; SADER, 2018b; EFE Noticias, 2020).

Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Chihuahua y Nuevo León son líderes en superficie destinada a esta actividad, siendo en los tres primeros estados en conjunto donde se concentran el 50% de estas tierras, según información de SAGARPA. Guanajuato, Puebla, Chiapas, Chihuahua, Michoacán, Veracruz, Sinaloa, Oaxaca y Yucatán son los principales estados donde se producen animales de manera orgánica. En el norte de Veracruz están ubicados los pioneros de la ganadería orgánica (Cosechando Natural, 2017; SADER, 2018d).

La demanda de productos lácteos de animales alimentados con pasto ha aumentado en los Estados Unidos, en gran parte debido a la percepción de los consumidores de mejor salud por la ingesta de ácidos grasos n-3 (Benbrook et al., 2013; Brito y Silva, 2020). En México, la producción de leche orgánica se ha establecido en el estado de Chiapas, donde hay muchas granjas individuales y la venta de leche orgánica y productos lácteos se considera económicamente ventajosa (Gutiérrez et al., 2012).

México es el mayor consumidor per cápita de huevo; sin embargo factores como las enfermedades crónicas asociadas al sobrepeso y a la obesidad, y las tendencias hacia una alimentación sana y natural, han impactado en la disminución de su consumo, por lo que producir huevo orgánico, para el mercado nacional, representa para el pequeño y mediano productor la estrategia económica a seguir; y para el consumidor una fuente alternativa para el consumo de un alimento saludable, por el que está dispuesto a pagar un sobreprecio (Mendoza *et al.*, 2016). Los principales mercados de bandadas pequeñas son tiendas especializadas, mercados de agricultores, puestos de venta en la carretera y vecinos (Patterson *et al.*, 2015).

### **1.3 Impacto en la economía**

#### **1.3.1 Comercialización y mercadotecnia**

El mercado de orgánicos en México crece a un ritmo de 10 % cada año, mientras el consumo 15 %. Los productos orgánicos dejan de ser una moda pasajera y se



quedan como una opción de consumo responsable y sustentable representando una oportunidad de negocio al generar más empleos, debido a que se necesita el 30% más de mano de obra que la producción convencional, por lo que se ayuda a mejorar la economía de pequeños productores mexicanos (Fundación Produce Sinaloa A.C, 2012; SADER, 2018a; SADER, 2018b; Smattcom, 2020).

El consumo depende de los medios de comunicación y la percepción que tienen los consumidores del significado de orgánico y de la etiqueta de certificación, por lo que comunicar atributos de calidad representa una estrategia de marketing prometedora, los anuncios a corto plazo pueden no ser suficientes para dar información y aumentar la demanda, así que el marketing social intenta incorporar conceptos sostenibles, interviniendo en el desarrollo y la difusión de ideologías de consumo consciente. El consumidor consciente del impacto de su consumo comienza a elegir racionalmente qué comprar, a quién comprar, cómo va a consumir y cómo deshacerse de él adecuadamente, haciendo estos ejes fundamentales a la hora de desarrollar planes de marketing, como la publicidad ecológica que hace referencia al clima y el ambiente, como componente emocional la idea de salvar un entorno apreciado por su belleza o el placer que produce su disfrute. Trabajar sobre la demanda en el mercado es clave para inducir a una mayor oferta y diversidad de productos, con un mayor desarrollo de la etapa comercialización, para mejorar la accesibilidad y a futuro reducir el sobreprecio (Calomarde, 2000; Stolz et al., 2011; Valera, 2012; Brach, 2015; Eberle et al., 2019; Lee y Yun, 2015). Comprender la motivación, el comportamiento, las creencias y las variables demográficas son las más críticas para comprender el potencial del mercado orgánico, mantener el crecimiento y convertirse en una corriente principal (López, 2019).

La Secretaría desarrolla políticas públicas que incentivan la producción orgánica con programas de apoyo, actividades de difusión, participación de productores orgánicos en ferias agroalimentarias, expos y mesas de negociación con compradores nacionales e internacionales. Celebra convenios con los gobiernos de las entidades federativas, buscando la participación de los municipios, instituciones y organizaciones estatales y nacionales, para generar conciencia de la seguridad

alimentaria, la conservación de la biodiversidad, uso de recursos naturales, la economía, promoviendo la apertura en las fracciones arancelarias para facilitar la comercialización (DOF, 2006; DOF, 2010; PROFECO, 2018; López, 2019). El conocimiento de los alimentos orgánicos es crucial para mejorar el nivel de conciencia e intención de compra de los clientes, por lo que la Secretaría administra el Sistema de Control Nacional, disponible en Internet para cualquier persona que quiera tener información de la producción (Mohamada et al., 2014; DOF, 2010).

El interés en el consumo de alimentos orgánicos ha generado iniciativas de comercialización a través de diversos canales, como las plataformas digitales. Surgen las tiendas especializadas y tiendas naturistas, donde más del 50% de los productos son de origen extranjero, quedando en desventaja los productores nacionales pequeños. Por lo que, para comercializar productos de origen nacional, se crea la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos (REDAC) en el 2004, con 21 tianguis y mercados en 15 estados de la República Mexicana, desde Baja California hasta Chiapas; en el 2010 se dividió en tres regiones: centro-norte, golfo y sur. Se puede hablar de un desarrollo económico al apoyar directamente al productor y se gestan relaciones de solidaridad, confianza y respeto, fomentando el crecimiento del mercado interno y el consumo responsable (Schwentesi, 2010; Schwentesius *et al.*, 2013; Roldán *et al.*, 2016; Escobar *et al.*, 2016). El principal reto es obtener recursos, ya que la mayoría no genera ingresos suficientes que les permitan garantizar las condiciones para funcionar. Los productores consideran que el pago que reciben por la venta de sus productos es justo porque ellos ponen el precio y el producto va directo al consumidor, sin intermediarios, lo que permite recuperar costos de la producción. Las barreras económicas y burocráticas que implica la certificación orgánica hacen que pocos productores logren obtenerla, por lo que existe la certificación orgánica participativa, que no requiere pago (Roldan *et al.*, 2016; Bustamante y Schwentesius, 2018).

### **1.3.2 Factores de consumo, disponibilidad y precios**

La falta de una cultura alimentaria, los altos precios y el grado de disponibilidad son factores que limitan la demanda y consumo de alimentos orgánicos certificados. De

acuerdo con la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) en México tienen un sobreprecio de entre 11% y 337% en comparación con los producidos de manera convencional. Sin embargo, muchas personas están dispuestas a pagar por los beneficios que ofrecen, están conscientes del costo de producción y manipulación debido a la inocuidad, (IOM, 2018; FIRCO, 2017b; López, 2019) el tener una escala menor debido a la ausencia de hormonas de crecimiento, mayor cantidad de alimento y mayor tiempo del proceso de engorda; así como controles estrictos y mayores costos de logística, certificación y empaque especial para conservarlos frescos (Valera, 2012; SADER, 2018c). El sobreprecio se debe también a la oferta limitada, ya que la mayoría se destina a la exportación porque se venden a un precio más alto con relación al que puede pagar un consumidor local, por lo que asegurar el suministro nacional puede reducir la diferencia de precios (Shafie y Rennie, 2012; López, 2019). El esfuerzo para los empresarios vale la pena teniendo en cuenta los beneficios del costo de venta, salud y aportación positiva hacia el medio ambiente. Sin embargo, esta inversión ve sus beneficios una vez posicionando el producto en el mercado (SADER, 2018c; FIRCO, 2017a).

Un mayor poder adquisitivo en los consumidores permite destinar un mayor porcentaje del gasto en alimentos orgánicos ya que no representa una restricción financiera. En varios estudios realizados, la mayoría de los consumidores habituales pertenecen a la clase social media y alta, y están más dispuestos a pagar un precio más alto por los productos cárnicos orgánicos, de 10% a 40% más de lo que pagan por los productos convencionales (Van Loo et al., 2011; Bryla, 2016; Shafie y Rennie 2012; Vázquez, 2012; López, 2019). En otro estudio realizado en Alemania, los consumidores estaban dispuestos a pagar 33 centavos de euro por un kilo de manzana orgánica; y luego de proporcionarles información sobre el efecto ambiental y a la salud de la producción orgánica, la disposición a pagar aumentó a 57 centavos de euro (Schleenbecker y Hamm, 2013). Los resultados de estos estudios muestran que la conciencia de beneficios, el poder adquisitivo y la disponibilidad del producto son variables que explican la disposición a pagar un mayor precio (López, 2019).

El programa **¿Quién es Quién en los Precios?** recopiló información en tiendas especializadas y supermercados de la CDMX del 15 al 19 de enero de 2018. En la **Tabla 1.1** se observa que el huevo blanco, la pechuga de pollo con y sin hueso su precio se duplica; y en el pollo entero se triplica. En la leche el precio se eleva un 60% en la orgánica con respecto a la convencional (PROFECO, 2018).

**Tabla 1.1 Diferencia de precios promedio entre alimentos orgánicos y convencionales.**

<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Orgánico (\$)</b>	<b>Convencional (\$)</b>	<b>Diferencia (%)</b>
<b>Huevo blanco</b>	12 piezas	59.44	25.70	131
<b>Leche light descremada UHT</b>	1 L	27.00	18.08	49
<b>Leche entera UH</b>	1L	27.17	17.00	60
<b>Pollo entero</b>	Kilogramo	117.43	36.70	220
<b>Pechuga c/hueso</b>	kilogramo	167.91	73.60	128
<b>Pechuga s/hueso</b>	Kilogramo	231.58	112.25	106
<b>Queso manchego</b>	400g	78.63	71.01	11
<b>Queso Oaxaca</b>	400g	68.30	57.32	19
<b>Queso panela</b>	400g	65.25	48.93	33

Fuente: Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). Programa Quién es Quién en los Precios, del 15 al 19 de enero de 2018. CDMX y zona metropolitana.

El precio de los productos también dependerá de las marcas y establecimientos. En el caso del huevo la diferencia de precios fluctuó entre 9 y 16% (**Tabla 1.2**).

**Tabla 1.2. Precios promedio de huevo orgánico por cadena comercial.**

Marca	Mínimo (\$)	Cadena	Máximo (\$)	Cadena	Diferencia (\$ y %)	
<b>Aires del campo</b>	55.00	Chedraui/ orígenes orgánicos	63.80	La Comer	8.80	16
<b>E él</b>	59.50	Superama/ Walmart	66.50	City Market	7.00	12
<b>Finca Guayacán</b>	58.00	Chedraui	63.00	La Comer	5.00	9

Fuente: Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). Programa Quién es Quién en los Precios, del 18 y 19 de enero de 2018. CDMX y zona metropolitana.

La FAO ha definido al consumidor de productos orgánicos como “Consumidores comprometidos con el medio ambiente y que se preocupan por su salud, para quienes la compra de alimentos orgánicos forma parte de sus convicciones y estilo de vida”, así como los compradores ocasionales que compran al menos dos productos orgánicos al mes, por lo que hay tres tipos de consumidores orgánicos: los que solo compran productos saludables y amigables con el medio ambiente; los que compran principalmente por salud; y los que adquieren por moda. Los consumidores regulares tienen como patrón de conducta un mayor consumo de vegetales, y menor consumo de bebidas azucaradas y alcohólicas, carne procesada o leche (FAO, 2009; Stolz, 2011; Álvarez et al., 2017; López, 2019).

Las principales razones que llevan a los consumidores a comprar productos orgánicos son la percepción de que estos son más saludables, su preocupación por el medio ambiente y el bienestar animal. Hansen y col. clasifican las motivaciones para el consumo orgánico en tres grupos: conciencia ambiental, salud personal y conciencia social (Hansen, 2018); y otro estudio determinó cuatro factores: salud, calidad, medio ambiente y seguridad alimentaria. Al final, los atributos que se toman

en cuenta a la hora de comprar un producto alimenticio son: empaque, calidad, color, que sea natural, marca, precio, textura, frescura, origen, sabor, aroma, caducidad, fecha, ingredientes e información nutrimental; y certificaciones, ya que la ocurrencia de un ajuste regulatorio conduce a una actitud más positiva y mayor intención de comprar alimentos orgánicos que cuando no lo hay (Stolz, 2011; Ozguven, 2012; Smith, 2012; Hsu y Chen, 2014; Lee y Yun, 2015; López, 2019).

Un estudio realizado por la Procuraduría Federal del consumidor sobre las prácticas de consumo de la Ciudad de México encontró que 74% de los encuestados consideran el cuidado del medio ambiente al realizar sus compras y 54% prefiere comprar productos ecológicos sobre los que no lo son (Rodríguez, 2011). Los jóvenes adultos y adultos son los que más demandan, sienten que deben ser consumidores socialmente responsables con la salud y el medio ambiente, siendo conscientes del impacto que tienen sus acciones. Estudios indican que los consumidores potenciales tienen 36-54 años, considerados económicamente activos, se inician como consumidores orgánicos por problemas de salud propios, de conocidos o familiares, así como la preocupación por los niños pequeños (Kriwy y Mecking, 2012; Escobar, 2017; SADER, 2018b; Salgado, 2019; López, 2019). En otro estudio, los participantes están convencidos del surgimiento de enfermedades por el consumo de alimentos procesados e industrializados, la mayoría consideran que la principal consecuencia es el cáncer, el desarrollo de alergias y la aceleración del proceso hormonal y menstrual de las niñas (por el uso de hormonas), consideran el consumo de alimentos orgánicos como medida preventiva (López, 2019).

Varios consumidores tuvieron el primer contacto con los alimentos orgánicos en el extranjero, en países desarrollados, donde esta forma de alimentación es cada vez más común, encontrando una gran oferta de alimentos orgánicos. En una entrevista declaran que tienen buena calidad, que los productores no usan productos químicos y usan agua limpia (Gutiérrez *et al.*, 2013b; Álvarez *et al.*, 2018; López, 2019).

#### **1.4 Impacto en el ambiente**

La producción y el consumo de alimentos orgánicos pueden darle a México liderazgo en la prevención del cambio climático, estratégicamente tiene más

vocación natural y cultural para la producción orgánica que sus principales socios, Estados Unidos y Canadá (Eberle *et al.*, 2019).

Las preocupaciones públicas sobre el medio ambiente han hecho que los consumidores sean más sensibles a los problemas ecológicos asociados con los productos químicos sintéticos utilizados en la producción alimenticia que daña el medio ambiente y provoca el agotamiento de los recursos naturales de la tierra; comenzando a reemplazar los hábitos nocivos por hábitos sostenibles. Argumentan que tanto las organizaciones como los individuos tienen parte de responsabilidades, y comienzan a consumir alimentos con sistema de producción que no sólo protege al medio ambiente sino al trabajador, mejorando sus condiciones laborales, ya que no están expuesto a peligros de envenenamiento con agroquímicos (Ricke *et al.*, 2012; Lee y Yun, 2015; Seconda *et al.*, 2017; Eberle *et al.*, 2019).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, los gobiernos hicieron suyo el concepto de desarrollo sustentable del cual debían procurar al alcanzar sus metas económicas sin poner en peligro los recursos naturales para las generaciones futuras. La actividad comercial se centra en la atención al consumidor, que comienza a desarrollar un consumo sustentable considerando factores ambientales y de salud en la toma de decisión de compra. El factor crítico no es el consumo por sí mismo sino la cantidad de energía y recursos utilizados que ocasiona, por lo que al consumir un producto orgánico se reduce el impacto ambiental negativo en su proceso de producción, así la conciencia ambiental es un impulsor de compra de alimentos orgánicos junto con el respeto por los animales, ya que evitan, en la medida de lo posible, el sufrimiento animal (Calomarde, 2000; Beltrán, 2002; Willer y Kilcher, 2011; D'Amico *et al.*, 2016; Álvarez *et al.*, 2018; López, 2019; Eberle *et al.*, 2019). El éxito que ha tenido la producción orgánica es una gran victoria para el movimiento ambientalista, favorece la conservación del medio ambiente, ya que busca el uso racional de los recursos naturales aumentando la sostenibilidad, cuidar la biodiversidad, el agua, el suelo, el aire, y el clima. Fomenta y mejora la sanidad de los suelos y los ecosistemas, libre de fertilizantes, aditivos y más sustancias que puedan dañarlos y a la calidad de los productos de origen animal. (Valera, 2012; PROFECO, 2018; Constance, 2014).

La producción orgánica hace lo posible por evitar contaminantes, como agroquímicos (conservantes, pesticidas), contaminantes naturales (metales pesados, hongos, micotoxinas), trazas de medicamentos usados en animales (hormonas, antibióticos), cajas, envolturas y la contaminación por la manipulación. También las epidemias de EEB (Encefalopatía Espongiforme Vacuna o “mal de la vaca loca”) y la fiebre o gripe aviar, dioxinas, OGM. El hecho de que el ganado para la producción orgánica consume solo pasto y alimentos producidos orgánicamente libres de pesticidas parece reducir la exposición a estos residuos y bacterias resistentes a los antibióticos. Sin embargo, no están libres de ellos, ya que a veces son insustituibles, como en las frutas y verduras orgánicas que tienen 30% menos probabilidad de incluir pesticidas (Sangkumchalianga y Wen-Chi, 2012; Smith, 2012; Aschemann *et al.*, 2013; Mohamada *et al.*, 2014; Álvarez *et al.*, 2017; IOM, 2018).

En un sistema orgánico se cuenta con fuentes de energías alimentadas por paneles solares, lo que reduce la demanda de energía eléctrica y sus emisiones asociadas. El estiércol y los residuos se compostan y se emplean en los cultivos de la granja como abonos, para aprovechar el nitrógeno y reducir sus pérdidas y los efectos negativos en el suelo (González *et al.*, 2020). También la siembra de arroz y los rumiantes generan el metano que es el segundo gas más dañino que produce el efecto invernadero, en la producción orgánica no hay diferencia en cuanto a la emisión de este gas con respecto a la producción convencional (FAO, 2009).

La amplia diversidad de los sistemas orgánicos y convencionales determina que también las metodologías e instrumentos de medición varíen ampliamente, como consecuencia de esto las conclusiones de los estudios que analizan el impacto ambiental de estos sistemas divergen de manera importante (Ángeles *et al.*, 2014a).

En un estudio realizado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) se aborda la problemática de la sustentabilidad y la producción de leche orgánica, menciona que, en las regiones con una alta concentración de animales productores de leche, aumenta la demanda de agua y sus riesgos de contaminarse, lo que tiene un fuerte impacto en la calidad del suelo, aire, agua, biodiversidad, etc. Esto se ha observado en Europa, Japón e incluso en



México (OECD, 2004; García y Brunett, 2009; Ruíz y Gutiérrez, 2017). En la ganadería orgánica para evitar eso, se establece que el número máximo de animales debe ser dos vacas adultas por hectárea en un año, porque la cantidad de deyecciones (estiércol y orina) que depositarían en el potrero podrían rebasar la cantidad de 170 kg de nitrógeno por hectárea al año, cantidad máxima establecida por la norma (OECD, 2004; DOF, 2013b). Se observa en los países con elevados niveles de producción, ha disminuido significativamente el inventario ganadero lechero, y debido al desarrollo tecnológico como la biotecnología (trasplante y sexado de embriones, clonación, etc.), altos usos de energéticos no renovables, agroquímicos, transgénicos, hormonas, y otros, la producción y productividad se ha incrementado y los costos económicos y ambientales (Ruíz y Gutiérrez, 2017).

La lechería orgánica pretende contrarrestar el embate ambiental de la producción de leche intensiva, ofreciendo mayor equilibrio ambiental en términos del manejo de residuos y sustancias tóxicas; pero por el otro lado, la emisión de gases invernadero, el mayor precio de sus productos. La normativa orgánica promueve la biodiversidad de especies vegetales y animales, contrario a la ganadería convencional en donde predominan los monocultivos y se tiende a la utilización de algunas cuantas razas de bovinos especializadas en la producción de leche (como la raza Holstein) (García y Brunett, 2009). Existe evidencia de que el uso directo de energía, la emisión de gases de efecto invernadero (N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>) (Wood *et al.*, 2006) y uso del suelo por tonelada de leche (de Boer, 2003) son mayores en los sistemas orgánicos comparados con sistemas convencionales (Ángeles *et al.*, 2014a). En un estudio de simulaciones de modelado de una finca, indican que se emitían más gases de efecto invernadero al medio ambiente cuanto más tiempo tenían las vacas acceso a los pastos durante la temporada de pastoreo (Liang *et al.*, 2017; Brito y Silva, 2020).

Los impactos ambientales de un huevo agroecológico en Colombia fueron menores hasta en un 30% comparado con los de un huevo convencional, principalmente por la alimentación producida de forma agroecológica en la finca, al aprovechamiento de todos los residuos, el uso de energías alternativas y a que se reducen intermediarios en la cadena de comercialización. Sin embargo, es necesario lograr

una mayor eficiencia en la gestión del nitrógeno, buscar desinfectantes con menores impactos en el suelo, implementar sistemas de distribución más cortos y menos contaminantes y propiciar una reutilización de los empaques (González *et al.*, 2020).

Las evaluaciones ambientales en la producción de huevos, coinciden en que la actividad que más genera impactos ambientales está asociada a la composición del alimento, pues aporta entre el 30 al 80 % del total de las emisiones y la gestión del estiércol entre 17 % y 46 % de las emisiones de GEI (Cederberg *et al.*, 2009; Leinonen *et al.*, 2012; Pelletier, 2017; Wiedemann y McGahan, 2011). Según un estudio en Canadá, son menores las emisiones de un huevo orgánico, asociado a menores impactos en comparación con la alimentación convencional y el uso de energía no renovable, contrario a lo reportado por Leinonen *et al.*, 2012, que mencionan que los impactos del sistema convencional fueron menores que en el orgánico asociados a la eficiencia energética de la producción (Leinonen *et al.*, 2012). Aunque la demanda de insumos de un sistema orgánico puede ser ligeramente más alta que en sistemas convencionales, un sistema orgánico demanda 2.17 kg de alimento por kg de huevo; mientras que uno convencional demanda 2.0 kg (Pelletier, 2017).

La huella de carbono estimada para 1 kg de huevo orgánico corresponde a 2.77 kg CO<sup>2</sup>, menor al reportado en otros estudios desarrollados en sistemas convencionales (Leinonen *et al.*, 2012; Pelletier, 2017; Wiedemann y McGahan, 2011), en donde la alimentación juega un papel fundamental; la cual, en este estudio, estuvo compuesta por grano de cebada, grano de maíz, coliflor y otros productos agrícolas cultivados en la misma finca, a diferencia de sistemas de producción convencionales donde la alimentación de las aves se basa en maíz, soja, aceite vegetal, cultivados en sistemas convencionales que alcanzan valores de emisiones por kg de huevo de hasta 5.59 kg CO<sup>2</sup> (Ghasempour y Ahmadi, 2016; Rueda, 2016). El resultado obtenido coincide con el estudio desarrollado en Canadá, donde cada kg de huevo orgánico generaba 2.41 kg CO<sup>2</sup> (Pelletier, 2017). Por lo que al comparar las emisiones de 1 kg de huevo orgánico con la de 1 kg de carne de pollo que están cercanas a 4.2 kg CO<sup>2</sup> (Pelletier *et al.*, 2017), y con la producción de carne bovina que es cercana a 345.83 kg CO<sup>2</sup> (Álvarez *et al.*, 2011),

se refleja que el sector avícola genera menor impacto ambiental que otros sectores alimentarios (González *et al.*, 2020).

### **1.5 El consumo de alimentos orgánicos y su impacto en la salud humana**

La preocupación de los consumidores por su estado de salud los lleva a transformar sus hábitos alimenticios y estilos de vida. Estudios mostraron que la composición de la dieta de los consumidores de alimentos orgánicos era a menudo más saludable, con patrones dietéticos que incluyen un alto consumo de alimentos de origen vegetal y un bajo consumo de productos animales, así como estilos de vida saludable. Siendo el bienestar personal una de las razones principales porque la calidad nutricional de estos productos es un atributo para consumirlos, al percibir un mayor grado de bienestar emocional cuando los comen (Kriwy y Mecking, 2012; Schleenbecker y Hamm, 2013; Seconda *et al.*, 2017; Apaolaza *et al.*, 2018).

En el trabajo Osío, 2011; Smith, 2012 se encontró una diferencia significativa en el total de fenoles y ácidos grasos (omega-3) en leche y pollo orgánicos. Sin embargo, la USDA no garantiza que la calidad nutrimental de los orgánicos sea mejor. En el estudio de Paoletti, 2014; se comparó la composición de ácidos grasos en aceites orgánicos y no orgánicos, no se encontraron diferencias significativas. El contenido de ácidos grasos indispensables en la carne depende del tipo de especie, raza, estado fisiológico, dieta, etc., por lo que no se puede comparar objetivamente. Sin embargo, en otros estudios se ha encontrado que los alimentos orgánicos poseen más antioxidantes (alrededor de 30%), tienen valores más altos de ciertas vitaminas, como la C que disminuye con los fertilizantes usados en la producción convencional. También se ha detectado mayor concentración de hierro y magnesio; menor cantidad de agua, almacenando más nutrientes, mejor equilibrio con aminoácidos esenciales; y la carne es más magra, lo que implica menos grasa intramuscular y bajos niveles de colesterol (SADER, 2018d; López, 2019). Diversos estudios reportan que productos originados en sistemas orgánicos contienen concentraciones mayores de proteína (Palupi *et al.*, 2012), ácidos grasos benéficos para la salud humana y algunas vitaminas del complejo B en comparación con sistemas convencionales (Heins *et al.*, 2013; Ángeles *et al.*, 2014a).

La Academia Americana de Pediatría revisó la evidencia científica sobre las comparaciones de alimentos orgánicos y alimentos convencionales para dar recomendaciones a sus pediatras y a padres de familia; y a falta de suficientes estudios, se recomendó la amplia incorporación de alimentos para proporcionar una dieta equilibrada y no necesariamente alimentos orgánicos (Batra, 2014).

## **1.6 Evaluación sensorial**

En un estudio de mercado donde se evaluaron alimentos de origen animal, los consumidores mencionan que éstos poseen un mejor sabor, color y aspecto; además de olor y textura que los hacen más agradables. Otros estudios establecieron la calidad, la frescura y palatabilidad de los productos orgánicos como motivación, y entrevistados encuentran diferencia en olor y color en la carne y el huevo (Gutiérrez *et al.*, 2013b; Kriwy y Mecking, 2012; Álvarez *et al.*, 2018; López, 2019). Estas características las atribuyen a la ausencia de conservadores, sustancias químicas añadidas, residuos por herbicidas e insecticidas y sabores artificiales, así el paladar detecta un sabor más natural y real, por la concentración del sabor. Notando diferencia entre un producto lácteo proveniente de una vaca tratada con hormonas, en comparación con las de libre pastoreo. Sin embargo, señalan que tienen un periodo de vida más corto (IOM, 2018).

De acuerdo con la CORM (Carnes Orgánicas de México), las características de la carne desde el punto de vista sensorial y estructural es similar al obtenido a través de un sistema de crianza convencional. El sabor de los productos cuidados de manera natural es único, pero durante los procesos de conservación (secado, cristalización, ahumado, etc.) las características se igualan (CORM, 2014; IOM, 2018).

## **1.7 Legislación**

### **1.7.1 Historia de la regulación orgánica en México**

La producción orgánica se distingue de otras formas de producción debido a la existencia de normas y sistemas de certificación uniformes, así el consumidor puede distinguir entre "orgánico", "natural" y otras declaraciones similares, y se evita el engaño de distribuidores. Si bien existen normativas a nivel internacional, hay

legislaciones específicas en cada país (Ricke et al., 2012; Willer y Lernoud, 2015).

Las fechas importantes de la regularización en México, son:

- 1967. Se obtiene el primer certificado de producción orgánica de café en México
- 1989. Se inician exportaciones de productos orgánicos
- 2000-2003. Se elaboran diferentes proyectos de regulación con SAGARPA
- 2003. Se constituye una Comisión Nacional
- 2003-2005. Se construyen acuerdos entre ejecutivo, legislativo y la Comisión Nacional de Productos Orgánicos (CONANP, 2009)

El 7 de febrero de 2006 el gobierno publicó la “Ley de productos orgánicos” que promueve y regula los criterios y/o requisitos para todos los procedimientos llevados a cabo en la producción orgánica. Establece requerimientos de verificación y Certificación para un Sistema de control, y publica la lista nacional de sustancias permitidas, restringidas y prohibidas bajo métodos orgánicos (DOF, 2006).

El 27 de septiembre de 2007 se creó el Consejo Nacional de Producción Orgánica (CNPO), formado por productores, procesadores, comercializadores, consumidores, organismos de certificación orgánica, dependencias de la APF (Administración Pública Federal) como SAGARPA, Procuraduría Federal del Consumidor, Secretaría de Salud (COFEPRIS), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), PROMÉXICO, Secretaría de Economía e instituciones de investigación (Fundación Produce Sinaloa A.C, 2012; CNPO, 2013). La CNPO asesora a la Secretaría, opina sobre instrumentos regulatorios nacionales o internacionales y fomenta la capacitación y el desarrollo de capacidades de Operadores, Organismos de certificación, evaluadores y auditores orgánicos, así como acciones y políticas para el fomento de la producción orgánica. El número de integrantes del Consejo está establecido en el Artículo 12 de la Ley de productos orgánicos (DOF, 2006).

El 1 de abril del 2010 se publicó “El Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos”, con el objeto de reglamentar los lineamientos establecidos en la ley de 2006. Se

establecieron los lineamientos para otorgar a los productos mexicanos un Distintivo Nacional a través de un proceso de certificación (CNPO, 2010).

El 25 de octubre de 2013 se creó el distintivo nacional “ORGÁNICO SAGARPA MEXICO”, el cual es regulado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA ahora SADER) a través del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), que posteriormente el 26 de Junio de 2014, junto con CNPO, dieron a conocer el listado de las primeras certificadoras de orgánicos y alimentos que ostentan el distintivo nacional (DOF, 2013a; CNPO, 2014; SAGARPA, 2014).

El 29 de octubre de 2013 se publicó el "ACUERDO por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias", establece una regulación y un sistema de control nacional en materia de operación/ producción orgánica, biológica o ecológica. La aplicación, interpretación y vigilancia del Acuerdo corresponde a la Secretaría a través de SENASICA (DOF, 2013b).

En el 2020, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) actualizó los “Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias”, con normativas internacionales que le permitirán a México alcanzar acuerdos de equivalencia con Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea; permitirá el libre flujo de productos orgánicos mexicanos con el Distintivo Nacional a los mercados más competitivos del mundo. La actualización se deriva del trabajo entre SENASICA, los organismos autorizados de certificación y el sector productivo, los cuales integran la CNPO (SENASICA, 2020b). El Acuerdo establece estándares en sistemas productivos como el de miel melipona y la producción acuícola, para incorporar a nuevos productores y ampliar la oferta en el mercado nacional (SADER, 2020).

### **1.7.2 Secretaría y Organismos de certificación**

La Ley de Productos Orgánicos establece que la Secretaría tiene como función coordinar las actividades de fomento, promover el desarrollo de la producción orgánica y capacitar a los Operadores, Organismos de Certificación, evaluadores y auditores orgánicos. Publicar y actualizar, con la asesoría y opinión del Consejo, la

lista nacional de sustancias permitidas, restringidas y prohibidas bajo métodos orgánicos; las disposiciones aplicables para todos los procedimientos y las especificaciones para el uso del término orgánico en el etiquetado. Coordinarse con la Secretaría de Economía para gestionar y mantener la equivalencia internacional y promover la apertura en las fracciones arancelarias para productos provenientes de sistemas orgánicos, y así facilitar la comercialización diferenciada (DOF, 2006).

Con el objetivo de garantizar la calidad de los alimentos orgánicos se crearon organismos de certificación (González y Valera, 2017). Los organismos interesados en aprobarse bajo la Ley de Productos Orgánicos deben tener la acreditación ISO 17065 (acreditadora nacional o de otros países) e ingresar su solicitud al SENASICA, junto a los requisitos que se encuentran en la “CONVOCATORIA: para obtener la aprobación como Organismo de Certificación de Productos Orgánicos” (disponible en el Diario Oficial del Federación). Se expedirá la aprobación en un plazo de 90 días hábiles y se le asignará un número de identificación con el que será inscrito en el padrón de Organismos de Certificación Orgánica. Las aprobaciones tendrán vigencia de cinco años, y se les realizará visitas de inspección periódicas de acuerdo con el Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos (DOF, 2010; SENASICA, 2020b). Los Lineamientos para la Operación Orgánica menciona que un Organismo de Certificación Orgánica aprobado por la Secretaría debe expedir el certificado orgánico o el dictamen de negación conforme a LPO, presentar al SENASICA el informe anual, el cual debe comprender una lista de las operaciones atendidas y de evaluadores orgánicos, copia de las constancias que acrediten la capacitación del personal involucrado en el proceso de certificación orgánica, evaluar la conformidad respecto a las disposiciones legales aplicables y cerciorarse de que el operador orgánico continúa cumpliendo con los requisitos exigidos para obtener la certificación (DOF, 2013; SENASICA, 2020b).

El SENASICA reconoce a 21 organismos de certificación de productos orgánicos (**Tabla 1.3**), los cuales verifican el cumplimiento de la Ley de Productos Orgánicos siendo CERTIMEX, la primera certificadora de productos orgánicos a nivel nacional (Pérez, 2014; SENASICA, 2020b).

**Tabla 1.3. Organismos de certificación**

<b>Agricert México, S.A de C.V.</b>	<b>Oregón Tilth INC</b>
<b>México Certificadora Orgánica, A.C.</b>	<b>Kiwa BCS OKO Garantie S de R L de CV</b>
<b>Transcanada Organic Certification Services México, S.C</b>	<b>NSF de México S de RL de CV</b>
<b>Organic Crop Improvement Association International, A.C (OCIA. A.C.)</b>	<b>Verificación y Certificación PAMFA AC</b>
<b>CCOF Servicios de Certificación, S. de R.L. de C.V.</b>	<b>Certification of Environmental Standards de Mexico SA de CV</b>
<b>Certificadora Mexicana de productos y Procesos Ecológicos, S.C. (CERTIMEX, S.C.)</b>	<b>Compañía de Servicios Control Unión de México S A de C V</b>
<b>Mayacert México, S.C.</b>	<b>Eco Cert México S de RL de CV</b>
<b>Metrocert, S.A. de C.V.</b>	<b>Asociación de Normalización y Certificación AC</b>
<b>Instituto para el Mercado Ecológico, S.A. de C.V.</b>	<b>Primus Auditing Operations Mexico S de RL de CV</b>

Modificado de SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2020.

### **1.7.3 Operador orgánico y Plan Orgánico**

De acuerdo con la Ley de Productos Orgánicos, el operador orgánico es una persona o grupo de personas que realizan una operación orgánica; debe tener un Plan Orgánico desde el inicio de la conversión o al momento de solicitar la certificación. En este documento se detallan las etapas de la producción y el manejo orgánico (DOF, 2006), debe actualizarse anualmente y proporcionar la siguiente información conforme a los Lineamientos para la Operación Orgánica (DOF. 2013b):



- Origen del animal, movimientos dentro de la unidad, transporte, matanza, el plan sanitario en la prevención y manejo de enfermedades, heridas y problemas reproductivos, los tratamientos y medicinas administradas, los períodos de cuarentena e identificación de los animales; los piensos proporcionados y su origen (OMS y FAO, 2007)
- Todas las raciones de alimentos, aditivos, y suplementos deben estar listadas con nombre completo de la marca, formulación (Hale y Coffey, 2015).
- Descripción completa de la unidad, los procedimientos que se realizan, las actividades en el periodo de conversión, las prácticas de conservación, las prácticas administrativas
- Registros de rastreabilidad del producto orgánico, desarrollo del flujo de cada lote de producto orgánico comercializado, exportado o importado
- Barreras físicas para mantener la integridad orgánica y prevenir mezcla con productos no orgánicos en una operación paralela. En este caso presentar un sistema de separación confiable. La herramienta y maquinaria diferenciarse de la utilizada en la actividad convencional y de no ser posible ser limpiada para prevenir contaminación.
- En tratamientos alopáticos de síntesis química, registrar las sustancias farmacológicas activas que contiene e información del diagnóstico, dosis de aplicación, método de administración, duración del tratamiento y el tiempo para la eliminación de las sustancias o sus residuos en los animales.
- La lista de las sustancias y materiales usados, su composición, fuente y documentación comercial disponible, proveedores y compradores
- Identificar al proveedor, al vendedor, exportador o al importador de los productos
- La naturaleza y las cantidades de productos orgánicos que hayan ingresado, almacenado y salido de la unidad, las condiciones al momento de la recepción (DOF, 2013)

Un plan bien preparado y los registros detallados hacen que las inspecciones sean más fáciles y permiten al productor realizar una auditoría anual de su plan y cambios cuando sea necesario. Por lo que deberán permitir en la inspección el acceso a toda la unidad, mostrar la documentación de registros y cuentas, las instalaciones empleadas para la preparación, envasado y almacenamiento de los productos, así como las instalaciones que el operador contrate a un tercero. Presentar los resultados de sus programas de control de calidad, y si sus productos son de importación, los importadores y primeros destinatarios presentarán la información y documentación de respaldo (OMS y FAO, 2007; Lee y Baier, 2011; DOF, 2013b).

#### **1.7.4 Inspección**

La inspección orgánica es la evaluación a la unidad de operación que realiza la Secretaría o el Organismo de Certificación, es necesaria a lo largo de toda la cadena alimentaria para comprobar que el producto etiquetado se ajuste a las prácticas, y debe realizarse conforme al Plan orgánico. Se inspeccionan todas las instalaciones: las parcelas, pastizales, zonas de ejercicio, zonas de descanso, locales para el almacenamiento de los productos vegetales y/o animales, materias primas, insumos, almacenamiento de estiércol; verificando en campo que la información contenida en el Plan Orgánico corresponda. Así lo establece los Lineamientos para la Operación Orgánica (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013; DOF, 2020).

El inspector deberá verificar que el operador que procese, envase y/o comercialice en la misma unidad, mantenga el control total de su producción, que no produzca de forma convencional animales iguales en variedad, especie o raza a los producidos en forma orgánica; verificará la aplicación de prácticas agronómicas para la protección del suelo. Y debe garantizar la confidencialidad de la información que se le proporciona (CONANP, 2009; DOF, 2013b).

Cuando se aplican por primera vez los arreglos de inspección, el operador y el organismo de certificación debe redactar y firmar un documento que comprenda una descripción completa de la unidad. Cada año, antes de la fecha indicada por el organismo inspector, el operador debe notificar al organismo de certificación calendario de producción pecuaria (OMS y FAO, 2007).

Cuando se identifique riesgo potencial de contaminación, como presencia de bolsas o envases de agroquímicos, que indique la posible utilización de sustancias, materiales, ingredientes e insumos que no son permitidos, el inspector podrá tomar muestras para análisis de laboratorio y determinar residuos. También cuando las operaciones se encuentren cerca a fuentes de contaminación, situación plasmada en el Plan Orgánico (DOF, 2013; DOF, 2020).

Para determinar el nivel de riesgo, el inspector tomará como medida preventiva de control los siguientes criterios:

- I. El número total de productores orgánicos certificados y su ámbito
- II. Antigüedad en la producción orgánica del productor
- III. Superficie, ubicación geográfica y número de las unidades de producción orgánica
- IV. Número de unidad productiva acorde a su ámbito
- V. Dispersión de las unidades de producción en un grupo de productores
- VI. Importancia económica del producto (oferta, demanda, valor, susceptibilidad a enfermedades o plagas)
- VII. Barreras de amortiguación para evitar contaminación de la unidad productiva
- VIII. Disponibilidad y suministro de agua
- IX. Sistema de producción en unidades de producción colindantes
- X. Producción paralela
- XI. Complejidad de la cadena de valor; cantidad de productos producidos y/o procesados;
- XII. Historial de incumplimientos
- XIII. Denuncias
- XIV. Consistencia de la información suministrada en el proceso de certificación

- XV. Número de proveedores de materia prima y/o procedencia de la misma, cambio o integración de nuevos proveedores
- XVI. Resultados positivos a sustancias prohibidas
- XVII. Consistencia en el balance de masas;
- XVIII. Consistencias en los registros que presenta como evidencia para la rastreabilidad;
- XIX. Integración de nuevos productores a un grupo de productores o parcelas en el caso de productores individuales;
- XX. Contratación externa de procesadoras o maquiladoras,
- XXI. Análisis de riesgos internos y los resultados de dicho análisis.

El organismo de certificación calculará el nivel de riesgo considerando como mínimo las fracciones antes señaladas y los niveles de riesgo asociados de acuerdo con:

- a) Riesgo bajo: Incumplimiento no intencional, hay fallo en la implementación de la Ley de Productos Orgánicos, tipo administrativo, sin afectación a la integridad orgánica del producto y operación certificada.
- b) Riesgo medio: Incumplimiento no intencional o intencional, afectación a la integridad de un producto orgánico o un lote certificado, sin afectación a la integridad orgánica de la operación orgánica certificada en su conjunto.
- c) Riesgo alto: Incumplimiento no intencional o intencional, afectación a la integridad de un producto orgánico o lote certificado, afectando a la integridad orgánica de la operación orgánica certificada en su conjunto.

Los criterios de medidas preventivas y los niveles de riesgo son parte de los Lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias publicado por el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2020).

El inspector debe realizar un informe con el resultado del cumplimiento o incumplimiento, y en función de los puntajes obtenidos, el organismo de certificación programará inspecciones adicionales aleatorias, no anunciadas (DOF, 2020).

Son infracciones cuando el Operador comercialice o etiquete como "orgánico", sin cumplir con lo establecido en la Ley de Productos Orgánicos y utilicen sustancias prohibidas, también que un organismo certifique como orgánico un producto que no cumpla con la Ley; o se alteren las condiciones de integridad orgánica (DOF, 2006).

#### **1.7.5 Sustancias Permitidas para la Operación Orgánica Agropecuaria**

La Lista Nacional de Sustancias Permitidas que se encuentra en el ACUERDO por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias, comprende a las sustancias, materiales, productos, insumos, métodos e ingredientes referidos por nombre genérico; clasificados como permitidos, restringidos y prohibidos en toda la cadena productiva, publicado en el Diario Oficial de la Federación por la Secretaría cada año; podrán ser etiquetados con la leyenda "para utilizarse en operaciones orgánicas" y los que no se indiquen en la Lista Nacional serán considerados como prohibidos (DOF, 2013b; DOF, 2020). Son sometidos a un proceso de evaluación para compatibilidad con los principios de la Producción Orgánica. Se evalúa si son necesarios para el rendimiento de cosecha, calidad del producto, protección ecológica, bienestar animal, que no produzcan efectos dañinos a la salud humana y animal, al ambiente, organismos del suelo, contaminación inaceptable del agua, aire o suelo durante la manufactura, y que no existen alternativas disponibles autorizadas en la Lista (DOF, 2013b).

La Ley de Productos Orgánicos prohíbe en toda la cadena productiva, el uso de materiales, productos, ingredientes o insumos que provengan o hayan sido producidos a partir de Métodos excluidos (nanotecnología) u organismos obtenidos o modificados genéticamente (DOF, 2006).

La materia prima de origen vegetal, animal, microbiano o mineral pueden someterse a procesos físicos (precipitación, método térmico), mecánicos (extracción con agua, etanol, aceites vegetales o animales, vinagre, dióxido de carbono, nitrógeno o ácidos carboxílicos, refinamiento sin tratamiento químico) y biológico/enzimáticos, microbianos (fermentación, compostaje). Se usan en aplicación al suelo o a los vegetales para mantener la fertilidad o la nutrición; en el manejo o control ecológico de plagas, enfermedades, hierbas no deseables de cultivos o de los vegetales; para la producción animal, según las especies y condiciones específicas; plantas o

instalaciones de procesamiento, y para el procesamiento de los productos orgánicos como ingredientes, aditivos, coadyuvantes de elaboración, preparación y conservación (DOF, 2013b).

De acuerdo con la Ley de Productos Orgánicos, las sustancias, materiales, semillas, material vegetal y/o insumos destinados a la producción orgánica podrán ser importados si están permitidos e incluidos en la Lista Nacional, o incluidos en las regulaciones internacionales en materia de alimentos orgánicos de los países de origen y con los cuales la Secretaría reconozca equivalencia (DOF, 2006).

### **1.7.6 Certificaciones**

La certificación orgánica podrá realizarse directamente por la Secretaría, o a través de un Organismo de Certificación. Esta certificación constata que los sistemas de producción, manejo y procesamiento de productos orgánicos se ajustan a los requisitos establecidos en la Ley de Productos Orgánicos y los Lineamientos para la Operación Orgánica (tales requisitos se especificarán en los capítulos siguientes del presente trabajo), posibilita la trazabilidad del producto y permite dar al consumidor garantías de las características del producto, representando un elemento de confianza y satisfacción, por lo que la principal justificación para no certificar los productos son los altos costos, ya que obtener la certificación implica una fuerte inversión para los productores porque tienen que financiar la solicitud, proceso de acreditación, impresión y etiquetado del distintivo, así como las cuotas anuales (DOF, 2006; DOF, 2010; Valera, 2012; López, 2019).

Todo operador orgánico interesado en certificar su operación orgánica, renovar, ampliar su certificación o iniciar el periodo de conversión, deberá solicitar mediante formato O-SQ-F-01 o el que aplique el organismo de certificación, y el formato O-SQ-F-02 para recertificación de su operación orgánica (DOF, 2020) y se deberá adjuntar el Plan Orgánico, indicando la actividad agropecuaria de interés a certificar o reducción del periodo de conversión (DOF, 2013b).

Sobre la base de las tarifas diarias y el tamaño de la unidad, la certificadora calcula el costo de la certificación y se firma el contrato acordándose la fecha de la

inspección (CONANP, 2009). Para la obtención de la certificación "Orgánico México", se debe:

1. Implementar las prácticas orgánicas de la Ley de Productos Orgánicos y normativas adicionales; y acreditar que el producto cumplió con período de conversión (DOF, 2010).
2. Establecer un Plan Orgánico y presentarlo junto con la solicitud.
3. Contactar a un Organismo de Certificación Orgánica aprobado por el SENASICA.

La Secretaría o el Organismo de Certificación Orgánica realizará al menos una inspección orgánica en la que se verificará el cumplimiento de la normativa, y emitirá una respuesta a la solicitud del operador en un plazo máximo de treinta días hábiles. En caso de que el Operador Orgánico no cumpla con la información solicitada lo deberá de prevenir en un plazo máximo de veinte días hábiles, para que subsane la prevención realizada, en caso contrario se tendrá por desechada la solicitud de certificación o ubicará al operador en periodo de conversión cuando no cumpla con los requerimientos para certificación (DOF, 2020).

Después de revisar el resultado de la inspección y no haber observaciones emitirá el certificado orgánico para el uso del Distintivo Nacional. El certificado otorgado incluirá nombre y domicilio del operador, número de identificación como operador orgánico asignado por el Organismo, número del certificado, producto(s) certificado(s), superficie y ubicación del área donde se realiza la producción orgánica, domicilio y número de identificación del Organismo; lugar y fecha de expedición de vigencia, máxima de un año y podrá ser renovada hasta con treinta días hábiles anteriores a la conclusión de la aprobación (DOF, 2010; DOF, 2013b).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) ha certificado más de mil 600 productos orgánicos de origen vegetal y animal que se producen en el campo mexicano, más de 46 mil productores, principalmente medianos y pequeños, fabrican estos insumos en donde mil 170 de ellos son alimentos procesados. El SENASICA informó que existen en el país 331 mil 466

hectáreas certificadas para la producción de alimentos orgánicos en las 32 entidades federativas (Arias, 2020).

#### **1.7.5.1 Certificación Participativa**

La certificación participativa surge como una alternativa para la producción familiar o los pequeños productores que quieren acceder a mercados de comercialización local y que están organizados a través de la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos, no cuentan con recursos económicos para pagar un servicio de certificación, por lo que los costos son mínimos y se cubren con trabajos voluntarios, cooperación de socios y donaciones, cuota de mantenimiento o pago del espacio donde se ubica el tianguis o mercado. La Ley de Productos Orgánicos promueve este tipo de certificación para lo cual la Secretaría emite las disposiciones para su regulación y puedan comercializarse como orgánicos en el mercado nacional (DOF, 2006; CONANP, 2009; Ortigoza, 2010; Gutiérrez et al., 2013b).

El grupo de productores integrará un Comité de Certificación Orgánica Participativa, que actuará con base en los principios de: transparencia, descentralización, horizontalidad, participación, confianza, aprendizaje, soberanía alimentaria, adaptabilidad y simplificación. El Comité podrá integrar la participación de consumidores, técnicos y de la sociedad civil que cuenten con conocimiento de la LPO. Sus tareas serán definir, elaborar y aplicar los procedimientos concretos de la certificación orgánica participativa, de acuerdo con las características sociales y agroecológicas regionales; elaborar cuestionario con: Historial de cultivo y actividades realizadas en la unidad de producción, diseñar plan de manejo orgánico y el mapa de la unidad de producción agropecuaria; garantizar el cumplimiento de los principios de la certificación participativa, participar en el intercambio de experiencias a nivel nacional o internacional y ofrecer capacitación y/o apoyo para la Certificación Orgánica Participativa, a Comités sin la experiencia suficiente. El Comité programará una visita de inspección, donde se hará un recorrido de verificación a la unidad de producción, señalando los puntos básicos a observar como el control orgánico y de higiene. Los operadores tendrán registros de su operación orgánica de mínimo 5 años. El comité llenará el reporte de la inspección orgánica donde se plasmen los cumplimientos e incumplimientos y tendrá como



máximo un mes para la entrega del certificado orgánico participativo o la carta de negación de la certificación. Se le podrá ofrecer asesoría y capacitación y emitirá un certificado orgánico participativo una vez que el operador cumpla con los requisitos. Puede aplicar acciones correctivas cuando se detecte que comercializa productos como orgánicos sin la certificación, como el retiro del término orgánico a los productos, lotes, o toda la producción, durante un periodo sujeto a juicio de la Secretaría o del Organismo de Certificación Orgánica (DOF, 2013b, DOF, 2020).

La Secretaría o el Organismo de Certificación Orgánica para aplicar una certificación participativa, mantendrán actualizada la lista, con los nombres y las direcciones de los operadores certificados, suspendidos o cancelados. Realizará visitas de inspección periódicas (mínimo una vez al año) para constatar que cumplen con los requisitos bajo los cuales se les otorgó el reconocimiento, así como con las disposiciones derivadas del mismo (DOF, 2020), teniendo en cuenta resultados de certificaciones anteriores, la cantidad de productos afectados, el riesgo de sustitución de productos o denuncias por terceras partes. Deberá incluir una revisión física completa de las instalaciones y la documentación del comercializador (DOF, 2013). El Reconocimiento que otorgue el SENASICA a los Sistemas de Certificación Orgánica Participativa, será de 5 años; y la Secretaría u organismo de certificación deberá guardar la confidencialidad de información que obtengan en la inspección.

#### **1.7.7 Envasado y etiquetado**

Los materiales de empaque y envasado deben proteger la integridad orgánica del producto, ser de grado alimenticio y estar libres de sustancias y/o materiales prohibidos. Se debe utilizar materiales que en su fabricación, uso y desecho se reduzcan los efectos negativos sobre el medio ambiente, o hayan sido fabricados con materiales renovables, biodegradables o para el empaquetado de reciclables (OMS y FAO, 2007). No utilizar materiales de empaque y envases que hayan contenido productos agropecuarios convencionales o que provengan de métodos excluidos o contengan soldadura de plomo. Se permite la soldadura y lámina hechas de 95% de estaño y con un grado alimenticio libre de cadmio.

Para la venta en mercados locales, el cartón y el papel son ideales, ya que son de origen natural y por lo tanto biodegradables. Es más sustentable entregar los productos en bolsas de papel bond o papel couché y cerrarla con una etiqueta. Además, hay casos de empaques de doble función, que después de cumplir con la función primaria de proteger al producto, sirve para algo más: una maceta, un adorno, un juguete, entre otras cosas (Pochteca, 2014).

Los envases deben tener plasmadas la identificación del comercializador y algún sistema de números o códigos que permita reconocer o identificar dicho lote con su documento de control o su equivalente; y señalamientos que muestre clara separación para evitar posibilidad de mezcla con productos distintos y permita la rastreabilidad del producto (DOF, 2013b).

El etiquetado de los alimentos constituye el principal medio de comunicación entre los productores y vendedores de alimentos, y por compradores y consumidores, por lo que las expresiones orgánico, ecológico, biológico y las denominaciones con prefijos bio y eco, en las etiquetas de los productos, se consideran como sinónimos y son términos equivalentes para fines de comercio nacional e internacional. La impresión exterior o etiquetado deberá consistir en tintas y adhesivos no tóxicos y no debe tener contacto con el producto (DOF, 2006; OMS y FAO, 2007).

Sólo los productos que cumplan con la Ley de Productos Orgánicos podrán ser identificados con el término "orgánico" o denominaciones equivalentes en el etiquetado, así como en la declaración de propiedades, incluido el material publicitario y los documentos comerciales y puntos de venta (DOF, 2006). Para productos frescos o no procesados, el operador debe declarar en sus etiquetas:

- **"100% Orgánico"** si el 100% de los ingredientes son producidos orgánicamente, excluyendo agua y sal. Exento de las sustancias de la Lista Nacional.
- **"Orgánico"** si mínimo 95% de los ingredientes son producidos orgánicamente, excluyendo agua y sal. Puede contener máximo 5% de

ingredientes de la Lista Nacional cuando no estén disponibles en forma orgánica (DOF, 2020)

El operador debe poner el código de control de reconocimiento del organismo que certifica el producto, el número de certificado o código del operador y la leyenda "Libre de Organismos Genéticamente Modificados" o "No OGM" o "Producido sin OGM" (DOF, 2020).

Para productos procesados y empacados, el operador debe declarar en etiquetas:

- **"100% Orgánico"** (o declaración similar), si contiene el 100% de ingredientes producidos orgánicamente, excluyendo agua y sal. Y mostrar la lista de ingredientes orgánicos.
- **"Orgánico"** (o declaración similar) si contiene mínimo 95% de ingredientes orgánicos, excluyendo agua y sal. Puede contener máximo 5% de ingredientes de la Lista Nacional cuando no estén disponibles en forma orgánica. No debe contener sulfitos añadidos y debe mostrar una declaración de ingredientes.

Indicar nombre y dirección del elaborador (empacador, distribuidor, importador, etc.) del producto terminado, la declaración: "Certificado como orgánico por..." o frase similar, nombre de la Secretaría u organismo de certificación. Puede portar el distintivo nacional y/o el/los sello(s) de la Secretaría o del organismo de certificación orgánica. Mostrar el domicilio comercial, dirección de Internet o número de teléfono de la Secretaría o del organismo de certificación.

- **"Elaborado con..." o "Hecho con..." X Ingredientes Orgánicos** (o declaración similar) si contiene mínimo 70 % de ingredientes orgánicos, excluyendo agua y sal. No debe contener sulfitos añadidos, excepto el vino (puede contener dióxido de azufre) y puede contener máximo 30% de ingredientes no orgánicos siempre y cuando no se trate del mismo ingrediente orgánico. Mostrar el "X% orgánico" o "X% de ingredientes orgánicos" El domicilio comercial, dirección de internet o número de teléfono de la Secretaría, o del organismo de certificación orgánica.

- **Contiene algunos ingredientes orgánicos**, si contiene mínimo 70% de ingredientes orgánicos, excluyendo agua y sal. Puede contener ingredientes agrícolas producidos no orgánicamente, siempre y cuando no se trate del mismo ingrediente orgánico y convencional, y otras sustancias, incluyendo levaduras.

La etiqueta no deberá mostrar el término "orgánico" en el etiquetado frontal, ni portar el Distintivo Nacional. El ingrediente orgánico deberá identificarlo en la declaración de ingredientes. No deberá incluir logotipos, sellos o marcas del organismo de certificación orgánica, que represente la certificación del ingrediente orgánico que contiene el producto (DOF, 2020).

Los productos de granjas en transición a métodos de producción orgánica sólo podrán ser etiquetados como "en transición a orgánicos" después de 12 meses de producción empleando métodos orgánicos.

Las especificaciones generales de etiquetado de alimentos agropecuarios se ajustarán a lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, como la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados (DOF, 2013a).

#### **1.7.7.1 Distintivo Nacional**

El Distintivo Nacional "Orgánico México" es una marca registrada que avala que los alimentos cumplen con los criterios de producción orgánica establecidos en la Ley de Productos Orgánicos; da confianza y credibilidad a los consumidores sobre la calidad de los alimentos que consume (López, 2019). Es una composición gráfica y tipográfica con un dibujo de un pez azul, una mano verde y una flor amarilla; y las palabras ORGÁNICO MÉXICO envolviendo de forma circular el dibujo.



**Figura 1.1** Distintivo Nacional "ORGÁNICO MÉXICO"

Fuente: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2021

En la impresión se debe mantener un área de protección alrededor. El tamaño de 2.0 cm o menos dependiendo el tamaño del empaque, pero mayor que los logotipos nacionales y privados que ponga el operador. Debe estar en la parte frontal o lateral del empaque, seguido de la leyenda "Certificado por:" o "CERTIFICADO POR:"

Los operadores que deseen utilizar el distintivo nacional presentarán solicitud mediante formato anexo ante el organismo que lo certificó o ante la Secretaría, indicando: el tipo de producto a etiquetar, el volumen y el ciclo de producción a que corresponde dicho producto, copia de certificación orgánica vigente para el (los) producto(s) que portarán el Distintivo Nacional.

El organismo que lo haya certificado o la Secretaría, evaluará la solicitud del operador; si cumple con los criterios, se emitirá la autorización del uso del Distintivo Nacional en un periodo de 15 días hábiles, y en caso de no cumplir con la información requerida la Secretaría lo prevendrá en un plazo máximo de cinco días hábiles y el operador contará con un plazo de 10 días para solventar y complementar con la información. El uso no implicará un costo adicional y no se autoriza para productos en conversión a orgánico.

Los operadores que puedan utilizar el Distintivo Nacional tendrán que llevar el registro de flujo de producto y si se les retira la certificación, deben suspender su uso hasta obtener la certificación orgánica. En caso de incumplimiento, los productos deberán ser retirados del mercado, pudiendo ser comercializado como producto convencional y si ostentan el Distintivo Nacional sin estar registrados en el padrón nacional de productores orgánicos, se podrán denunciar y se impondrán las sanciones administrativas y/o penales que procedan (DOF, 2013a).

### **1.7.8 Exportación**

La Secretaría se coordina con la Secretaría de Economía para efectuar las gestiones ante las autoridades competentes en los países a los que se exportan productos orgánicos. Realiza la evaluación de los sistemas de control aplicados en los países solicitantes de un acuerdo de equivalencia conforme a los Lineamientos de la Operación Orgánica, y una vez obtenido el acuerdo de equivalencia, implementa medidas necesarias que deben observarse. La lista de países cuya

regulación y sistemas de control aplicados sean reconocidos como equivalentes, es publicada en la página electrónica de la Secretaría (DOF, 2010).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) estableció el Programa Orgánico Nacional (NOP) que se dedica a implantar los estándares para los productos orgánicos, mantiene datos de todos los procesos orgánicos y realiza inspecciones para verificar cumplimiento. Para exportar a los Estados Unidos se necesita un certificado NOP y deben identificar sus mercancías con el sello oficial “USDA Organic” en la etiqueta cuando un producto es 100% orgánico o hecho con mínimo 95% de ingredientes orgánicos. Los productos con 70-94% de ingredientes orgánicos no pueden utilizar este sello, pero pueden ser etiquetados como "Made with Organic Ingredients" (DOF, 2013a; Constance, 2014; USDA, 2016).

En el 2020, México avanza en la armonización de la LPO con normativas internacionales que le permiten alcanzar acuerdos de equivalencia con países como Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea. Lo que significa que con una sola certificación pueden comercializar sus alimentos en diferentes mercados del mundo. Lograr la equivalencia agilizará los procesos de intercambio comercial de productos orgánicos entre México y EUA; y promoverá la identidad de los productos orgánicos mexicanos reduciendo costos de certificación, ya que algunas limitantes de exportar productos orgánicos, es que para la mayoría de los productores certificados es difícil cumplir con las normas internacionales, por lo que comercializan sus productos en el mercado nacional (SADER, 2016; La Redacción, 2020; SENASICA, 2020a).

### **1.7.9 Importación**

Para realizar importaciones, la Ley de Productos Orgánicos establece que los productos orgánicos deberán acompañarse de certificado orgánico o su equivalente en su país de origen, deberá provenir de países en los que existan regulaciones y sistemas de control equivalentes a las existentes en México, o deberán estar certificados por un Organismo de certificación orgánica aprobado por la Secretaría (DOF, 2006). La mercancía estará acompañada de un documento de control hasta los locales del primer destinatario; y el importador mantendrá éste y una copia del

certificado a disposición del Organismo de Certificación Orgánica para fines de inspección, según el Reglamento de la LPO (DOF, 2010; DOF, 2013b).

La Secretaría y dependencias de la Administración Pública Federal, deberán verificar en los puertos, aeropuertos y fronteras, que el producto cuente con el certificado orgánico o equivalente, el documento de control, la revisión física del producto y constatar que la documentación ampara el producto, verificando que se cumpla con lo dispuesto por la Ley de Productos Orgánicos, las normas oficiales mexicanas y los Lineamientos de la Operación Orgánica (DOF, 2010). La integridad orgánica del producto debe mantenerse desde la importación hasta su llegada al consumidor. Los productos orgánicos importados que no se ajusten a los requisitos de esta Ley y sus disposiciones, perderán su condición de orgánicos (DOF, 2006).

Los países extranjeros que deseen obtener el reconocimiento de equivalencia con México tienen que ponerse en contacto con SENASICA para la evaluación de la equivalencia. Se tendrá en cuenta las directrices CAC/GL 32 del Codex Alimentarius al examinar las solicitudes de reconocimiento, se solicitará al país interesado toda la información necesaria y expertos examinarán in situ las regulaciones en materia de productos orgánicos y las medidas de control aplicados en el país de origen. El informe contendrá información realizada sobre las revisiones documentales, las auditorías en oficina, incluidas las instalaciones críticas, y las auditorías presenciales efectuadas, en función del riesgo. La Secretaría antes del 31 de marzo de cada año, o en el plazo establecido en el acuerdo de equivalencia, solicitará a los países de origen reconocidos un informe conciso, relativo a la aplicación y el cumplimiento de las disposiciones de control establecidas en dichos países. Basándose en los informes, la Secretaría examinará todas las solicitudes de reconocimiento presentadas por una autoridad u organismo de control del país de origen, y si cumplen con la Ley de Productos Orgánicos y cuentan con un documento de control orgánico o su equivalente expedido por la autoridad podrán comercializarse como productos orgánicos (OMS y FAO, 2007; SENASICA, 2013; DOF, 2013b).

## CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN DE CARNE ORGÁNICA EN MÉXICO

### 2.1 Origen y reproducción de los animales

Todo el ganado debe ser identificado individualmente, o por rebaño o hato, teniendo cuentas escritas y/o documentarias que permita rastrearlo (OMS y FAO, 2007).

El ACUERDO por el que se dan a conocer los Lineamientos de la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), establece que los Operadores orgánicos al seleccionar a los animales toman en cuenta la capacidad para adaptarse a las condiciones del entorno, al clima y la resistencia a enfermedades y parásitos comunes en el área para prevenir problemas zoonos, dan preferencia a los animales criollos sin ignorar que hay razas que se encuentran adaptadas a los diferentes climas en México y los animales menos adaptados serán descartados. Las garrapatas prefieren a las pieles delicadas y finas, mientras que las moscas tienen preferencia por las zonas oscuras de los animales (DOF, 2013b; Hale, 2015; SENASICA, 2017).

Los animales deben proceder de unidades de producción orgánica, pero se pueden introducir animales de sistema no orgánico cuando la Operación Orgánica apenas inicia y no dispone cantidad suficiente de animales. Las edades se indican en la **Tabla 2.1** de acuerdo con los Lineamientos de la Operación Orgánica (DOF, 2013b).

**Tabla 2.1 Edades de animales para su incorporación al sistema orgánico**

<b>Especie</b>	<b>Edades</b>
Pollitas para producción de huevos	máximo 18 semanas (DOF, 2013)
Aves de corral para producción de carne	menos de doce días (DOF, 2020)
Terberos para reproducción	desde el momento del destete o menos de seis meses (DOF, 2013)
Lechones para reproducción	desde el momento del destete y que pesen menos de 35 kg (DOF, 2020)

Modificado del Acuerdo de Lineamientos 2013, 2020. (DOF, 2013b; DOF, 2020).



Debe quedar registrado y llevar a cabo un periodo de conversión según los Lineamientos de la Operación Orgánica (capítulo 2.2) (CODEX, 2007; DOF, 2013b).

En operaciones certificadas, cuando el productor demuestre al organismo de certificación que no se dispone de ganado, puede realizar renovación o reconstitución del hato, rebaño o parvada, por razones como:

- Reducción de la población animal debido a la aplicación de medidas zoonosanitarias por parte de la Secretaría.
- Elevada mortalidad de animales por enfermedad o catástrofe (DOF, 2013b).
- Dificultad para obtener reproductores orgánicos por la existencia de un patrimonio genético reducido, que limite el desarrollo del sector, o haya riesgo de consanguinidad por falta de machos y hembras orgánicos (OMS y FAO, 2007; SENASICA, 2017).

Podrá introducir un número limitado de animales no orgánicos machos y hembras nulíparas. El número de hembras será máximo el 10% del ganado adulto bovino, y 20% del ganado adulto porcino y ovino. En unidades con menos de diez animales de la especie bovina, o menos de cinco animales de la especie porcina u ovina, la renovación será de máximo un animal por año. Los porcentajes podrán aumentarse el 40% cuando haya una importante ampliación de la granja, se proceda a un cambio de raza, se inicie una nueva especialización ganadera, o haya razas que estén en peligro de abandono o en extinción. En todos los casos deben ser criados en forma orgánica al menos un año (SENASICA, 2017).

Las razas de aves varían con respecto a la temperatura en el que prosperan. Algunas se desempeñan mejor en climas fríos, otras toleran mejor el calor. Algunas son mejores forrajeras, otras crecen más rápido. Los productores deben buscar un equilibrio de características deseadas (Baier, 2015). Se deben cumplir las disposiciones de Salud Animal en aves orgánicas y no orgánicas, incluyendo las notificaciones obligatorias (como influenza aviar) (SENASICA, 2017).

Una cerda reproductora comprada de una granja convencional puede dar a luz cerditos orgánicos si la cerda es manejada en forma orgánica desde el último tercio

de la gestación, pero la cerda no podrá calificar como animal de carne certificado orgánico por USDA (Hale, 2015).

Los lineamientos mencionan que la reproducción deberá basarse en métodos naturales (prácticas de monta natural) sin el uso de hormonas o sustancias que induzcan o sincronicen el celo, sin reproducción artificial o asistida, ni técnicas de cruce que empleen la ingeniería genética como la clonación, la transferencia de embriones, otros (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013b; Hale y Coffey, 2015; SENASICA, 2017). Cuando sea necesario realizar inseminación artificial porque el peso del macho significa algún riesgo para la integridad física de la hembra, u otra razón, se solicitará autorización por escrito y dando justificación al Organismo de Certificación Orgánica, y una vez otorgada, tendrá una vigencia de tres meses (FIRCO, 2017b).

## **2.2 Conversión de áreas y animales a la producción orgánica**

La Ley de Productos Orgánicos menciona que los productos orgánicos deben pasar por un periodo de conversión, que transcurre desde el comienzo de la producción orgánica a la certificación orgánica. Los productos obtenidos en este periodo no podrán ser certificados ni identificados como orgánicos (DOF, 2013; FIRCO, 2017b; SENASICA, 2017). Se podrá reconocer el periodo de conversión cuando las tierras y parcelas destinadas a producción de forrajes y granos, y áreas de pastizales para pastoreo no sufrieron riesgo de contaminación, no son de agricultura convencional y no se utilizaron materiales y/o sustancias prohibidas en los 3 años anteriores. Esta información debe estar en la historia del campo y/o análisis aplicados al suelo y/o las plantas (SENASICA, 2017). La conversión implica reducir la dependencia de insumos manufacturados externos, productos químicos, sustituyéndolos con insumos naturales y procesos ecológicos, así como permitir desarrollar un comportamiento natural de los animales (Maldonado et al., 2013; Arias, 2015).

Cuando las parcelas o el terreno ya están bajo manejo orgánico y han cumplido el tiempo de conversión, los animales de origen convencional tendrán que pasar por un periodo de conversión mostrado en la **Tabla 2.2**, conforme a los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias. Dependerá de la especie, sexo, tipo de producción y etapa fisiológica (DOF, 2013b).

**Tabla 2.2 Periodo de conversión para bovino, porcinos, ovinos y aves.**

<b>Especie</b>	<b>Periodo de conversión</b>
Bovinos para producción de carne	Mínimo 12 meses, o durante tres cuartas partes de su vida
Porcinos	Mínimo 6 meses
Bovinos y ovinos para producción de leche	Mínimo 6 meses
Aves de corral para producción de carne	Mínimo 7 semanas, introducidas antes de los 12 días de vida (DOF, 2020)
Aves de corral para producción de huevo	Mínimo 6 semanas

Modificado del Acuerdo de Lineamientos 2013 (DOF, 2013b).

Si la unidad de producción se va a convertir de manera simultánea, los tiempos de conversión de las áreas pueden reducirse a los tiempos de conversión de los animales, siempre que éstos se alimenten con productos de la unidad de producción (DOF, 2013b, SENASICA, 2017). La Secretaría o el Organismo de Certificación podrá decidir en ciertos casos (dos años o más de barbecho) si prolongar o reducir este período (OMS y FAO, 2007). Las zonas de los alojamientos para aves y porcinos, podrá reducirse a seis meses, cuando no se aplicaron sustancias prohibidas al menos durante un año previo (DOF, 2013b, FIRCO, 2017b).

### **2.3 Alimentación de animales**

La alimentación de la producción animal orgánica debe garantizar su calidad, proporcionar una dieta equilibrada que satisfaga las necesidades fisiológicas de los animales y cumpla con los requerimientos nutricionales en sus diferentes etapas de desarrollo (DOF, 2020), mantener el alimento limpio, protegido de factores que disminuyen su calidad, como la humedad, que puede permitir el crecimiento de microorganismos no deseables; y el exceso de calor, que degrada vitaminas. Así como prevenir pérdida de alimento y la introducción de patógenos a través de heces

de roedores. La rotación de cultivos y variedad de pastos ayuda para lograr la diversidad en la dieta (Baier, 2015; SENASICA, 2017). Los lineamientos prohíben:

- La alimentación forzada como el uso de estimulantes para el apetito que favorecen problemas metabólicos, o sustancias para estimular el crecimiento (DOF, 2020).
- La exposición a la luz en pollos, de manera intermitente, para alimentación continua de día y noche.
- El uso de implante y cualquier sustancia prohibida para engorda, como antibióticos, coccidiostáticos sintéticos, promotores de crecimiento como hormonas, aminoácidos sintéticos, excepto la metionina sintética para aves (DOF, 2013b; DOF, 2020).
- Someter a dietas que pueda favorecer la aparición de anemias.
- Medicamentos sin fines terapéuticos (SENASICA, 2017b).
- Uso de arsénico como estimulante y como control de parásitos protozoarios.
- Uso de suplementos o aditivos en cantidades sobre lo que se necesita (Hale, 2015).
- Materias primas de origen animal provenientes de la matanza (carne, sangre, piel, huesos, vísceras) excepto la leche y derivados de la acuicultura y pesca (DOF, 2020).
- Usar sustancias prohibidas y subproductos de mamíferos y aves (cebo, grasa, harina de carne y hueso, harina de plumas, y aspersion de plasma seco) (Hale y Coffey, 2015).

El animal debe obtener alimento a través del pastoreo o forrajeo de plantas y granos, el cual todos los sistemas ganaderos deberán suministrar en un nivel óptimo del 100 (incluidos piensos en conversión), o mediante la elaboración de raciones o dietas compuestas de buena calidad y acceso al agua fresca. Las raciones deben tener en cuenta la necesidad de leche natural (preferible materna) para los mamíferos

jóvenes, la necesidad de forrajes, piensos frescos o secos, o ensilajes en la ración diaria, pero no alimentar a los animales poligástricos solo con ensilajes (Maldonado et al., 2013; DOF, 2013b; FIRCO, 2017b).

Los lineamientos dictan que el alimento debe ser orgánico, mínimo el 50% debe ser de la propia producción de la granja o se puede utilizar hasta un 20% de otras granjas orgánicas cuando no sea posible. Se puede utilizar máximo el 40% de alimentos en conversión en la ración diaria, y si estos alimentos procedan de la misma granja, se podrá elevar al 65% (porcentaje de materia seca). Mínimo 60% de la ración diaria estará compuesto por forrajes comunes, frescos, desecados o ensilados. En animales destinados a la producción lechera, se podrá utilizar hasta un 50% máximo 3 meses al principio de la lactancia (DOF, 2013b; DOF, 2020).

Cuando haya escasez de alimentos por desastres naturales o causados por los seres humanos, los animales podrán ser movilizados para pastoreo a zonas que cuenten con reconocimiento orgánico, o se podrá permitir el uso de un porcentaje restringido de piensos, por un tiempo limitado, con el siguiente orden de preferencia: orgánicos, en conversión a orgánico, de agricultura extensiva o tradicional o natural, y como último recurso, de agricultura convencional. Se utilizará el 5% o 10% de alimento no orgánico de origen vegetal o animal calculado de la materia seca de la dieta anual, y 25% a 30% como límite de alimento convencional sin anabólicos ni hormonas de crecimiento de la dieta diaria (OMS y FAO, 2007, DOF, 2013b).

Se utilizan elementos nutricionales, auxiliares tecnológicos, cuando son esenciales para la salud, el bienestar y la vitalidad de los animales, siempre que no contengan organismos genéticamente modificados/sometidos a la ingeniería genética o productos de éstos, u obtenidos bajo métodos prohibidos; y son de origen animal, vegetal o mineral, así lo establece los Lineamientos de la Producción (DOF, 2013b).

Si las materias primas de origen vegetal no existen en el país bajo el sistema orgánico, se podrán utilizar las de origen agrícola convencional: granos de cereales, semillas, especies vegetales oleaginosos, aceites vegetales extraídos mediante extracción física, leguminosas, tubérculos, raíces, frutas, forrajes verdes, ensilados, henos, harinas de follaje, pajas, raíces, rastrojos otros vegetales; sus productos y

subproductos, y las de origen animal convencional: leche, pescado, animales marinos, productos y subproductos, huevo, cascarón de huevo (fuente de calcio), después de un proceso de secado, quebrado y tostado, siempre que estén sujetas a las restricciones cuantitativas del Acuerdo de Lineamientos, y con la regulación vigente en materia de Sanidad Animal (DOF, 2013b; Hale, 2015; DOF, 2020).

En el forraje ensilado sólo podrán utilizarse los aditivos y auxiliares tecnológicos de la Lista Nacional y las materias primas de origen mineral: sodio (Sal marina sin refinar, sal gema bruta de mina, sulfato de sodio, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, cloruro de sodio), potasio (cloruro de potasio), calcio (conchas de animales acuáticos, incluidos los huesos de sepia, carbonato de calcio, lactato de calcio, gluconato cálcico), fósforo (fosfato monocálcicodefluorado, fosfato monosódico, fosfato bicálcicodefluorado, fosfato cálcico y magnésico, fosfato cálcico y sódico), magnesio (óxido de magnesio (magnesioanhidro), sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, carbonato de magnesio, fosfato de magnesio) y azufre (sulfato de sodio). También podrán utilizarse levaduras, bacterias lácticas, acéticas, fórmicas y propiónicas, enzimas, suero, azúcar; o productos del azúcar (melaza), miel; antioxidantes, preservadores, agentes colorantes (pigmentos), sustancias permitidas como la tierra de diatomeas para control de micotoxinas y de coccidiosis, y probióticos (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013b; Baier, 2015; SENASICA, 2017).

Se debe inspeccionar el aspecto general (“wholesomeness”) y el color de los alimentos en la entrada y cada semana de almacenamiento, y rechazar cualquier lote de alimento que tenga mal aspecto u olor (Ogden *et al.*, 2005).

Las aves beben el doble de lo que comen por lo que su salud, productividad y crecimiento dependen de la provisión de agua, y la cantidad de alimento diaria debe ser limitada de acuerdo con la raza, ya que las aves de carne de rápido crecimiento (Cornish) son propensas a ataques cardíacos si comen mucho. Las raciones deben satisfacer los requerimientos nutricionales, incluyendo vitaminas, minerales, proteínas y/o aminoácidos (metionina sintética, máximo 2 libras (0.9kg) por tonelada de pienso), ácidos grasos y fibra. Concha de ostras como suplemento de calcio para fortalecer las cáscaras de huevos (Baier, 2015; FIRCO, 2017b; DOF, 2020).

No se permite el destete de los lechones antes de las seis semanas de vida, para evitar problemas relacionados con el destete precoz. Los cerdos deben alimentarse principalmente de granos orgánicos y fuentes de proteína, como el forraje verde hidropónico (FIRCO, 2017a).

Los terneros deben alimentarse con leche orgánica, preferentemente leche materna, durante un periodo mínimo de 3 meses. Los rumiantes deben pastar durante la temporada de pastoreo para su región geográfica, al menos 120 días por año, y obtener un promedio de al menos 30% de ingesta de materia seca al pastar (Lee y Baier, 2011; DOF, 2013b).

#### **2.4 Prevención y tratamiento de enfermedades**

El operador debe seguir estas recomendaciones del ACUERDO de Lineamientos para la prevención y control de enfermedad:

- Seleccionar razas adaptadas a la región o tolerantes conforme a las condiciones agroclimáticas, que son más resistentes a las enfermedades locales (SENASICA, 2017).
- Medidas de bioseguridad para prevenir la disipación de enfermedades y medidas para minimizar el estrés (Hale y Coffey, 2015).
- La aplicación de prácticas de manejo pecuario para las necesidades de cada especie, favoreciendo resistencia a las enfermedades y prevención de las infecciones, así como inyectar suplementos de hierro a lechones para prevenir anemia.
- El uso de alimentos orgánicos de alta calidad, junto con ejercicio regular, acceso a pastos y/o áreas al aire libre, que tengan el efecto de estimular las defensas inmunológicas naturales y adecuada densidad animal, evitando la sobrecarga (DOF, 2013b).
- Algunas medidas profilácticas como la rotación de áreas de pastoreo en pastizales, así como la aplicación en el pasto de ajo y cebolla picados ayudan a la prevención de parásitos internos, mientras que los baños con tierra de

diatomeas ayudan a la eliminación de parásitos externos (ectoparásitos) (SENASICA, 2017)

- Mantener sistemas de alimentación y bebederos limpios para reducir enfermedades como la coccidiosis, causada por un parásito protozoario. Los probióticos, o microbios beneficiosos, pueden ser añadidos al agua de beber para establecer una microflora beneficiosa.
- Prohibido el uso de medicamentos veterinarios alopáticos de síntesis química o antibióticos como tratamiento preventivo (DOF, 2020) (CERTIMEX, 2015).
- Desarrollar programas de limpieza y sanidad en toda la planta de proceso para la prevención de insectos, bacterias, hongos y levaduras; y prácticas de higiene de los empleados, teniendo registros y revisiones periódicas.
- Identificar el uso de los instrumentos y sustancias utilizados para la limpieza, y estar libre de residuos prohibidos, como la fumigación con bromuro de metilo, fosfuro de aluminio u otro fumigante no incluido en la Lista Nacional y el uso de plaguicidas en forma de nebulizaciones donde los productos se puedan contaminar (DOF, 2013b).
- Para el control de plagas y predadores, el uso de trampas mecánicas, eléctricas y adhesivas, atrayentes como feromonas, barreras físicas (cercos) y mecanismos repelentes y disuasivos basados en sistemas de iluminación y sonidos, sensores de movimiento y rociadores, presencia regular de personas y animales guardianes bien entrenados. Métodos de almacenamiento que protejan contra animales nocivos, y sustancias de la Lista Nacional de sustancias permitidas (DOF, 2013b).

De acuerdo con los lineamientos, si un animal se enferma o resulta herido, debe ser aislado y se le debe administrar tratamiento no invasivo, como productos fitoterapéuticos de extractos, esencias de plantas, productos homeopáticos como sustancias vegetales, animales o minerales, oligoelementos y las materias primas de origen mineral permitidas. Si no resulta eficaz, podrán utilizarse medicamentos



veterinarios alopáticos de síntesis química o antibióticos bajo la responsabilidad de un médico veterinario zootecnista, para evitar sufrimiento o trastornos a los animales. Los animales tratados deben estar identificados, individualmente o por lotes según la especie. Si la sustancia no está en la Lista Nacional, los animales no podrán comercializarse como orgánicos y el tiempo de espera entre la última administración del medicamento y la obtención de productos orgánicos que procedan del animal, se duplicará para asegurar la ausencia del medicamento, o 72 horas si no está indicado. Los animales que reciban más de tres tratamientos veterinarios alopáticos de síntesis química o antibióticos en un año, o si su ciclo de vida productiva es inferior a un año (aves) y reciban más de un tratamiento; estos y sus productos no podrán venderse como orgánicos y deberán someterse al periodo de conversión (OMS y FAO, 2007; Maldonado et al., 2013; DOF, 2013b, SENASICA, 2017; DOF, 2020).

Los antiparasitarios sintéticos aprobados no pueden utilizarse en vacas, cerdas u ovejas de carne en lactancia o en el último trimestre de gestación, solo si es necesario en infección severa, pero el animal y sus crías lactantes pierden su estatus orgánico, y pueden estar disponibles para la producción orgánica de leche después de un periodo de resguardo. Animales tratados con antiparasitarios sintéticos que no están en la Lista Nacional no van a producir leche o carne orgánica nuevamente (OMS y FAO, 2007; Hale y Coffey, 2015).

Están permitidas las vacunas del registro de SAGARPA y se permiten medicamentos veterinarios inmunológicos obligatorios (FIRCO, 2017a).

## **2.5 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de animales orgánicos**

Los Lineamientos mencionan que el Operador Orgánico debe tener en cuenta las necesidades físicas y biológicas de los animales en función del tamaño del grupo, estado fisiológico, sexo, especie, raza y edad. Vigilar que realicen ejercicio de manera regular, posibilidad de pastorear en una zona de ejercicio al aire libre, garantizando condiciones que permitan expresar su comportamiento filial, reproductivo y trófico. Los animales deben tener acceso permanente a los pastos y

espacios al aire libre, siempre que las condiciones atmosféricas y el estado del suelo lo permitan, para proteger la calidad de las plantas y agua. La densidad de los animales en todos los espacios debe ser apropiada para la región, considerando el equilibrio de nutrientes y el impacto sobre el medio ambiente, la capacidad de piensos, la salud de los rebaños, la fase de desarrollo de los animales, libertad de movimiento y de comodidad (echarse, estirarse, girar, agitar las alas), expresar sus patrones normales de comportamiento en compañía de otros animales de la especie. La carga ganadera debe ser en relación con las hectáreas disponibles, para evitar los problemas derivados del sobrepastoreo y de la erosión, como pérdida de materia orgánica, y debe permitir el esparcimiento del estiércol a fin de minimizar todo impacto negativo al ambiente, contaminación del suelo, de las aguas superficiales o de los mantos freáticos. Tener lugar con suficiente aire fresco y luz solar, y fácil acceso a agua y alimento. El operador debe disponer de superficie para la producción orgánica o un acuerdo de cooperación escrito con otro operador (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013b; Baier, 2015; CERTIMEX, 2015).

El bienestar animal se garantiza respetando el número de animales en alojamientos techados y al aire libre, lo que permitirá reducir el estrés y prevenir enfermedades. En zonas en que las condiciones climáticas posibiliten la vida al aire libre, no será obligatorio zonas de alojamiento si hay sombreaderos, comederos y bebederos (Maldonado et al., 2013; DOF, 2020). Los alojamientos deben tener techo, paredes y acceso al aire libre, pisos con sistema de drenaje, no resbaladizo, y mínimo la mitad debe ser firme sin rejillas. Deben ofrecer aislamiento, calefacción, refrigeración y ventilación para que el nivel de polvo, humedad relativa del aire y concentración de gas sean mantenidos dentro de límites aceptables, no dañinos para los animales. Ofrecer protección contra la lluvia, el viento, el sol y las temperaturas extremas, con camas adecuadas (cómoda, amplia, limpia y seca) en las que reciban cuidados en forma individual y puedan descansar, construida con materiales propios de cada región, tener paja u otros materiales naturales para la absorción de desperdicios (materiales con alto nivel de carbono para absorber el nitrógeno en el estiércol). El alimento se ofrece en comederos por la ausencia de plantas, gusanos e insectos propios del suelo. Debe realizarse con frecuencia el

retiro de estiércol, la orina y los alimentos derramados no consumidos, para reducir los olores y evitar insectos y roedores. La cal hidratada no se permite para cauterizar alteraciones físicas o desodorizar heces de animales (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013b; Hale, 2015; SENASICA, 2017; DOF, 2020). Se debe proveer agua potable y fresca, dar mantenimiento a los sistemas de agua para asegurar una función confiable y prevenir goteras que gastan agua y crean hábitat para moscas.

Conforme a los Lineamientos, cuando en una granja orgánica haya animales de crianza convencional, éstos deberán ser de especies o razas animales diferentes a la orgánica y en unidades separadas (DOF, 2013b).

Los Lineamientos de Producción Orgánica prohíben operaciones como:

- la colocación de gomas en el rabo de las ovejas o en los testículos de los machos.
- la mutilación de cola en corderos por medio de ligas de goma (anillo de caucho).
- el corte de rabo, el recorte de dientes o del pico.
- la castración química.
- [el descuerne de bovinos y ovinos.](#)
- el atado de los animales (sólo en pequeñas unidades cuando no se puedan mantener en grupos adecuados y con aprobación de la autoridad) (DOF, 2013b).

Algunas de estas prácticas pueden ser autorizadas por razones de seguridad, mejorar la salud, el bienestar o la higiene del ganado. Deben ser realizadas minimizando el estrés y dolor (puede usarse anestesia) por personal calificado y que el animal tenga una edad avanzada. Se permite la castración física para mantener la calidad de los productos y las prácticas tradicionales de producción. Para facilitar su rastreabilidad todos los animales deben estar identificados individualmente y por lote a lo largo de toda la cadena de producción, preparación, transporte y comercialización mediante técnicas adecuadas a cada especie. El uso de muescas y crotales en la oreja, y tatuajes son métodos actualmente permitidos

para marcar animales reproductores y potenciales reemplazos (OMS y FAO, 2007, DOF, 2013b, Hale y Coffey, 2015, SENASICA, 2017).

### 2.5.1 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de pollo

Los pollitos están en confinamiento durante la crianza para mantenerlos cálidos y protegidos de depredadores. El acceso al exterior es una vez que tienen plumaje adecuado, después de alrededor de cuatro semanas (Baier, 2015). En la **Tabla 2.3** se muestra el número de pollos que puede albergar una superficie para que puedan extender las alas, subirse a perchas, picotear el suelo, escarbar, echarse, brincar, anidar, caminar y correr en áreas techadas (gallineros, naves o galeras). Puede haber hasta 21 kg de peso vivo/m<sup>2</sup> en alojamiento fijo y hasta 30 kg de peso vivo/m<sup>2</sup> para alojamiento móvil, de acuerdo con los Lineamientos (DOF, 2013b). En la zona al aire libre (terrenos con plantas vivas, gusanos e insectos) las deyecciones no se compostean, se incorporan al suelo de manera natural (FIRCO, 2017b).

**Tabla 2.3 Superficies mínimas cubiertas y al aire libre y otras características de alojamiento de las aves orgánicas de corral y tipos de producción**

	<b>Zona cubierta (superficie disponible por animal) Núm. Animales/m<sup>2</sup></b>	<b>Zona al aire libre (superficie de ejercicio sin incluir pastos en m<sup>2</sup>/cabeza)</b>
Pollos para carne en alojamiento fijo	10, con un máximo de 21 kg. peso en vivo/m <sup>2</sup>	4 pollos, no deberá superarse el límite de 170/kg/ha/año
Pollos para carne en alojamiento móvil	16 (*) con un máximo de 30 kg. peso en vivo /m <sup>2</sup>	2.5 pollos, no deberá superar el límite de 170kg/N/ha/año
(*) Exclusivamente en caso de alojamientos móviles que no se superen 150 m <sup>2</sup> de superficie disponible y no permanezcan cubiertos por la noche.		

Modificado del ACUERDO por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias (DOF, 2013b).

La zona cubierta (gallineros) son áreas de descanso, resguardo, perchas, nidos, comederos y bebederos, y pueden ser fijos o móviles, al menos un tercio del piso sólido estará cubierto de material seco, como viruta, paja, aserrín, arena o turba, que absorba la humedad de las excretas, que deben voltearse y cambiarse con frecuencia para reducir la humedad excesiva. Y dispondrán de travesaños que sirvan para dormir. Cualquier producto agrícola, como la paja o la cáscara de arroz, debe ser orgánico certificado, en general no aplica a productos de bosque, como las virutas de madera (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013b; Baier, 2015; FIRCO, 2017b). Tienen trampillas de entrada y salida de tamaño adecuado, al menos cuatro metros de trampillas por cada 100 m<sup>2</sup> de la superficie del local. Este acceso puede ser permanente o controlado. Cuando es controlado, al menos un tercio de la vida productiva de las aves debe estar al aire libre, por periodos cortos diariamente o por periodos largos en menos días que les permitirá forrajear en busca de plantas, insectos, y semillas, y fácil acceso a bebederos y comederos, ubicados de tal manera que las aves no se paren en ellos, no escarben o defequen en el alimento, y así prevenir enfermedad e infestaciones parasitarias. La buena calidad del aire es importante para la salud de las aves porque el polvo y los altos niveles de amonio pueden causar problemas respiratorios (Baier, 2015; SENASICA, 2017).

### **2.5.2 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción porcino**

Las cerdas adultas pueden mantenerse en grupos, excepto durante la lactancia y en el último tercio del periodo de gestación que podrán permanecer en corrales individuales amplios para su bienestar, alojarse en bajas densidades y con acceso a zonas de ejercicio al aire libre de acuerdo con los Lineamientos (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013b; FIRCO, 2017a). Si la cama es residuo de cosecha, deben ser cultivos orgánicos y otros materiales como periódicos picados, virutas de madera, aserrín y arena están permitidos y no requieren ser certificados orgánicos, y puede existir un área(s) con rejilla(s) para porcinos (DOF, 2013b). En la **Tabla 2.4** se indica el número máximo de cerdos permitidos por hectárea de terreno y en la **Tabla 2.5** los m<sup>2</sup> por cabeza en la zona cubierta y en la zona al aire libre en cada etapa de desarrollo del animal.

**Tabla 2.4 Carga animal por superficie de terreno y especie, permitida en la Producción Orgánica animal.**

<b>Animales</b>	<b>Número máximo de animales por hectárea equivalentes a 500 Kg Nitrógeno/ha/año.</b>
Lechones	74
Cerdas reproductoras	6.5
Cerdos de engorde con pienso	14
Otros cerdos	14

Modificado del Acuerdo para lineamientos 2013 (DOF, 2013).

**Tabla 2.5 Zona cubierta y zona al aire libre para porcino.**

<b>Animales</b>	<b>Zona cubierta (Superficie disponible por animal)</b>		<b>Zona al aire libre (superficie de ejercicio sin incluir pastos en m<sup>2</sup>/cabeza)</b>
	<b>Peso mínimo en vivo (kg)</b>	<b>m<sup>2</sup>/cabeza</b>	
<b>Cerdas nodrizas con lechones de hasta 40 días</b>		7.5	2.5
<b>Cerdos de engorde</b>	hasta 50	0.8	0.6
	hasta 85	1.1	0.8
	hasta 110	1.3	1
<b>Lechones</b>	De más de 40 días y hasta 30 kg	0.6	0.4
<b>Cerdos reproductores</b>		2.5 hembra 6 macho	1.9 8

Modificado del Acuerdo de lineamientos 2013 (DOF, 2013).

### 2.5.3 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de vacuno

Se prohíbe el alojamiento de terneros en espacios individuales durante la primera semana de vida, salvo que sea un animal en cuarentena y con aprobación de la autoridad (DOF, 2013b). Los rumiantes deben tener acceso al aire libre durante todo el año, y los forrajes para la ropa de cama deben estar certificados como orgánicos (Lee y Baier, 2011). La fase final de engorda del ganado bovino y porcino para la producción de carne podrá efectuarse en espacio cerrado, siempre y cuando no supere la quinta parte de su tiempo de vida y en cualquier caso un máximo de tres meses (DOF, 2013b). En la **Tabla 2.6** se muestran en número máximo permitido de animales en una hectárea y en la **Tabla 2.7** los m<sup>2</sup> por cabeza en la zona cubierta y en la zona al aire libre en cada etapa de desarrollo del animal.

**Tabla 2.6 Carga animal de bovinos y terneros por superficie de terreno permitida en la Producción Orgánica animal.**

<b>Animales</b>	<b>Número máximo de animales por hectárea equivalente a 170 kg*N/ha/año</b>
Terneros de engorda	5
Terneritas de engorda	2.5
Terneritas para cría	2.5
Bovinos macho de 1 a 2 años	3.3
Bovinos hembra de 1 a 2 años	3.3
Bovinos macho de más de 2 años	2
Vacas de reemplazo	2
Otras vacas	2.5

Modificado del Acuerdo de Lineamientos 2013 (DOF, 2013).

**Tabla 2.7 Zona cubierta y zona al aire libre para bovino.**

Animales	Zona cubierta (Superficie disponible por animal)		Zona al aire libre (superficie de ejercicio sin incluir pastos en m <sup>2</sup> /cabeza)
	Peso mínimo en vivo (kg)	m <sup>2</sup> /cabeza	
<b>Bovinos de reproducción y de engorda</b>	hasta 100	1.5	1.1
	hasta 200	2.5	1.9
	hasta 350	4.0	3
	de más de 350	5 con un mínimo de 1 m <sup>2</sup> /100 kg	3.7 con un mínimo de 0.75 m <sup>2</sup> /100 kg

Modificado del Acuerdo de Lineamientos 2013 (DOF, 2013).

## **2.6 Transporte y matanza los de animales**

La Ley de Productos Orgánicos menciona que el transporte y el momento de la matanza de los animales debe realizarse de forma tranquila y suave, de manera que los animales no sufran heridas y estrés, asegurando su bienestar. La carga y descarga se efectuará con precaución, sin utilizar ningún sistema de estimulación eléctrica. Se prohíbe el uso de tranquilizantes alopáticos antes y durante el transporte. La autoridad deberá establecer condiciones específicas para cumplir con estos objetivos y podrá establecer períodos máximos de transporte (OMS y FAO, 2007; Maldonado et al., 2013; DOF, 2013b). Las jaulas y los medios de transporte deben estar limpios, libre de toda sustancia contaminante como gasolina, diésel, aceite, jabón (CERTIMEX, 2015; DOF, 2013b).

El manejo durante la matanza de los animales se describe en la NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres; y la NOM-194-SSA1-2004, Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. El proceso de matanza debe cumplir con lo establecido por la regulación



en la materia de la Secretaría de Salud (OMS y FAO, 2007; Maldonado et al., 2013; DOF, 2013b; SENASICA, 2017). Las aves podrán matarse a partir de 49 días para los pollos y 150 días para los capones (pollos castrados de corral) (DOF, 2013b).

## **2.7 Almacenamiento y transporte de los productos orgánicos**

Durante toda operación de almacenamiento, transporte y manipulación se debe mantener la integridad del producto, transportados en envases adecuados, recipientes o vehículos cerrados que imposibiliten la sustitución de su contenido, eviten mezcla con productos no orgánicos; deben estar provistos de un rotulado o identificación y/o documentación en la que se mencione el nombre y la dirección del operador, del propietario o vendedor del producto; el nombre del producto, su descripción, con la referencia de que es un producto orgánico; el nombre o el código numérico del Organismo de Certificación Orgánica, encargado de la certificación, y si procede, el código de identificación del lote o el convenido con organismo que da seguimiento a la certificación orgánica y que permita vincular el lote con la contabilidad documentada. Esta información también podrá presentarse en un documento de control orgánico o su equivalente que acompañe a la carga, que deberá incluir información relativa al proveedor o al transportista. El operador remitente y el destinatario deben mantener registros documentales sobre tales operaciones de transporte, que deberán estar a disposición de los organismos de certificación o de la Secretaría. Las zonas de almacenamiento y recipientes empleados para el transporte deberán limpiarse con métodos y materiales permitidos en la producción orgánica (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013).

En la recepción de productos terminados de otras unidades de procesamiento, se deberá verificar el cierre del embalaje o recipiente y revisar que la información que contiene la etiqueta o identificación y documentos que acompañan al producto correspondan. La información debe registrarse para dar cumplimiento al Acuerdo, que puede ser revisada durante la auditoría o la inspección orgánica (DOF, 2013b).

En los productos orgánicos no deben utilizarse radiaciones ionizantes para fines de control de plagas, conservación del alimento, eliminación de agentes patógenos o saneamiento. Los métodos de elaboración deben ser mecánicos, físicos o

biológicos (fermentación o ahumado), y reducir al mínimo el empleo de ingredientes no agrícolas y aditivos (OMS y FAO, 2007).

## **2.8 Calidad de la carne**

### **2.8.1 Calidad nutricional**

#### **2.8.1.1 Calidad nutricional de carne orgánica de pollo**

En un estudio se evaluaron dos productos (chorizo y hamburguesa) a partir de carne orgánica de pollo, donde se presentaron características favorables para el consumo tradicional en forma directa y en su transformación agroindustrial, debido a un adecuado valor nutricional y sus propiedades funcionales y sensoriales que la constituyen en una materia prima apta para ser procesada (Hleap y Zapata, 2015).

En otro estudio se midieron muestras de pollo para determinar el contenido de proteína y grasa, las proporciones de isótopos de carbono y nitrógeno estables y las concentraciones de 12 elementos minerales (Na, Mg, K, Ca, V, Fe, Co, Ni, Cu, Rb, Ba y Pb). Las proporciones de isótopos estables de nitrógeno y carbono del pollo desgrasado de los grupos orgánicos fueron más altas que las de los convencionales, al igual que los elementos minerales. Se obtuvo que el contenido total de grasa era mayor en la carne producida convencionalmente que en la orgánica, coincidiendo con Dalziel *et al.* 2015 (Dalziel *et al.*, 2015; Lv y Zhao, 2016). El mayor contenido de proteína en la carne de la pechuga se debió al uso de gallinas camperas para ganar más movimiento en el trabajo diario en la producción orgánica, lo cual no es común en producción convencional (Lv y Zhao, 2016). Este resultado coincide con un estudio reportado en el 2008, donde el contenido de proteína de la carne orgánica de pechuga y muslo fue mayor que la convencional en la carne cruda y cocida (Husak *et al.*, 2008); además en el metaanálisis realizado por Tavares *et al.*, 2022, la proteína en la carne tuvo tendencia a niveles más altos en los productos orgánicos (Tavares *et al.*, 2022). El estudio también indica que los pollos del grupo orgánico fueron alimentados con más planta C4 en forraje, que contenía <sup>13</sup>C alto, por lo que los resultados también están determinados por otros factores, como la raza, la dieta, la posición geográfica, etc. (Givens *et al.*, 2011; Lv y Zhao, 2016).

En otro estudio en donde la edad de matanza fue de 81 días para las aves de crecimiento lento y 42 días para las aves de crecimiento rápido. La carne de muslo y pechuga de aves criadas de forma convencional contenían niveles más altos de colesterol. También resultó en una reducción en el contenido de omega-3, y una relación n-6/n-3 más alta en la carne del muslo. Sin embargo, el sistema orgánico no proporcionó beneficio adicional a la calidad de la carne de pollo que el convencional, por lo que no asegura beneficio adicional para la salud (Küçükyılmaz *et al.*, 2012).

El pH de la carne de pechuga de pollos de engorde orgánico fue más alto que el de los pollos convencionales, y Castellini *et al.*, 2002, reportan un pH y una capacidad de retención de agua más bajos en los músculos de pollo orgánico (Castellini *et al.*, 2002; Husak *et al.*, 2008). El análisis de ácidos grasos mostró que las pechugas y los muslos orgánicos eran más bajos en ácidos grasos saturados y monoinsaturados y más altos en ácidos grasos poliinsaturados que los pollos convencionales y de campo libre. Las mediciones de la fuerza de corte fueron menores para la carne de pechuga y muslo de los pollos de engorde convencionales en comparación con los pollos de corral y orgánicos. Se señala que las dietas y los entornos de producción dentro del estudio no se controlaron (Husak *et al.*, 2008).

En una investigación se evaluaron los rasgos de la canal y las características de los músculos de la pechuga y el muslo (m. Pectoralis major y m. peroneus longus), donde los pollos orgánicos presentaron canales con porcentajes más altos de pechuga y muslo y niveles más bajos de grasa abdominal. En cambio, la pérdida de cocción, los valores de luminosidad, los valores de cizallamiento, el Fe y los ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3 fueron mayores. Un aspecto negativo fue el mayor nivel de oxidación lipídica (TBARS) en los músculos, probablemente debido a la mayor actividad física, por las condiciones de crianza más naturales, que aumentan la actividad motora, favoreciendo el desarrollo de la masa muscular y reduciendo la gordura, lo que hace que los animales estén más tranquilos y menos sensibles a los estresores mejorando su respuesta a la pre-matanza (Castellini *et al.*, 2002). Sin embargo, el efecto contrario se observó en un estudio del 2010,

donde se determinó la oxidación lipídica y proteica de los músculos Gastrocnemius y Pectoralis major de pollos de dos sistemas de producción: convencional y orgánico, encontrándose que los niveles de TBARS fueron mayores para el sistema de producción convencional y no hubo efecto del sistema de producción para la oxidación proteica. Concluyendo que la carne de pollos criados en el sistema de producción orgánica es menos susceptible a la oxidación lipídica que la carne de pollos criados en un sistema convencional. La reducida susceptibilidad a la oxidación lipídica de los pollos orgánicos se puede deber al menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) en los dos músculos, ya que el uso de fuentes alimenticias en el sistema de producción de pollos orgánicos es pobre en PUFA. La oxidación lipídica y proteica deteriora el valor nutricional de la carne y provoca pérdidas cualitativas (Castromán *et al.*, 2010)., aunque previamente Castellini *et al.*, 2002 reportaron que el estado oxidativo no afectó la aceptabilidad del consumidor (Castellini *et al.*, 2002).

#### **2.8.1.2 Calidad nutricional de carne orgánica de porcino**

En un estudio se evaluó el rendimiento desde el nacimiento hasta la matanza, así como la canal final y la calidad de la carne, de cerdos criados convencionalmente y orgánicos utilizando mezclas de alimentos orgánicos disponibles comercialmente. Se observó una menor ingesta de alimento (22%) desde el destete hasta la semana 11 para los cerdos orgánicos, como consecuencia, tuvieron una menor tasa de crecimiento que persistió hasta la semana 22. En la última fase (semanas 22 a 26) cuando la ingesta de alimentos fue limitada, la tasa de crecimiento disminuyó en los cerdos convencionales y aumentó en los orgánicos. Todos los cerdos se mataron a la edad comercial habitual (26 semanas). Debido al crecimiento más lento, los cerdos orgánicos tenían menor peso en canal, % de aderezo, músculo longissimus dorsi (LD) más pequeño y jamones más livianos. Se observó un pH final y un contenido de grasa intramuscular más altos para los cerdos orgánicos. Los resultados indican posibles problemas (menor consumo de alimento, retraso del crecimiento) asociados a las dietas orgánicas disponibles comercialmente para lechones. Estas dietas pueden aumentar el contenido de grasa intramuscular, interesante para una mejor calidad de la carne (Prevolnik *et al.*, 2011).

En otro estudio, las muestras de carne se examinaron post-mortem en los tiempos: 2, 4, 7 días. Las mediciones de oxidación de lípidos mostraron que las muestras de carne orgánica se caracterizaron por valores de TBARS más bajos durante todo el período de almacenamiento en comparación con los de la producción del sistema convencional. Los resultados de las mediciones de oxidación de proteínas de la muestra de carne orgánica fueron significativamente más bajos al comienzo del experimento que los de carne convencional. Se indicó que el sistema de producción no tuvo ningún efecto sobre el contenido de hierro y la oxidación de la mioglobina durante el almacenamiento; pero la carne de cerdo orgánica sí tuvo mayor estabilidad lipídica durante este tiempo (Kyarwowska y Dolatowski, 2013).

Aunque la ingesta de forraje en el ganado monogástrico es menor que la de los rumiantes, la cría de cerdos en libertad con acceso a pastos tuvo concentraciones significativamente mayores de PUFA, PUFA n-3 y ALA en la grasa intramuscular. Estudios experimentales controlados han demostrado que la elección de la raza afecta los perfiles de AF de la carne (Nilzen *et al.*, 2001; Średnicka-Tober *et al.*, 2016), pero también las diferencias en el tipo de concentrados pueden contribuir a las diferencias de composición entre la carne orgánica y convencional, especialmente los perfiles de AF, por ejemplo, aunque la producción convencional de cerdos y aves de corral se basa en harina de soja extraída químicamente (tiene bajos niveles de grasa residual) para suministrar proteínas de alta calidad, los estándares orgánicos solo permiten la soja prensada en frío y otras harinas de semillas oleaginosas (tienen un mayor contenido de aceite). Las leguminosas de grano producidas en la finca (guisantes y frijoles) se utilizan más como suplementos proteicos en la producción orgánica (Średnicka-Tober *et al.*, 2016).

#### **2.8.1.3 Calidad nutricional de carne orgánica de vacuno**

Se comparó el efecto del sistema de producción sobre los perfiles de ácidos grasos (FA) recortados e intramusculares de los filetes de chuletón de carne de res orgánica y convencional. La grasa de corte se vio afectada de manera similar por el sistema de producción y las proporciones de ácidos grasos deseables, incluidos n-3 y BI, fueron mayores para los sistemas orgánicos alimentados con granos y pasto,

lo que enfatiza la importancia de una alta proporción de forraje a grano para mejorar la salubridad de la carne de res (Turner et al., 2014).

Un estudio comparó la composición nutricional de la carne de vacuno orgánica y convencional vendida al por menor, incluyendo los compuestos bioactivos coenzima Q10, carnosina, anserina, creatina y taurina. El muestreo comprendió dos músculos: longissimus thoracis y supraespinoso. La carne de res orgánica tuvo 17% menos colesterol, 32% menos grasa, 16% menos ácidos grasos, 24% menos ácidos grasos monoinsaturados, 170% más ácido  $\alpha$ -linolénico, 24% más  $\alpha$ -tocoferol, 53% más  $\beta$ -caroteno, 34% más coenzima Q10 y un 72% más de taurina que la carne convencional. Las diferencias entre las muestras orgánicas y convencionales dependían del músculo porque el longissimus thoracis y el supraespinoso mostraban diferentes patrones de acumulación de compuestos. Se informó un valor nutricional más alto, un contenido mejor equilibrado de lípidos y compuestos bioactivos en la carne orgánica que en la carne convencional (Ribas et al., 2019).

En un metanálisis se encontró que las concentraciones de AGS y MUFA fueron similares o ligeramente inferiores en la carne orgánica que en la convencional. Se detectaron valores más altos para los PUFA totales y los PUFA n-3 en la carne orgánica. Podría explicarse por las diferencias entre las especies y tipos de carne. La evidencia de estudios experimentales indica que las dietas basadas en alto pastoreo/forrajes prescritas bajo los estándares de agricultura orgánica pueden ser la razón principal de las diferencias en los perfiles de AF, ya que la ingesta de forraje fresco depende de la duración del pastoreo y la proporción de forraje fresco que puede variar significativamente entre las regiones, por lo que la composición de las praderas de pastoreo y los forrajes conservados también puede explicar parcialmente las diferencias entre la carne orgánica y la convencional (Butler et al., 2011b; Kamihiro et al., 2015; Średnicka-Tober et al., 2016).

Las concentraciones de Fe en la carne pueden incrementarse por el acceso al exterior o por mayores proporciones de forraje en la dieta (agricultura orgánica), ya que los forrajes contienen concentraciones de Fe más altas que los piensos concentrados (Średnicka-Tober et al., 2016). Por otro lado, la deficiencia de Cu en

terneros criados orgánicamente se vinculó con una alta ingesta de forraje, debido a los bajos contenidos de Cu en los suelos utilizados para la producción de forrajes y/o la falta de uso de los suplementos minerales en el pienso concentrado utilizado para la cría de terneros en sistemas convencionales (Blanco-Penedo *et al.*, 2009; Średnicka-Tober *et al.*, 2016).

### **2.8.2 Calidad sensorial de carne y productos cárnicos**

Los parámetros sensoriales evaluados de dos productos alimenticios cárnicos (chorizos y hamburguesas) a partir de carne orgánica de pollo fueron de alta aceptabilidad (96%) por los jueces, a excepción del color, más pálido (Hleap y Zapata, 2015). Igualmente, Husak *et al.*, 2008, reportan que la carne orgánica de pechuga y muslo fue menos amarilla que la de las aves convencional (Husak *et al.*, 2008). Sin embargo, en otro estudio se reportó aumento del color amarillento en la carne de pollo en sistema orgánico (Küçükyılmaz *et al.*, 2012). Así como en otra investigación donde los pollos de engorde orgánicos produjeron más carne oscura que los convencionales y los resultados del panel sensorial indicaron que los muslos de los pollos de engorde convencionales eran más tiernos y menos masticables que los muslos de los pollos de engorde orgánicos; otras propiedades sensoriales no difirieron (Husak *et al.*, 2008).

## **CAPÍTULO 3. PRODUCCIÓN DE LECHE ORGÁNICA EN MÉXICO**

### **3.1 Alimentación de vacuno y ovino**

De acuerdo con los Lineamientos de la Producción Orgánica, la alimentación de los mamíferos debe ser a base de leche orgánica, preferentemente materna, durante un periodo mínimo de 3 meses para los bovinos y de 45 días para los ovinos (DOF, 2013). La lactancia debe ser natural (Ruíz y Gutiérrez, 2017).

El manejo nutricional en los sistemas orgánicos se basa principalmente en la ingesta de forrajes en pastoreo; sin embargo, este manejo lo hace susceptible a la disponibilidad de forraje a lo largo del año (Ángeles *et al.*, 2014b; Ruíz y Gutiérrez, 2017). El alimento orgánico debe incluir pastura y una fuente confiable de alimento complementario, sea cultivado en la granja o comprado. Los animales pasan al

menos la mitad del día pastando al aire libre y son alimentados con productos orgánicos certificados de preferencia, esto incrementa el costo de producción de un litro de leche (Toro y Madrid, 2011; Hale, 2015b), debido a que a veces la producción de forraje y concentrados de la granja no es suficiente, y los precios de estos insumos externos originados en sistemas orgánicos se elevan de 40 a 86% comparados con los forrajes y granos producidos en sistemas convencionales (Lampkin et al., 2011; Gerrard et al., 2012; Ángeles et al., 2014a).

Un ejemplo de dieta en un estudio donde se trabajó con vacas Jersey (*Bos taurus*) criadas bajo un sistema de producción orgánico en una empresa familiar en M. Contreras, CDMX, consistió en ensilado de maíz (*Zea mays*), rastrojo de maíz, heno de ebo (*Vicia sativa*), zacate de maíz fresco y salvado de trigo (*Triticum aestivum*), un concentrado comercial y dos suplementos alimenticios (Fuentes *et al.*, 2013).

Los agricultores deben depender exclusivamente de los pastos y alimentos conservados, excepto el ensilaje maíz, para alimentar a sus vacas. Por lo general se permite la suplementación con minerales y suplementos energéticos que no contengan granos o subproductos de granos (Brito y Silva, 2020). Si el alimento se contamina por hongos como *Fusarium* y *Penicillium*, puede producir micotoxinas, perjudicial a la salud de los animales y del hombre, por lo que los productores deben desarrollar sistemas de vigilancia en los alimentos y evaluar las condiciones de almacenamiento para evitar el desarrollo de hongos toxigénicos (Gutiérrez *et al.*, 2013a). También los forrajes pueden contener dioxinas originarias de poluciones tóxicas industriales si están cerca de un área industrial, por lo que se debe considerar realizar análisis de dioxinas y otros productos químicos persistentes en el suelo (Bergamo *et al.* 2005). Los productores deben desarrollar sistemas de vigilancia en los alimentos y evaluar las condiciones de almacenamiento para evitar el desarrollo de hongos toxigénicos (Gutiérrez *et al.*, 2013a). No está permitido el uso de harinas proveniente de matanza de cualquier especie animal (harina de carne, huesos, plumas, sangre, vísceras) ni de excrementos (gallinaza, pollinaza, cerdaza) debido a que pueden afectar de forma negativa el olor y sabor de la leche y sus derivados, aparte disminuir la calidad de los productos y aumentar los riesgos



en la salud de los consumidores (Ruíz y Gutierrez, 2017). No se les da hormonas de crecimiento para aumentar la producción de leche (Toro y Madrid, 2011).

### **3.2 Prevención y tratamiento de enfermedades de vacuno y ovino**

Los productores trabajan para evitar plagas y enfermedades con estrategias de monitoreo, procedimientos de refinación de leche, mantención de equipos, y manejo cuidadoso desde la crianza del ternero, asegurando la limpieza general del ambiente. Se debe desarrollar un enfoque integrado al cuidado de la salud animal en la prevención de enfermedades (incluyendo la vacunación, vitaminas, y otros suplementos alimentarios que previenen enfermedades prevalentes) y utilizar materiales permitidos de ser necesarios. Los registros de cuidados de salud deben incluir la vacunación, alteraciones físicas, y/o medicamentos o tratamientos. El uso no rutinario de parasiticidas en animales reproductores lecheros debe realizarse por lo menos 90 días previo a la venta de leche orgánica, y evitar los periodos de lactancia y el último tercio de gestación (animales reproductores) (Hale, 2015b). En una producción en Magdalena Contreras, México, los animales cuentan con certificado de hato libre de brucelosis y tuberculosis, enfermedades asociadas a la introducción de animales nuevos al hato (Fuentes et al., 2013).

Las vacas lecheras con un alto potencial de producción son nutricionalmente susceptibles en el mantenimiento de la salud, respecto a desórdenes metabólicos y mastitis, enfermedad más frecuente en las vacas de razas lecheras (Espinoza *et al.*, 2007; 2009). La mastitis subclínica (SCM), se caracteriza por un recuento de células somáticas, donde (SCC) > 200.000 células / ml tiene un efecto negativo sobre la productividad, el rendimiento reproductivo y la supervivencia de las vacas de hatos lecheros convencionales. En hatos orgánicos, donde el uso de medicamentos antimicrobianos está restringido para el tratamiento y control de infecciones intramamarias (IMI) se podría tener mayor efecto negativo (Fernandes et al., 2021). El contenido de células somáticas en la leche nos permite conocer el estado funcional y de salud de la glándula mamaria. La leche que presenta un alto contenido de células somáticas tiene mayor porcentaje de microorganismos, y las enzimas proteolíticas dañan la caseína y los glóbulos de grasa se hacen más susceptibles a la lipólisis, provocando sabores rancios y disminuyendo vida de

anaquel. La mayor parte del daño enzimático ocurre dentro de la ubre, antes del ordeño; por lo tanto, al aumentar la concentración de células somáticas, las pérdidas de proteínas y de materia grasa se elevan (Fuentes et al., 2013), así como el rendimiento quesero se ve afectado con una reducción de hasta 30% (González, et al., 2016).

### 3.3 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de leche

La producción se desarrolla en sistemas libres y extensivos, los animales deben estar en libre pastoreo con áreas que los protejan de las inclemencias del tiempo. En los alojamientos se debe contar con un área para moverse libremente y evitar el hacinamiento; con agua fresca y limpia, y alimento suficiente para cubrir sus necesidades fisiológicas para que el animal se sienta más confortable y con mejores condiciones para producir leche de mayor calidad (Ruíz y Gutiérrez, 2017). Los animales deben estar bajo un manejo orgánico continuo mínimo un año antes de que su leche pueda ser considerada orgánica (Hale, 2015b). La carga animal por superficie de terreno indicada en la **Tabla 2.8**, establece de acuerdo con los Lineamientos de la Operación Orgánica, que 2 vacas y 13 ovejas son suficientes por hectárea, así como 6 m<sup>2</sup> de zona cubierta y 4.5 m<sup>2</sup> de zona al aire libre para vacas lecheras; y 1.5 m<sup>2</sup> de zona cubierta y 2.5 m<sup>2</sup> de zona al aire libre para ovejas (**Tabla 2.9**) (DOF, 2013b).

**Tabla 2.8 Carga animal de vacas y ovejas por superficie de terreno permitida en la Producción Orgánica animal.**

Animales	Número máximo de animales por hectárea equivalente a 170 kg*N/ha/año
Vacas lecheras	2
Ovejas	13

Modificado del Acuerdo de lineamientos 2013 (DOF, 2013b).

**Tabla 2.9 Zona cubierta y zona al aire libre para vacas y ovejas.**

Animales	Zona cubierta (Superficie disponible por animal)	Zona al aire libre (superficie de ejercicio sin incluir pastos en m <sup>2</sup> /cabeza)
	m <sup>2</sup> /cabeza	
Vacas lecheras	6	4.5
Ovejas	1.5 oveja	2.5
	0.35 cordero	5

Modificado del Acuerdo de lineamientos 2013 (DOF, 2013b).

### 3.3.1 Genotipo

Las granjas orgánicas buscan generar estabilidad ecológica y social, y sostenibilidad económica por lo que es esencial que haya selección correcta de genotipos ovinos para garantizar salud y bienestar (Stolze y Lampkin, 2009). No hay una legislación específica de los genotipos que se utilizan en sistemas orgánicos y convencionales, pero se recomienda que los animales puedan adaptarse a las condiciones ambientales locales: razas nativas y locales (Ángeles *et al*, 2014b). Los rebaños ovinos orgánicos dedicados a la producción de leche encaminan sus esfuerzos a la producción de alimentos con altos estándares de calidad, trabajan en buscar animales con buenas aptitudes en producción láctea y adaptación al medio ambiente, a través de la cruce de razas locales con razas especializadas en producción de leche (ej. East Friesian y Lacaune). La mayoría de los sistemas de producción orgánica utilizan razas especializadas, las cuales bajo las condiciones de un sistema orgánico no manifiestan su potencial genético para producción de leche, debido a que se evita la suplementación de alimentos concentrados producidos de manera convencional (Espinoza *et al.*, 2007; Ángeles *et al.*, 2014a).

### 3.3.2 Obtención de leche y rendimiento

Un manejo adecuado de la rutina de ordeño requiere la desinfección de los pezones antes y después del ordeño, lavado y secado. El animal que presenta inflamación en alguna glándula se ordeña manualmente (Fuentes *et al.*, 2013). Debe usarse como sea posible equipos específicos u otro tipo de equipamiento para el material biológico, identificarlos y mantener separada la leche de las diferentes explotaciones (Bergamo, 2005).

Las granjas orgánicas produjeron un 25% menos de leche por vaca que las granjas convencionales. Las diferencias en los rendimientos lácteos entre zonas geográficas y entre producciones pueden ser atribuidas a un desbalance de energía y proteína, debido principalmente a la variabilidad en la cantidad y calidad de forraje disponible a través del año y la falta de suplementación con un alimento balanceado orgánico, como la menor ingesta de concentrados y la mayor ingesta de pasto, resultando en una dieta de menor densidad energética (Blair, 2011; Ángeles *et al.*, 2014a; Schwendel *et al.*, 2015; Qin *et al.*, 2021). Según Brito *et al.* (2017), los rendimientos de leche, grasa láctea y proteína verdadera no difirieron en las vacas Jersey orgánicas que pastaban hierbas de estación fría suplementadas con maíz molido o melaza líquida como fuente de energía (Brito *et al.*, 2017; Brito y Silva, 2020). Heins *et al.* (2013) examinaron el efecto del nivel de suplementación con granos en las raciones de vacas lecheras en sistemas orgánicos, las vacas que consumen 100% pastura tuvieron menor producción, pero fueron más rentables en comparación con el sistema convencional ya que éste conlleva altos costos debido a la suplementación con granos (Heins *et al.*, 2013; Ángeles *et al.*, 2014a).

Los rendimientos lácteos promedio de sistemas orgánicos ovinos en México son de aproximadamente 89.8 kg/lactación (Ángeles *et al.*, 2013a), inferiores al compararse con sistemas convencionales y al utilizar razas especializadas, lo que coincide con lo reportado por Wright *et al.* 2001 (Wright *et al.* 2001). Por lo que, en una investigación, se concluyó que el cruce de razas ovinas locales con razas lecheras es una opción para mejorar los parámetros de producción láctea en sistema orgánico. El estudio comprendió ovejas East Friesian (EF), 15 EF · Suffolk (EF-SF)

y 15 EF · Pelibuey (EF·PL) de un rebaño orgánico en Querétaro, México. Las ovejas se manejaron bajo un sistema de pastoreo en pastizales mixtos de pasto centeno (*Lolium multiflorum*), pasto rhodes (*Chloris gayana*) y alfalfa (*Medicago sativa*), suplementado en el ordeño con heno de sorgo y grano de maíz, todo de producción ecológica, y se ordeñaron mecánicamente una vez al día. Las cruces EF·SF tuvieron rendimientos similares a las ovejas EF pero tuvieron mejor composición de la leche, por lo que este genotipo es una opción para el cruzamiento de ovejas lecheras bajo manejo orgánico con características agroclimáticas similares al presente estudio (Ángeles *et al.*, 2014b).

Los bajos rendimientos se relacionan con el potencial genético de los animales, factores ambientales y la disponibilidad de alimento (limitado aporte nutricional). La utilización de razas locales no especializadas en los sistemas orgánicos no permite la obtención de rendimientos lácteos para ser económicamente rentables, por lo que se debe trabajar en el desarrollo de genotipos especializados con características de mayor resistencia a las enfermedades y altos parámetros de calidad en la leche, para mejorar los rendimientos (Ángeles *et al.*, 2014a). Sin embargo, las granjas orgánicas apuntan a una producción con un impacto ambiental mínimo, en lugar de maximizar los rendimientos de producción de los animales (Fuller *et al.* 2005).

### **3.4 Calidad de la leche**

#### **3.4.1 Calidad sanitaria**

Una leche orgánica no siempre es 100% inocua, ya que puede estar expuesta a residuos y contaminantes químicos y biológicos si no se cuenta con un sistema riguroso de control de la calidad y seguridad en la cadena producción-consumo (Ruíz y Gutiérrez, 2017). Aunque el productor cumpla con la Ley de Productos Orgánicos y con las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos, implemente sistemas de control y obtenga la certificación; los productos orgánicos no están exentos de contener contaminantes debido al entorno (Vega *et al.*, 2004; Gutiérrez *et al.*, 2013a; Ruiz y Gutiérrez, 2017).

### 3.4.1.1 Contaminación biológica

En un estudio se encontró en la leche orgánica un pH menor en comparación con la leche convencional, lo que podría deberse a una mayor actividad microbiana (Ruíz *et al.*, 2011). En otro estudio se trabajó con vacas Jersey (*Bos taurus*) criadas bajo un sistema de producción orgánico en una empresa familiar en Magdalena Contreras, México. La ordeña fue mecánica dos veces al día y la leche recién obtenida se refrigeró y se sometió a pasteurización lenta (63° C/30 min). La mayor parte de la producción fue para elaboración artesanal de lácteos. En el conteo de bacterias mesofílicas y coliformes, en la leche y en sus productos, excedieron los límites máximos permitidos por la NOM-243-SSA1-2010 “Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias” (máximo 100 UFC/g de microorganismos no patógenos y 0 UFC/g de patógenos). Se incrementó cuando la leche bronca se depositó en los tanques de almacenamiento, indicando contaminación durante el proceso, en utensilios, agua, área de almacenamiento, mala higiene de los operarios, deficiente refrigeración y manejo inadecuado de la rutina del ordeño. Por lo que se debe implementar las buenas prácticas de higiene y de manufactura para disminuir cargas microbiológicas y cumplir con las normas para asegurar la salud del consumidor. La contaminación durante el manejo de la leche ejemplifica la situación de producción de lácteos artesanales, que ocurre en varias unidades de producción de leche en el país, donde no se cumple con las especificaciones microbiológicas de las normas oficiales mexicanas (Fuentes *et al.*, 2013). Sin embargo, en otras granjas orgánicas certificadas, se encontró en más del 80%, que los niveles UFC (unidades formadoras de colonia) están dentro de lo permitido, indicando que la leche orgánica es de buena calidad sanitaria. Al igual que las CS (células somáticas) estuvieron dentro de lo permitido (menos de 400,000 CS/mL) (Bakutis y Cerniauskiene, 2007; Sánchez *et al.*, 2011; Ruíz y Gutiérrez, 2017) de acuerdo con el COFOCALEC (Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A.C) en su proyecto de Norma Mexicana (PROYEC.NMX-700- COFOCALEC-2012. Sistema producto leche-alimento lácteo-leche cruda de vaca, especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba), donde la

leche cruda de vaca se clasifica en cuatro clases de acuerdo con el contenido de células somáticas: Clase I (Menor o igual a 400,000), Clase II (401,000 a 500,000), Clase III (501,000 a 749,000) y Clase IV (750,000 a 1,000,00). La Clase 1 se considera como una leche normal y pueden existir microorganismos, pero estos no son responsables de mastitis (González et al., 2016).

En otro estudio de 2 hatos orgánicos en Nuevo México y Texas se consideró que las vacas con  $SCC > 200.000$  células/mL en el primer mes de lactancia tenían mastitis subclínica SCM. Estas produjeron menos leche que las vacas sin SCM y tenían más probabilidades de morir durante los 300 días de lactancia que las vacas sin SCM. Un SCC elevado en el primer mes de lactancia tuvo efectos perjudiciales sobre la producción de leche y la supervivencia de las vacas lecheras en los rebaños orgánicos del USDA, pero no afectó el rendimiento reproductivo. Se demostró que las vacas con SCM diagnosticadas en el primer mes de lactancia continuaron teniendo puntuaciones lineales de SCC elevadas durante toda su lactancia, y que las SCC elevadas se trasladaron de la lactancia anterior (Fernandes et al., 2021).

La Aflatoxina M<sub>1</sub>(AFM<sub>1</sub>) es una micotoxina derivada del hongo *Aspergillus*, considerada por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer, como posible causa de cáncer humano en diversos órganos. Constituye el principal peligro de aparición en la leche orgánica, ya que los alimentos, que consume el ganado lechero, pueden estar contaminados con aflatoxina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>). En México, al muestrear marcas comerciales de leche orgánica se encontró que el 20% presentaron contaminación por aflatoxina M<sub>1</sub> (Pérez, 2007; Gutiérrez et al, 2013a; Ruíz y Gutiérrez, 2017). Estas micotoxinas se han incluido en la lista de los principales carcinógenos humanos, por lo que el Codex Alimentarius y la Agencia de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos de Norteamérica (FDA) establecen el límite máximo de residuos para la AFM<sub>1</sub> en leche y productos lácteos de  $0.5 \mu\text{g kg}^{-1}$  (CODEX, 2010), asumido por los organismos reguladores mexicanos (Norma Oficial Mexicana NOM-184-SSA12002. Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea y Producto Lácteo Combinado. Especificaciones Sanitarias Prefacio. 2002) (Gutiérrez et al, 2013a).

En diferentes unidades de producción en el municipio de Tecpatán Chiapas, se encontró alta incidencia de AFM<sub>1</sub>, el 23.3 % de las muestras sobrepasó el límite máximo de residuo propuesto por la regulación mexicana de 0.5 µg kg<sup>-1</sup>, mientras el 62.7% sobrepasó el valor de 0.05 µg kg<sup>-1</sup> de la UE. Los resultados indican que los productos orgánicos pueden estar expuestos a la presencia de contaminantes cuando no se cumplen las buenas prácticas agrícolas, afectando su inocuidad. Las mayores concentraciones e incidencia de AFM<sub>1</sub> en leche aparecen en la época de seca con relación a los meses de lluvia, puede relacionarse con el nivel de producción de leche o con un consumo mayor de concentrado durante el ordeño al tener menor disponibilidad de forrajes (Gutiérrez *et al*, 2013a). Sin embargo, en estudios más recientes de explotaciones lecheras orgánicas en Chiapas no se encontró este hongo (Ruíz y Gutiérrez, 2017).

#### **3.4.1.2 Contaminación química**

Estudios realizados en leche orgánica a nivel nacional e internacional reportan la presencia de plaguicidas organoclorados, metales pesados y aflatoxinas (Ghindini *et al.*, 2005; Pérez, 2007; Ruíz y Gutiérrez, 2017). Sin embargo, investigaciones desarrolladas en diversos países sobre residuos de plaguicidas muestran una diferencia significativamente más baja en productos orgánicos que en los convencionales (Vega *et al.*, 2006). Así que muchos países desarrollados han prohibido el uso de algunos tipos de plaguicidas y estudios ambientales han descubierto que los residuos de DDT, PCB y otros compuestos organoclorados están presentes en humanos y otros mamíferos alrededor del mundo muchos años después de que la producción y el uso hayan sido limitados, debido a que estos compuestos organoclorados (DDT, lindano, aldrín, dieldrín, endosulfan, metoxicloro, etc.) son plaguicidas persistentes, se degradan o modifican lentamente, dependiendo de factores ambientales como el tipo de suelo, la materia orgánica y otras variables ambientales; y su vida media en el ambiente es de 5 hasta 20 años o más, por lo que es difícil eliminarlos del medio ambiente solo evitando su uso (Bulut *et al.* 2011; Subir y Mukesh, 2008; Gutiérrez *et al.*, 2012). Por esta razón sus residuos pueden seguir apareciendo en los productos orgánicos, aun cuando éstos ya no se utilicen, a pesar de que el período durante el cual una explotación



convencional transita hacia la certificación orgánica dure en general tres años. Estos contaminantes son poco biodegradables, no son hidrosolubles, ni se oxidan ni reducen fácilmente (Vega et al., 2004; Ruíz y Gutierrez, 2017).

En un estudio en Chiapas, se evaluó la presencia de 16 pesticidas organoclorados, entre los que sobresalen el heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín, endosulfan y el DDT en 36 muestras de leche orgánica; se encontraron pequeñas cantidades de estos agrocontaminantes. A pesar de que la norma orgánica prohíbe su uso, siguen apareciendo sus residuos en la leche ya que es uno de los alimentos que contienen lípidos más utilizados y pueden ser un índice cuantitativo y cualitativo de la presencia de organoclorados por la propiedad de lipofilicidad que facilita su absorción y almacenamiento en cuerpos humanos y animales (Bulut *et al.*, 2011; Kampire *et al.*, 2011; Gutiérrez *et al.*, 2012; Ruíz y Gutierrez, 2017). Los principales peligros para la salud asociados con exposición a estos compuestos son: dolores abdominales, diarrea, hipertensión, enfermedades respiratorias y disfunción del sistema reproductivo, daño pre/post natal, carcinogénesis y mutagénesis. Como disruptores endocrinos, provocan sus efectos adversos al imitar o antagonizar las hormonas naturales en el cuerpo y su exposición a dosis bajas a largo plazo está cada vez más relacionada con efectos en la salud humana como la supresión inmunológica, la alteración hormonal, inteligencia disminuida, anomalías reproductivas y cáncer (Aktar *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2012).

Algunos de los compuestos como el DDT, el lindano, no están totalmente prohibidos sino restringidos en su uso en algunas partes del mundo, en la agricultura, el ganado, la silvicultura, para uso doméstico e industrial, debido a sus efectos potentes y de amplio espectro contra los organismos nocivos, como resultado los animales aún pueden estar expuestos a estos compuestos durante muchos años (Ocampo, *et al.*, 2010; Kampire *et al.*, 2011). También se usa concentraciones de DDT en programas de salud específicos para controlar algunos vectores como la malaria. Considerando los isómeros de HCH, la suma de beta HCH y el alfa HCH estaban por debajo del valor permisible de 100 ng/g (según FAO/OMS/Codex Alimentarius), se encontraron en el 90% de muestras de leche cruda, pero no representaron un riesgo para la salud humana o animal (Gutiérrez *et al.*, 2012).

La frecuencia de presencia de lindano en muestras de las granjas orgánicas fue inferior al 44% y no representó un riesgo con respecto al consumo de este producto. Los niveles de aldrín más dieldrín fueron por debajo del valor permisible de 6 ng / g, como se indica en el Codex Alimentarius. En ciertas áreas, el gobierno federal y estatal rocía algunos pesticidas organoclorados en áreas de humedales para prevenir el aumento de vectores como los mosquitos. Esto puede afectar directamente a la vegetación no objetivo, o puede derivar o volatilizarse desde el área tratada y contaminar el aire, el suelo y las plantas no objetivo (KaushiK *et al.* 2011). Hasta un 80%-90% de un pesticida aplicado puede volatilizarse a los pocos días de su aplicación (Aktar *et al.* 2009; Gutiérrez *et al.*, 2012). Según registros de alta temperatura (aproximadamente 30° C) en días cálidos los residuos de plaguicidas están disponibles para la vegetación, el agua o en el aire por evaporación en el ambiente y por solubilidad en la vegetación como alimento para el ganado. En la estación húmeda el número y la concentración fueron levemente menores excepto para el HCH y sus isómeros, que mantuvieron concentraciones similares, La presencia y concentración de HCH, DDT y otros residuos de plaguicidas organoclorados en la leche orgánica indican que aunque la frecuencia y el nivel han disminuido considerablemente a lo largo de los años, particularmente en regiones cálidas como Chiapas, la contaminación aún existe en un nivel bajo (Bulut *et al.* 2011; Gutiérrez *et al.*, 2012).

Otros contaminantes que por su persistencia pueden encontrarse en los alimentos convencionales y orgánicos son los metales pesados (plomo, aluminio, mercurio, cobre, cadmio, etc.) provenientes de diversos procesos minero-metalúrgico e industriales (minas y/o fábricas cercanas), a la incorrecta utilización de utensilios en la recolección, almacenamiento y/o traslado de la leche (Ruíz y Gutierrez, 2017) y en gran medida del medio ambiente y el uso de fertilizantes (Qin *et al.*, 2021).

También los alimentos de origen animal pueden contener dioxinas originarias de poluciones tóxicas industriales si los forrajes producidos están cerca de un área industrial, por lo que se debe considerar realizar análisis de dioxinas en la grasa de

la leche de las vacas viejas ya que las dioxinas se acumulan en el cuerpo del animal a lo largo del tiempo (Bergamo et al. 2005).

A pesar de querer evitar los compuestos sintéticos, es imposible evitar concentraciones bajas en los alimentos orgánicos debido a las aplicaciones de estos compuestos organoclorados en el pasado. Este hecho ha sido considerado por normativas nacionales e internacionales, en la validación de las marcas orgánicas de productos agropecuarios. Tal es el caso de la producción de leche bovina orgánica que se realiza desde hace 20 años en el estado de Chiapas, México, donde estudios de diferentes granjas orgánicas han demostrado la presencia de contaminantes como residuos de plaguicidas organoclorados en el suelo, agua, verduras y leche; sin embargo, en general los valores encontrados en la leche cruda fueron inferiores al límite permisible propuesto por las regulaciones internacionales para la producción de leche (OMS y FAO, 2007) y cumple con las regulaciones nacionales para su comercialización (Gutiérrez et al., 2012).

### **3.4.2 Calidad nutricional**

Se han descrito en la literatura enfoques para detectar algunos biomarcadores potenciales para distinguir la leche orgánica de la convencional, como las oxilipinas, un grupo de metabolitos oxidados derivados de varios ácidos grasos poliinsaturados. Su biosíntesis está modulada por la disponibilidad de ácidos grasos precursores que refleja cambios en la dieta. En un estudio se determinaron los perfiles de ácidos grasos y triacilglicerol de cien leches UHT comerciales de diferentes marcas (48 orgánicas y 52 convencionales) para evaluar su comportamiento frente a las oxilipinas, obteniéndose 31 ácidos grasos, 53 triacilgliceroles y 37 oxilipinas en las leches por métodos cromatográficos acoplados a espectrometría de masas GC-MS. Varias oxilipinas (8-HEPE, 5-HEPE, 11-HEPE, 9-HEPE, 18-HEPE, 9-HOTrE, 13-HOTrE, 12,13-DiHODE y 15,16-DiHODE) podrían distinguir entre leches orgánicas y convencionales. Las oxilipinas derivadas de EPA y ALA permitieron distinguir las leches orgánicas de las convencionales, pero eran biomarcadores dependientes de la dieta, así como FA y TAG. Se encontraron que las oxilipinas derivadas de ARA y LA son los biomarcadores más prometedores para

la evaluación de la leche orgánica, ya que estas fluctúan independientemente de sus precursores de PUFA (Samarra *et al.*, 2020). Hasta la fecha, estos biomarcadores se basan en una diferencia significativa en la dieta entre las vacas orgánicas y las convencionales y fallan cuando las dietas de ambos sistemas son similares (Schwendel *et al.*, 2015; Samarra *et al.*, 2020).

Una complicación para los diferentes resultados es que las prácticas agrícolas y sus efectos difieren según el país, la región, el año y la temporada entre y dentro de los sistemas orgánicos y convencionales. Si la genética animal, la salud, la raza, la dieta, la etapa de lactancia, el manejo o el medio ambiente difieren, también lo hará la composición de la leche producida; estos factores se han estudiado individualmente, mientras que factores que afectan la composición de la leche y el conocimiento sobre sus interacciones, es limitado (Schwendel *et al.*, 2015). Además, en todos los sistemas de producción, la producción y la composición de la leche fluctuaron marcadamente a lo largo del tiempo (Qin *et al.*, 2021).

La composición de ácidos grasos de la leche ha sido un área de investigación central cuando se compara la leche orgánica y la convencional, en gran parte porque el perfil de ácidos grasos de la leche responde rápidamente y es muy sensible a los cambios en la dieta. Así, el efecto de las prácticas agrícolas (alto insumo vs bajo insumo) en lugar del sistema agrícola (orgánico vs convencional) determina el perfil de ácidos grasos de la leche, y se observan resultados similares entre las leches orgánicas de bajo insumo y las convencionales de bajo insumo (Schwendel *et al.*, 2015). Las diferencias en la composición de la grasa entre los sistemas son mayores en el verano en comparación con la leche de invierno, donde los parámetros nutricionalmente deseables disminuyen; lo que puede deberse a cambios en el clima que influyen en la composición de la leche a través del forraje, disponibilidad, calidad e ingesta. Por lo que, para tener leche orgánica con perfiles de ácidos grasos similares durante todo el año, es importante desarrollar estrategias (ej. suplementación con semillas oleaginosas en dietas de invierno) que permitan reducir las diferencias estacionales en la calidad de la leche (Butler, 2011a).

En una investigación de los Países Bajos se informó que el eccema en niños menores de 2 años se redujo significativamente en los niños de familias que consumían leche orgánica en lugar de leche convencional (Kummeling *et al.*, 2008; Średnicka-Tober *et al.*, 2016). Lo que pudo ser causado por las concentraciones más altas de PUFA n-3 y la proporción más baja de PUFA n-6: n-3 en la leche orgánica, ya que existe una creciente evidencia de efectos antialérgicos de n-3 FA (Calder *et al.*, 2010; Średnicka-Tober *et al.*, 2016).

#### **3.4.3.1 Leche bovina**

Se han llevado a cabo estudios fisicoquímicos para determinar los parámetros: pH, densidad, acidez, punto crioscópico, grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos; y comparar la leche orgánica con la leche convencional. Los resultados tienden a favorecer al producto orgánico (Ruíz *et al.*, 2011). En un trabajo donde se analizó leche orgánica comercializada en la Ciudad de México, se encontró mayores niveles de proteína, grasa, sólidos totales y sólidos no grasos; los cual es favorable (Ruíz *et al.*, 2011; Schwendel *et al.* 2015; Ruíz y Gutiérrez, 2017). Lo que coincide con los análisis de la leche orgánica proveniente de diversos ranchos certificados, donde encontraron niveles más elevados de grasa y proteína comparado con los ranchos convencionales (Bakutis y Cerniauskiene, 2007; Ruíz y Gutiérrez, 2017). También se encontró que la acidez titulable fue mayor en la leche orgánica, lo que podría deberse al mayor contenido de proteína (Ruíz *et al.*, 2011).

La contribución de ácidos grasos en la producción de grasa de la leche depende del consumo de alimento, composición de la dieta y de la etapa de la lactancia (Espinoza *et al.*, 2009; Pentelescu, 2009), por eso varios estudios se han centrado en la composición de ácidos grasos porque estos varían conforme a cambios en la dieta (Benbrook *et al.*, 2013; Capuano *et al.*, 2015; Schröder *et al.*, 2011). Encontrándose que una alimentación basada en piensos a base de pastos y forrajes tiene un potencial considerable para mejorar el perfil de ácidos grasos (AF) de la leche y sus productos lácteos, lo que puede proveer beneficios sobre la salud humana, al compararse con leche de vacas alimentadas con raciones con baja y alta de cantidad de grano (Heins *et al.*, 2013; Benbrook *et al.*, 2013). A mayor

cantidad de pasto en la alimentación de las vacas orgánicas, las concentraciones de ácidos grasos son más altas (Schröder *et al.*, 2011). Por el contrario, la mayor ingesta de concentrados a base de almidón en las granjas convencionales puede reducir la síntesis de grasa de la leche (Schwendel *et al.*, 2015), y el consumo alto de almidón (común en granjas lecheras convencionales) está asociado con un mayor nivel de síntesis de novo en la glándula mamaria, lo cual deriva en leche con mayor contenido de ácidos grasos saturados y un efecto negativo fuerte del ensilado de maíz y del concentrado sobre los niveles de ALC en la grasa de la leche (Espinoza *et al.*, 2009). En un estudio, en los perfiles de AG entre la leche orgánica y la convencional, se encontraron diferencias significativas en sus concentraciones. Las concentraciones totales de ácidos grasos saturados SFA no se vieron influenciadas por la producción orgánica, pero las concentraciones de algunos SFA individuales difirieron significativamente. Por ejemplo, la concentración de C16:0 fue aproximadamente un 9% menor en la orgánica, de acuerdo con los estudios descritos hasta la fecha (Samarra *et al.*, 2020).

Se reportó que la concentración total de ácidos grasos monoinsaturados MUFA no difirió entre la leche orgánica y la convencional, y el ácido monoinsaturado más frecuente, C18:1 [cis-9], tampoco mostró una diferencia significativa. Sin embargo, los MUFA menos concentrados, como el ácido erúxico (C22:1 [cis-13]) y el ácido nervónico (C24:1 [cis-15]), estaban significativamente elevados en la leche orgánica (42 y 56 %, respectivamente), mientras que el porcentaje de ácido palmitoleico (C16:1 [cis-9]) fue significativamente menor (16%) (Samarra *et al.*, 2020).

La leche orgánica contiene menos ácidos grasos omega-6 que la leche convencional (Benbrook *et al.*, 2013; Capuano *et al.*, 2015; Schröder *et al.*, 2011), contrario a lo reportado en un estudio del Reino Unido, donde se mostraron concentraciones más altas de omega-6 en la leche orgánica (Butler, 2011a).

Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), benéficos para la salud de los consumidores, como el ácido linoleico conjugado (ALC) y los ácidos grasos Omega-3 se han visto como parámetros de calidad de la leche orgánica, encontrándose en mayor nivel en comparación con la leche convencional (Espinoza *et al.*, 2009;

Pentelescu, 2009; Schröder *et al.*, 2011; Benbrook *et al.*, 2013; Capuano *et al.*, 2015; Ruíz *et al.*, 2016; Ruíz y Gutierrez, 2017; Tavares *et al.*, 2022). Anka *et al.*, 2011, reporta que la leche orgánica presenta mayor concentración de ácidos grasos poliinsaturados y ácidos grasos omega-3 ( $3,57 \pm 0,32\%$  y  $0,91 \pm 0,11\%$ , respectivamente) que la leche convencional ( $3,13 \pm 0,26\%$  y  $0,53 \pm 0,08\%$ , respectivamente) (Anka *et al.*, 2011). También, en un estudio en el Reino Unido la leche orgánica tenía concentraciones más altas de ácidos grasos beneficiosos (AG) que la leche convencional, incluidos los ácidos grasos poliinsaturados totales, ácido linoleico conjugado cis-9, trans-11 y ácido  $\alpha$ -linolénico (Butler, 2011a). En otro estudio no se encontró que los PUFA totales fueran significativamente diferentes entre las leches orgánicas y las convencionales, su concentración fue un 11 % más alta en la leche orgánica (Samarra *et al.*, 2020). Se observó que el contenido de PUFA y omega-3 comenzó a aumentar en mayo (verano), cuando las vacas fueron puestas a pastos, y el contenido de ácidos grasos saturados fue disminuyendo gradualmente (Butler, 2011a; Anka *et al.*, 2011). Esto debido a que los ácidos grasos de las dietas basadas en pastoreo normalmente son PUFA, repercutiendo en una mayor concentración de PUFA en la leche. Y, durante la misma temporada, las vacas alimentadas con comidas mixtas y sin pasto en condiciones convencionales, produjeron leche con menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados y mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados (Anka *et al.*, 2011).

El ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA) ha sido descrito como el mejor ácido graso para distinguir entre la leche orgánica y la convencional, y sus mayores cantidades en la leche orgánica son causadas por mayores cantidades de forraje fresco en la dieta como resultado de los principales períodos de pastoreo al aire libre en la agricultura orgánica (Benbrook *et al.*, 2013; Capuano, *et al.*, 2014; Capuano *et al.*, 2015; Molkentin, 2009; Schröder *et al.*, 2011; Samarra *et al.*, 2020).

En un estudio las concentraciones de ácido fitánico, ácido  $\alpha$ -linolénico (18: 3n-3), ácido eicosapentaenoico (20: 5n-3) fueron dos veces más altas en la grasa de la leche orgánica que en la leche convencional. El ácido pristánico también fue un 40% más alto en la grasa de la leche orgánica y se observaron concentraciones

significativamente más altas en la grasa de la leche orgánica para el ácido 12-metiltridecanoico (i14: 0) y Ácido 16-metilheptadecanoico (i18: 0) así como para el ácido vaccénico (18: 1n-7tr) (Schröder *et al.*, 2011).

Se han reportado concentraciones más altas de vitaminas liposolubles, como  $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$  caroteno y retinol, además de mayores niveles de selenio, vitamina A, vitamina C, y proteína en la leche orgánica de vacas alimentadas con dietas ricas en forrajes frescos que en la leche convencional (Bergamo *et al.*, 2003; Anka *et al.*, 2011; Pentelescu, 2009; Ruíz y Gutierrez, 2017; Samarra *et al.*, 2020). Anka *et al.* (2011) reporta que el mayor contenido de vitaminas A, C y alfa-tocoferol, no tuvo diferencia estadísticamente significativa (Anka *et al.*, 2011).

En las vacas, los fitoestrógenos se metabolizan principalmente en el rumen y, por lo tanto, las tasas de transferencia del pienso a la leche son pequeñas (Nørskov *et al.*, 2019). Se encuentran tanto en los forrajes, donde el contenido puede variar por distintos factores (ingestas más altas de pasto y trébol), como en los concentrados de las dietas de las vacas (Adler *et al.*, 2014; Adler *et al.*, 2015; Hojer *et al.*, 2012; Nørskov *et al.*, 2019). Sin embargo, la composición de fitoestrógenos no difirió entre la leche de granja y la convencional (Nørskov *et al.*, 2019).

El consumo de leche orgánica puede aumentar la ingesta de lignanos e isoflavonoides potencialmente beneficiosos, y en particular de equol; pero no se puede implicar ningún efecto sobre la salud humana de tales diferencias en la composición de la leche. En un estudio del Reino Unido, la leche orgánica tuvo concentraciones más altas de los lignanos secoi solariciresinol, matairesinol y lariciresinol, las isoflavonas daidzeína, genisteína, formononetina, naringenina y equol, y el coumestant coumestrol, en comparación con la leche de sistemas convencionales. Hubo un efecto significativo del sistema de manejo sobre isoflavonas y coumestrol durante todo el año, pero el efecto sobre los lignanos fue significativo solo durante la temporada de pastoreo (Nørskov *et al.*, 2019).

Se observó una variación estacional significativa en todas las concentraciones determinadas de minerales donde la leche orgánica contenía concentraciones



mayores de Ca, K y P, que se correlacionaron positivamente con el pastoreo y la ingesta del forraje total (sistema orgánico); y negativamente con la ingesta de maíz ensilaje, rectos secos, minerales, subproductos húmedos y aceites (sistema convencional) (Qin *et al.*, 2021). Contrario al hallazgo del metaanálisis de Zwierzchowski y Ametaj (2018), donde se informó que la leche convencional tendía a contener más K que la leche orgánica debido al uso excesivo de fertilizantes ricos en K en los pastos convencionales (Zwierzchowski y Ametaj, 2018).

Las concentraciones de cinco oligoelementos esenciales (Cu, Fe, Mn, Mo y Zn) durante el año fueron menores en leche orgánica, lo que puede haber resultado de la menor ingesta de concentrados en rebaños orgánicos, porque los concentrados suelen contener niveles más altos de Co, Cu, I, Se y Zn que los forrajes debido a la suplementación de estos minerales (Orjales *et al.*, 2018; Qin *et al.*, 2021). Sin embargo, estudios anteriores han informado concentraciones más altas de Mo en la dieta de vacas manejadas orgánicamente (Lopez-Alonso *et al.*, 2017; Qin *et al.*, 2021), ya que, tanto la dieta como la raza puede influir en la concentración de Mo en la leche (Zwierzchowski y Ametaj, 2018; Qin *et al.*, 2021).

Los factores que pueden disminuir la concentración de I en la leche orgánica se han atribuido a un menor uso de desinfectante yodóforo, menor ingesta de suplementos minerales concentrados y una mayor ingesta de forraje enriquecido con bocio, que dificulta la absorción y transferencia de yodo a la glándula mamaria y leche (Flachowsky *et al.*, 2014; Rey-Crespo *et al.*, 2013; Qin *et al.*, 2021), por lo que estudios previos destacaron que grupos de consumidores de leche orgánica con altos requerimientos de I (madres lactantes y mujeres embarazadas) pueden necesitar consumir mayores cantidades o fuentes alimenticias alternativas de yodo (Bath *et al.*, 2012; Stevenson *et al.*, 2018; Qin *et al.*, 2021).

En un estudio la concentración de Al en la leche convencional fue de 6,5 veces mayor que en la leche orgánica (Zwierzchowski y Ametaj, 2018; Qin *et al.*, 2021). La mayoría de los oligoelementos esenciales determinados (excepto Fe) tenían una concentración relativamente más alta en la leche entre enero y marzo que el resto

del año, más alto durante el invierno debido a un mayor consumo de concentrado y menor consumo de pastoreo (Rey-Crespo *et al.*, 2013; Qin *et al.*, 2021).

Las diferencias en la composición mineral de la leche no son lo suficientemente grandes como para tener impacto significativo en la salud humana. La variación estacional en la composición mineral de la leche orgánica se atribuye a la inconsistencia en el consumo de pasto de las vacas manejadas orgánicamente durante un año. En contraste, las dietas de las vacas manejadas convencionalmente pueden ser más homogéneas durante todo el año (Qin *et al.*, 2021).

El contenido de lactosa de la leche fue ligeramente más bajo en el sistema de producción orgánica. La reducción se produjo principalmente durante la temporada de pastoreo (junio - septiembre). En todos los sistemas de producción, el contenido de grasa y proteína de la leche mostró un patrón similar a lo largo del tiempo, y junto con la lactosa, fue menor durante la temporada de pastoreo (Qin *et al.*, 2021).

#### **3.4.3.2 Leche ovina**

La producción de leche de oveja orgánica requiere de líneas específicas de investigación encaminadas a desarrollar metodologías de producción, distribución y comercialización de sus productos; enfocados principalmente al mejoramiento genético, medicina preventiva, manejo nutricional y promoción de sus características nutricionales y de origen particulares. La información acerca de su calidad y composición química en sistemas orgánicos y convencionales contrasta de manera importante (Ángeles *et al.*, 2014a).

En un estudio de Grecia, Tsiplakou *et al.*, 2010, reportan que el contenido de grasa fue menor en la leche orgánica de oveja en comparación con la convencional. Además, la leche de oveja orgánica tuvo mayor valor nutricional debido a las mayores cantidades de MUFA, PUFA,  $\alpha$ -LNA, cis-9, trans-11 CLA y v-3 en comparación con las leches convencionales. Estas diferencias se atribuyen, principalmente, a las diferentes prácticas de alimentación utilizadas por los dos sistemas de producción convencionales (Tsiplakou *et al.*, 2010; Palupi *et al.*, 2012), la cual establece una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta

de rumiantes bajo un sistema de producción orgánico, favoreciendo la formación de CLA a través de la biohidrogenación por las bacterias ruminales (Bergamo *et al.*, 2003; Bisig *et al.*, 2007; Ángeles *et al.*, 2014a). Los resultados de un estudio en Grecia muestran que la leche orgánica tiene un valor nutricional más alto, debido a su perfil de AG, en comparación con la leche convencional (Tsiplakou *et al.*, 2010).

## **CAPÍTULO 4. PRODUCCIÓN DE HUEVO ORGÁNICO EN MÉXICO**

### **4.1 Selección de razas de aves ponedoras**

Un productor de animales orgánicos debe seleccionar especies y tipos de animales adecuados al sitio, bien adaptados al clima, y resistentes a enfermedades y parásitos que son comunes en el área. Los productores deben buscar un equilibrio de características deseadas. Las aves o los productos avícolas comestibles deben provenir de aves bajo manejo orgánico continuo que comience a más tardar el segundo día de vida, por lo que los pollitos de un día pueden obtenerse de cualquier proveedor (Baier, 2015).

Las gallinas ponedoras de crianza convencional tienen menos valor debido a su tamaño y la estructura del cuerpo y se venden para hacer suplementos de proteína para alimentos de mascotas o como gallinas para guisar, en cambio las gallinas ponedoras criadas en sistema orgánico y utilizadas para producir huevos orgánicos son más valiosas ya que al final de su ciclo de producción pueden ser vendidas como carne orgánica. Hay más de 60 razas de gallinas que se utilizan para la producción de aves de corral comercial, muchas se usan para la producción de huevo o para carne y otras se pueden utilizar para las dos (doble propósito). La mayoría de las razas que producen huevos blancos de manera eficiente tienden a ser magras, ligeras de peso, y no se prestan a la producción de carne, contrario a la mayoría de las razas productoras de huevos marrones, que son más grandes, de cuerpo más pesado, y cuando termina su ciclo productivo se pueden utilizar como pollos para asar. Muchas razas son adecuadas para la producción de huevos orgánico, pero por lo general las ponedoras de huevos marrones tienen mayor valor por su carne y mayor ganancia después que la puesta haya cesado (Patterson *et al.*, 2015).

## **4.2 Alimentación de aves**

En las aves ponedoras, se provee raciones balanceadas y alimento adecuado, por lo general se alimentan con elección libre (*ad-libitum*), y comen hasta que se llenen. Las aves orgánicas deben ser alimentadas con raciones suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales, incluyendo vitaminas, minerales, proteínas y/o aminoácidos, ácidos grasos, fuentes de energía, y fibra. Los ingredientes agrícolas deben ser orgánicos certificados. La concha de ostras puede ser usada como suplemento de calcio para fortalecer las cáscaras de huevos. El arsénico está prohibido en la producción orgánica, en la producción convencional se incluye en algunos alimentos de parrilleros (*broilers*) como un estimulante y como control de parásitos protozoarios (Baier, 2015). Las aves se alimentan con un poco de grano y se les permite forrajear para el equilibrio de su dieta (Patterson *et al.*, 2015).

Un ejemplo de dieta orgánica, en una granja en Bogotá, se compone de un 20 % de concentrado (compuesto maíz, frijol, grasa, ceniza, sal, fosforo, calcio) y un 80 % alimentación alternativa (combinación de varios alimentos cultivados en la misma granja de forma agroecológica, como balú, sauco, maíz verde, pasto de corte y cáscara de huevo) (González *et al.*, 2020).

## **4.3 Prevención y tratamiento de enfermedades**

La vacunación en contra de enfermedades prevalentes se permite en la producción orgánica de aves, mientras las vacunas no sean modificadas genéticamente. El uso de parasiticidas está prohibido, pero si se requiere por integridad del animal, debe ser a través de una orden escrita de un veterinario y se pierde el status orgánico.

Las prácticas preventivas y condiciones de vida sanas, como mantener sistemas de alimentación y bebederos limpios, son críticas para reducir enfermedades como la coccidiosis, causada por un parásito protozoario. Los probióticos pueden ser añadidos al agua de beber para establecer un microbiota beneficioso, que trabaja en el tracto digestivo del ave, a través de exclusión competitiva, para reducir organismos patógenos como *Salmonella* y *E. coli*. Se debe manejar a los roedores para prevenir la pérdida de alimentos y la introducción de patógenos a través de sus heces, y prevenir enfermedad e infestaciones parasitarias (Baier, 2015).

La bioseguridad y la higiene son necesarias para prevenir los brotes de enfermedades. La bioseguridad implica aislar las aves por grupo de edad, restringir el acceso humano a los corrales, mantener los corrales limpios, y eliminar adecuadamente las aves muertas. Debido a tendencias caníbales a menudo visto en las aves, el alojamiento de las bandadas se debe hacer de manera que se incluya solo aves de la misma edad y tamaño. Si las aves más pequeñas se están criando como reemplazos, deben mantenerse en una vivienda independiente y atendidas primero cada día (Patterson et al., 2015).

#### 4.4 Especificaciones de la infraestructura de los rastros para la producción de huevo

En la producción orgánica se permiten los sistemas basados en gallineros, siempre que permitan acceso al exterior y luz de sol directa y cumplan con los requerimientos regulatorios (Baier, 2015). De acuerdo con los Lineamientos de la Operación Orgánica, cada gallinero debe contener máximo 4800 pollos y 3000 gallinas ponedoras. La autoridad competente toma en cuenta la especie, condiciones geográficas y salud de las gallinas (OMS y FAO, 2007). Para las gallinas ponedoras, el requerimiento mínimo de espacio individual es 0.012m<sup>2</sup> de nido, 0.166 m<sup>2</sup> de zona cubierta y 4 m<sup>2</sup> de aire libre (Tabla 2.10) (DOF, 2013b).

**Tabla 2.10. Superficies mínimas cubiertas y al aire libre y otras características de alojamiento de las gallinas ponedoras de corral.**

	Zona cubierta (superficie disponible por animal)			Zona al aire libre (m <sup>2</sup> de espacio disponible en rotación/cabeza)
	Núm. Animales/ m <sup>2</sup>	cm de percha/ animal	Nido	
<b>Gallinas ponedoras</b>	6	18	8 gallinas ponedoras/nido. Si es un nido común 120 cm <sup>2</sup> /ave.	4, siempre que no se supere el límite de 170kg/N/ha/año

Modificado del Acuerdo de lineamientos 2013 (DOF, 2013).

Los nidos pueden recubrirse de materiales como paja o viruta. La **Tabla 2.10** especifica la superficie de percha y nidos destinada a gallinas, 8 gallinas ponedoras por nido, ya que las aves no ponen huevos a la vez. No hay restricción para la disposición de las perchas, las cuales pueden ser lineales o entrecruzadas (SENASICA, 2017b). Los gallineros deben contar con una superficie de suelo, lo suficientemente grande, debe estar disponible a las gallinas ponedoras, donde transiten y excreten facilitando la limpieza en la colección de excrementos (OMS y FAO, 2007; DOF, 2013b). Se necesita mínimo 1.5 m<sup>2</sup> de espacio de piso por ave, cubierto con paja limpia, virutas de madera o aserrín. Equipos de bebederos disponibles. La cama del nido debe ser diferente a la de la cama del piso y debe mantenerse limpia y seca (Patterson *et al.*, 2015), cubriendo los nidos para proteger los huevos y mantenerlos limpios. La fibra alimenticia utilizada como cama debe ser certificada orgánica (Baier, 2015).

La iluminación estimula a las gallinas a poner sus huevos. Si se quiere producir huevos durante todo el año, se tienen que instalar luces adecuadas (Patterson *et al.*, 2015). Los operadores podrán complementar la luz natural con medios artificiales para obtener un máximo de 16 horas de luz diariamente, con un periodo de descanso nocturno continuo sin luz artificial de mínimo 8 horas de acuerdo con los Lineamientos (DOF, 2013b). Se debe aumentar gradualmente la cantidad de tiempo al cual las gallinas están expuestas a la luz cuando lleguen a su granja. Comenzar con 12 horas de luz total por día. Aumentar la cantidad de luz diurna por 30 minutos cada semana hasta llegar a 16 horas de luz por día. La exposición adicional a la luz externa es muy buena; debe encender y mantener prendidas las luces complementarias antes y después del amanecer y del atardecer (Patterson *et al.*, 2015).

Una comparativa entre los sistemas de producción, es que, en la producción convencional de pequeña escala, las aves están alojadas a las 18 semanas de edad, mudadas a las 70 semanas de edad (después de las 52 semanas de producción), y se venden a las 110 semanas de edad (que proporciona una

producción adicional de 30 semanas) con alimentos para todo el período que equivalen a 64 kg por ave. En cambio, en la producción orgánica a pequeña escala las aves están alojadas a las 18 semanas de edad y se venden a 70 semanas de edad (un total de 52 semanas de producción) con alimento por las 52 semanas que equivale a 40 kg por ave (Patterson et al., 2015).

#### **4.5 Recolecta de huevo**

Existen sistemas de banda en nidos para la recolección mecanizada de huevos que, si el productor quiere, puede implementar (SENASICA, 2017b). Los huevos orgánicos deben ser manipulados en facilidades certificadas para manejo orgánico y usando materiales permitidos por las regulaciones orgánicas. Los materiales comúnmente utilizados en la manipulación de huevos incluyen: limpiadores, sanitizantes, y materiales que recubren al huevo. Se listan con toda restricción en su uso sanitizantes (materiales clorados, peróxido de hidrógeno, ácido peracético o peroxiacético); agentes antiespumantes (los ingredientes deben ser orgánicos o estar en la Lista Nacional, ej. dióxido de silicón, lecitina, aceite orgánico vegetal), y materiales para recubrir el huevo (aceites orgánicos (Baier, 2015)).

Las facilidades de manejo para el procesamiento de huevos pueden estar dentro o fuera de la granja. Independientemente de la ubicación, las operaciones orgánicas deben cumplir con todas las regulaciones federales, estatales, y locales que apliquen, tales como las relacionadas a la inspección y mercadeo, manipulación de huevos, e inscripción como manipulador de huevos, sanitación, uso de agua, y manejo de desechos. Cualquier material usado en equipos, superficies con contacto con alimentos deben ser permitidos en la Lista Nacional, listados en el Plan Orgánico y aprobados por su certificador para el uso intencionado (Baier, 2015).

Se deben recoger los huevos con frecuencia, apuntando la fecha de recogida con un símbolo de producción orgánica en cada huevo, colocarse en frío inmediatamente después de la recolección y mantenerlos a temperatura constante, conforme lo especifican las buenas prácticas (Ogden et al., 2005). Patterson et al., 2015 menciona que los huevos deben mantenerse a 15.5° o menos desde que son recolectados hasta el momento de la venta. Se deben retirar los huevos

sucios, los que goteen, o huevos de descarte (huevos no comestibles o contaminados descubiertos al sostenerlos a una luz brillante, trasluz).

Para el consumidor, el envasado es muchas veces la primera fuente de información sobre toda la cadena de producción, por lo que cada caja o contenedor de huevos debe estar etiquetado con el nombre y dirección del productor, la fecha de la puesta, la declaración de identidad (huevos), el contenido neto, y el distintivo nacional orgánico. Las indicaciones voluntarias sobre la responsabilidad que se asume por las condiciones del producto son determinantes importantes para generar confianza (Ogden et al., 2005; Patterson et al., 2015).

## **4.6 Calidad del huevo**

### **4.6.1 Calidad sanitaria**

La presencia de los hongos *Fusarium* y *Penicillium* pueden provocar micotoxinas, perjudicial a la salud de las gallinas y del hombre, también la presencia de roedores pueden ser una fuente de organismos patógenos, principalmente *Salmonella*, que de estar presente en los huevos bajo condiciones favorables, puede multiplicarse rápidamente en un corto tiempo, por lo que se debe mantener limpio el almacén de los alimentos y asegurar un buen control de la humedad y temperatura, para evitar la contaminación en aves y huevos, directa o indirectamente a partir de las heces.

Se debe obtener junto al proveedor el resultado del análisis de micotoxinas y considerar efectuar análisis de dioxinas y otros agentes químicos de elevada persistencia en el suelo a los alimentos producidos, si la granja está próxima a zonas industriales, ya que las dioxinas en huevos pueden provenir del suelo o del pastizal contaminado en el recinto donde están los pollos o del aire contaminado, y se van acumulando en el cuerpo de los animales a lo largo del tiempo. Al igual que el agua contaminada puede constituir también un foco de infección (Ogden et al., 2005).

### **4.6.2 Calidad nutricional**

Diversos factores productivos pueden inducir cambios en la calidad del huevo, como en su composición química y, en consecuencia, su valor nutritivo. Así, entre los que



pueden ser modificados en su concentración, a través de la alimentación y otros factores productivos, se encuentran algunos minerales (I, F, Mn), algunas vitaminas (A, D, E, K, B1, B2, B12, biotina, pantotenato, folato) y algunos ácidos grasos, especialmente los insaturados (oleico, linoleico y linolénico, así como otros de las series metabólicas). Los picoteos de tierra realizados por los animales parecen ser la causa de que en la fracción comestible de los huevos orgánicos exista mayor concentración mineral. Por el contrario, excepto a través de tratamientos farmacológicos, la cantidad de colesterol en el huevo es difícil de modificar (Rodríguez, 2016). Sin embargo, en otros estudios, los huevos orgánicos presentaron tres veces menos colesterol, una cuarta parte menos de grasa saturada, dos veces los ácidos grasos omega 3, tres veces los niveles de vitamina E; gracias a la combinación de una dieta con componentes naturales, un mínimo de estrés y libertad de movimiento (Raigón et al., 2006; Rodríguez, 2016; González et al., 2020).

El tipo de gallina influye significativamente sobre los parámetros de calidad externa, interna y nutricional del huevo, excepto en el índice de forma, el albumen denso, el contenido en humedad y cenizas. La mayor fracción de proteína bruta en los piensos de las gallinas de sistemas convencionales influye en los parámetros de calidad interna, produciendo huevos con mayores valores de unidades Haugh, albumen total y mayor índice de forma de la yema, en comparación con los huevos orgánicos. Sin embargo, la producción orgánica de gallinas de puesta influye significativamente en un mayor contenido de yema total del huevo (Rodríguez, 2016).

La composición química proximal realizada en la clara, yema y huevos enteros indica que los huevos de campo y orgánicos presentan mayor contenido de proteínas, y los huevos comerciales tienen mayor contenido de humedad y materia grasa (en base seca). El análisis de grupos sulfhidrilos, indica que la proteína de huevos de campo y orgánicos tienen menor contenido, por lo tanto, sus proteínas se encuentran más nativas (Quitral *et al.*, 2009).

La formulación de los piensos orgánicos y la alimentación libre hace que las gallinas orgánicas pongan huevos con mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados y

menor concentración en carotenoides. El aporte de grasa total del huevo depende del contenido en lípidos de la dieta, por lo que el mayor contenido en grasa de los huevos convencionales se debe a que el pienso convencional tiene mayor contenido lipídico que la dieta orgánica. La raza de la gallina influye significativamente sobre el contenido en grasa de los huevos, aunque puede estar más relacionada con la variabilidad de la dieta que con diferencias en el metabolismo de las grasas, ya que la fracción de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados es altamente modificable a través de los aportes de la dieta de las gallinas (Rodríguez, 2016).

#### **4.6.3 Calidad sensorial**

En la evaluación sensorial la mejor calidad en cuanto a apariencia, color y olor se presentó en las muestras de huevos orgánicos, en cuanto a textura, fueron igualmente calificados huevos de campo y orgánicos. La composición del alimento, particularmente pastizal u otro forraje fresco, afectan al sabor, aspecto (color) y valor nutricional de los huevos. La pérdida del sabor y consistencia aumenta a medida que la temperatura se eleva. Los consumidores hallan extremadamente importante saber si los huevos que adquieren son frescos (Ogden et al., 2005).

En un estudio al comparar los parámetros físicos se observó que los huevos comerciales tienen mayor peso y los huevos orgánicos mayor porcentaje en peso de yema, que coincide con lo reportado por Rodríguez (2016), quien además reporta que las gallinas de sistemas orgánicos producen huevos de menor peso, menos redondeados, con mayor índice de deposición de la cáscara y porcentaje de esta (Ogden *et al.*, 2005; Rodríguez, 2016). En general con un sistema de producción orgánica se alcanzan porcentajes de cáscara significativamente superiores, 10.6% frente al 9.4% de los huevos de sistemas convencionales, lo que equivale a un 11.3% más de cáscara por peso total del huevo para los de producción orgánica. El color de la cáscara y su espesor no se ven afectados por el sistema de producción.

La presencia de colorantes en los piensos convencionales es la causa de la mayor intensidad de anaranjado en el color de la yema, mientras que los huevos orgánicos se caracterizan por tener yemas de colores amarillentos, por lo que el color de la yema de huevo es altamente modificable a través de los aportes de la dieta.

Además, al aumentar la edad de la gallina, la absorción de nutrientes y el depósito de sustancias durante la formación del huevo es menor, dando lugar a huevos con colores de la cáscara menos intensos, peor calidad de albumen y de yema, con menor contenido en proteínas y carotenoides; pero huevos con mayor calidad de la cáscara, aunque las tendencias existentes son débiles (Rodríguez, 2016).

## **Discusión**

Los productos orgánicos dejan de ser una moda y se quedan como una opción de consumo responsable y sustentable. Este consumo depende de los medios de comunicación y la percepción que tienen los consumidores de lo orgánico, por lo que comunicar atributos de calidad representa una estrategia de marketing. Los elevados costos son un precio que especialmente la clase social media y alta están dispuestos a pagar, al estar conscientes del costo de producción y manipulación, la certificación y la oferta limitada. Los jóvenes adultos y adultos son los que más demandan estos alimentos, sienten que deben ser consumidores socialmente responsables con la salud y el medio ambiente, tienen la percepción de que estos productos son más saludables, tienen menor impacto negativo al medio ambiente y buscan el bienestar animal evitando en lo posible el sufrimiento.

En el sistema orgánico se busca cuidar la biodiversidad, el agua, el suelo, el aire, y el clima, por lo que se cuenta con fuentes de energías alimentadas por paneles solares, lo que reduce la demanda de energía eléctrica y sus emisiones asociadas. El estiércol y los residuos se compostan y se emplean en los cultivos de la granja como abonos. Además, una alta concentración de animales aumenta la demanda de agua y sus riesgos de contaminarse por lo que la ganadería orgánica establece un número máximo de animales para evitarlo. Sin embargo, los rumiantes generan metano, que es el segundo gas más dañino que produce el efecto invernadero y en la producción orgánica no hay diferencia en cuanto a la emisión de este gas.

Para regular la producción orgánica, México cuenta con la “Ley de productos orgánicos”, que promueve y regula los criterios para todos los procedimientos llevados a cabo en la producción orgánica. El Consejo Nacional de Producción

Orgánica (CNPO) asesora a la Secretaría para el fomento de la producción orgánica. “El Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos”, reglamenta los lineamientos establecidos en la LPO. El "Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias" establece una regulación y un sistema de control nacional en materia de operación o producción orgánica. Estos lineamientos fueron actualizados en el 2020, con normativas internacionales que le permiten a México alcanzar acuerdos de equivalencia con Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea; para el libre flujo de productos orgánicos mexicanos a los mercados más competitivos del mundo con una sola certificación. Por otro lado, para realizar importaciones los productos orgánicos deben acompañarse de certificado orgánico o su equivalente en su país de origen. El distintivo nacional “Orgánico México” avala que los alimentos cumplen con los criterios de producción orgánica establecidos en la Ley de Productos Orgánicos; da confianza y credibilidad a los consumidores sobre la calidad de los alimentos ya que cuentan con certificación orgánica.

La certificación orgánica constata que los sistemas de producción, manejo y procesamiento de productos orgánicos se ajustan a los requisitos establecidos en la Ley de Productos Orgánicos, posibilita la trazabilidad del producto y permite dar al consumidor garantías de las características del producto, por lo que el operador orgánico debe tener un Plan Orgánico donde se detallan las etapas de la producción y el manejo orgánico de acuerdo con la Ley de productos orgánicos. Las barreras económicas y burocráticas que implica la certificación hacen que pocos productores logren obtenerla, por lo que existe la certificación orgánica participativa, una alternativa para los pequeños productores que quieren acceder a mercados de comercialización local y que están organizados a través de la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos; en este caso los costos son mínimos.

En un sistema de producción orgánica, los animales deben ser identificados individualmente, por rebaño o hato y deben seleccionarse tomando en cuenta la capacidad para adaptarse a las condiciones del entorno, al clima y resistencia a enfermedades y parásitos. Deben proceder de unidades de producción orgánica, pero cuando la Operación Orgánica apenas inicia, se pueden introducir animales

criados bajo sistema no orgánico. La reproducción debe basarse en métodos naturales (prácticas de monta natural) sin el uso de hormonas o sustancias que induzcan o sincronicen el celo. La alimentación debe proporcionar una dieta equilibrada que satisfaga las necesidades fisiológicas de los animales y cumpla con los requerimientos nutricionales en sus diferentes etapas de desarrollo. El alimento se debe mantener limpio, protegido de factores que disminuyen su calidad, como la humedad y el exceso de calor. El animal debe obtener alimento a través del pastoreo o forrajeo de plantas y granos, o mediante la elaboración de raciones compuestas de buena calidad. La lactancia debe ser natural. El Operador Orgánico debe vigilar que los animales realicen ejercicio de manera regular, garantizando condiciones que permitan expresar su comportamiento filial, reproductivo y trófico, por lo que deben tener acceso permanente a los pastos y espacios al aire libre, siempre que las condiciones atmosféricas y el estado del suelo lo permitan. Se debe respetar el número de animales en alojamientos techados y al aire libre para reducir el estrés y prevenir enfermedades. Si un animal se enferma o resulta herido, debe aislarse y administrarse tratamiento no invasivo, pero si no resulta eficaz, se pueden utilizar medicamentos veterinarios alopáticos de síntesis química o antibióticos para evitar sufrimiento o trastornos a los animales. Sin embargo, si la sustancia no está en la Lista Nacional de Sustancias Permitidas para la Operación Orgánica Agropecuaria, los animales no podrán comercializarse como orgánicos. El transporte debe ser de forma tranquila, que los animales no sufran heridas y estrés; y la carga y descarga suave sin utilizar ningún sistema de estimulación eléctrica. Durante la fase que se conduce a la matanza y durante esta, deberán ser tratados de tal manera que se reduzca al mínimo el estrés y buscando su bienestar.

Diversos estudios reportan que productos de sistemas orgánicos contienen concentraciones mayores de proteína, ácidos grasos benéficos para la salud humana y algunas vitaminas y minerales en comparación con sistemas convencionales. Sin embargo, el contenido de ácidos grasos indispensables en la carne depende del tipo de especie, raza, estado fisiológico, dieta, etc., por lo que no se puede comparar objetivamente. También el contenido de proteína se vio relacionado al ejercicio realizado al pastar, adquiriendo mayor masa muscular. De

acuerdo con la CORM (Carnes Orgánicas de México), las características de la carne desde el punto de vista organoléptico y estructural es similar al obtenido a través de un sistema de crianza convencional. No se han reportaron diferencias relevantes en la gran mayoría de los nutrientes.

En el pollo, se reportaron que las concentraciones de 12 elementos minerales (Na, Mg, K, Ca, V, Fe, Co, Ni, Cu, Rb, Ba y Pb) fueron más altas en pollos orgánicos, pero el contenido total de grasa era mayor en la carne producida convencionalmente que en la orgánica. Diversos resultados indicaron que los sistemas alternativos de producción de pollos no aseguran beneficios adicionales para la salud. En un estudio el pH de la carne de pechuga de pollos orgánicos fue más alto que el de los pollos convencionales, contrario a otro estudio que reporta un pH más bajo en los músculos de pollo orgánico. Por otro lado, las pechugas y los muslos orgánicos eran más bajos en ácidos grasos saturados y monoinsaturados y más altos en ácidos grasos poliinsaturados que los pollos convencionales. Teniendo que la carne de pollos criados en el sistema de producción orgánica es menos susceptible a la oxidación lipídica que la carne obtenida de un sistema convencional, lo cual se puede deber a su menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), ya que el uso de fuentes alimenticias en el manejo nutricional del sistema de producción de pollos orgánicos es pobre en PUFA. La carne orgánica fue menos amarilla que la de las aves convencionales, lo cual se explica por la no adición de colorantes artificiales. Sin embargo, en otro estudio se reportó aumento del color amarillento en la carne de pollo en sistema orgánico.

La carne de cerdo orgánica se caracterizó por una mayor estabilidad lipídica durante el tiempo de almacenamiento en comparación con la carne de cerdo convencional. La cría de cerdos en libertad con acceso a pastos tuvo concentraciones significativamente mayores de PUFA, PUFA n-3 y ALA en la grasa intramuscular, interesante para una mejor calidad de la carne. Además de pH más altos para los cerdos orgánicos.

En la carne de vacuno orgánica, estudios informaron valores nutricionales más altos, un contenido mejor equilibrado de lípidos y compuestos bioactivos. Se

encontró que las concentraciones de AGS y MUFA fueron similares o ligeramente inferiores, respectivamente, y valores más altos para los PUFA totales y los PUFA n-3 en la carne orgánica. Sin embargo, podría explicarse por las diferencias entre las especies y tipos de carne. La evidencia de estudios experimentales indica que las dietas basadas en alto pastoreo pueden ser la razón principal de las diferencias en los perfiles de AF, ya que la ingesta de forraje fresco depende de la duración del pastoreo y la proporción de forraje fresco que puede variar significativamente entre las regiones, por lo que la composición de las praderas de pastoreo y los forrajes conservados también puede explicar parcialmente las diferencias entre la carne orgánica y la convencional. Así como las concentraciones de Fe en la carne que pueden incrementarse por el acceso al exterior o por mayores proporciones de forraje en la dieta, ya que los forrajes contienen concentraciones de Fe más altas que los piensos concentrados (dieta convencional).

Los bajos rendimientos de leche de granjas orgánicas se encuentran relacionados con el potencial genético de animales, los factores ambientales y la disponibilidad de alimento (limitado aporte nutricional), así como las zonas geográficas debido principalmente a la variabilidad en la cantidad y calidad de forraje disponible a través del año y la falta de suplementación con un alimento balanceado orgánico (concentrados) y la mayor ingesta de pasto, resultando en una dieta de menor densidad energética. Se han descrito en la literatura diferentes enfoques para detectar algunos biomarcadores potenciales para distinguir la leche orgánica de la convencional, estos se basan en una diferencia significativa en la dieta entre las vacas orgánicas y las convencionales y fallan cuando las dietas de ambos sistemas son similares. Si la genética animal, la salud, la raza, la dieta, el manejo o el medio ambiente difieren, también lo hará la composición de la leche producida. Varios estudios se han centrado en la composición de ácidos grasos porque estos varían conforme a cambios en la dieta, encontrándose que una alimentación basada en piensos a base de pastos y forrajes tiene un potencial considerable para mejorar el perfil de ácidos grasos (AF) de la leche y sus productos lácteos, lo que puede proveer beneficios sobre la salud humana. Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), benéficos para la salud de los consumidores, como el ácido linoleico

conjugado (ALC) y los ácidos grasos Omega-3 se han visto como parámetros de calidad de la leche orgánica, encontrándose en mayor nivel en comparación con la leche convencional, también concentraciones más altas de vitaminas liposolubles, como  $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$  caroteno y retinol, además de mayores niveles de selenio, vitamina A, vitamina C, y proteína, debido a las mayores cantidades de forraje fresco. Sin embargo, en un estudio reportan que el contenido de grasa fue menor en la leche orgánica de oveja en comparación con la convencional. También se observó una variación estacional significativa en todas las concentraciones de minerales donde la leche orgánica contenía concentraciones mayores de Ca, K y P, que se correlacionaron positivamente con el pastoreo y la ingesta del forraje total (sistema orgánico). Las concentraciones de cinco oligoelementos esenciales (Cu, Fe, Mn, Mo y Zn) durante el año fueron menores en leche orgánica, lo que puede haber resultado de la menor ingesta de concentrados en rebaños orgánicos, porque los concentrados suelen contener niveles más altos de Co, Cu, I, Se y Zn que los forrajes debido a la suplementación de estos minerales. Sin embargo, las diferencias en la composición mineral de la leche no son lo suficientemente grandes como para tener impacto significativo en la salud humana. Además, en todos los sistemas de producción, la producción y la composición de la leche fluctuaron marcadamente a lo largo del tiempo. Respecto al contenido de lactosa de la leche fue ligeramente más bajo en el sistema de producción orgánica.

En un estudio se encontró en la leche orgánica un pH menor en comparación con la leche convencional, lo que podría deberse a una mayor actividad microbiana. Por lo que se debe implementar las buenas prácticas de higiene y de manufactura para disminuir cargas microbiológicas. La contaminación durante el manejo de la leche ejemplifica la situación de producción de lácteos artesanales. Otros estudios realizados en leche orgánica a nivel nacional e internacional reportan la presencia de plaguicidas organoclorados, metales pesados y aflatoxina. La vida media en el ambiente de los compuestos organoclorados es de 5 hasta 20 años o más, por lo que es difícil eliminarlos solo evitando su uso. Por esta razón sus residuos pueden seguir apareciendo en los productos orgánicos, aun cuando éstos ya no se utilicen. Sin embargo, investigaciones desarrolladas en diversos países muestran que hay



una diferencia significativamente más baja en productos orgánicos que en los convencionales.

En las aves ponedoras, la concha de ostras puede ser usada como suplemento de calcio para fortalecer las cáscaras de huevos. Diversos factores productivos pueden inducir cambios en la calidad del huevo, como en su composición química y en su valor nutritivo. Así, entre los que pueden ser modificados en su concentración, a través de la alimentación y otros factores productivos, se encuentran algunos minerales (I, F, Mn), algunas vitaminas (A, D, E, K, B1, B2, B12, biotina, pantotenato, folato) y algunos ácidos grasos, especialmente los insaturados (oleico, linoleico y linolénico). Los picoteos de tierra realizados por los animales parecen ser la causa de que en los huevos ecológicos exista mayor concentración mineral. El tipo de gallina influye significativamente sobre los parámetros de calidad externa, interna y nutricional del huevo, los huevos de campo y orgánicos presentan mayor contenido de proteínas, y los huevos comerciales tienen mayor contenido de humedad y materia grasa. La formulación de los piensos ecológicos y la alimentación libre hace que las gallinas ecológicas pongan huevos con mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados y menor concentración en carotenoides. El aporte de grasa total del huevo depende del contenido en lípidos de la dieta, por lo que el mayor contenido de los huevos convencionales se debe a que el pienso convencional tiene mayor contenido lipídico que la dieta orgánica. En la evaluación sensorial la mejor calidad en cuanto a apariencia, color y olor se presentó en las muestras de huevos orgánicos. La composición del alimento, particularmente pastizal u otro forraje fresco, afectan al sabor, aspecto (color) y valor nutricional de los huevos. La presencia de colorantes en los piensos convencionales es la causa de la mayor intensidad de anaranjado en el color de la yema, mientras que los huevos ecológicos se caracterizan por tener yemas de colores amarillentos. Además, al aumentar la edad de la gallina, la absorción de nutrientes y el depósito de sustancias durante la formación del huevo es menor, dando lugar a huevos con colores de la cáscara menos intensos, peor calidad de albumen y de yema, con menor contenido en proteínas y carotenoides.

El manejo nutricional en los sistemas orgánicos se basa principalmente en la ingesta de forrajes en pastoreo; sin embargo, este manejo lo hace susceptible a la disponibilidad de forraje a lo largo del año. Los animales pasan al menos la mitad del día pastando al aire libre y son alimentados con productos orgánicos certificados de preferencia. En contraste, las dietas de las vacas manejadas convencionalmente pueden ser más homogéneas durante todo el año.

## **Conclusiones**

La regulación en México está en constante actualización para comercializar los productos orgánicos a nivel nacional e internacional. Cuenta con la “Ley de productos orgánicos” que promueve y regula los criterios para todos los procedimientos llevados a cabo en la producción orgánica. Los alimentos orgánicos deben usar el distintivo nacional de “Orgánico México”, otorgado por la Secretaría para poder comercializarse, al cumplir con los criterios establecidos en la Ley de Productos Orgánicos. Para realizar importaciones, los productos orgánicos deben acompañarse de certificado orgánico equivalente en su país de origen o estar certificados por un organismo de certificación orgánica aprobado por el SENASICA. Así mismo, para exportaciones México tiene acuerdos de equivalencia en diferentes mercados del mundo.

Las barreras económicas y burocráticas que implica la certificación orgánica hacen que pocos productores logren obtenerla, por lo que existe la certificación orgánica participativa, que no requiere ningún pago, y puedan comercializar sus productos en la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos (REDAC), creada para mejorar las condiciones de comercialización en el país.

Los consumidores que se identifican como responsables con el medio ambiente están dispuestos a pagar por el sobrepeso de los alimentos orgánicos, están conscientes del costo de producción debido a la inocuidad y la certificación, además de la percepción de que estos alimentos son más saludables y ricos, tienen menor impacto negativo al ambiente y son libres de maltrato animal.

El manejo animal en sistema de producción orgánica se basa en la relación

armónica entre la tierra, las plantas y animales, busca el bienestar animal con respecto a sus necesidades fisiológicas de comportamiento, minimizando el estrés y que su calidad de vida sea la mejor. Utiliza métodos naturales de reproducción y libertad para forrajear, por lo que se eligen especies de acuerdo con las características del entorno. Además, se evita el uso de medicamentos alopáticos, hormonas, estimuladores de crecimiento y sustancias que no se encuentren en la Lista Nacional para la Operación Orgánica Agropecuaria.

La producción orgánica busca el uso racional de los recursos naturales, por lo que se cuenta con fuentes de energías alimentadas por paneles solares, reduciendo la demanda de energía eléctrica y sus emisiones asociadas. El estiércol y los residuos se compostan y se emplean en los cultivos de la granja como abonos. Evita el uso de sustancias químicas, pesticidas, fertilizantes, aditivos y antibióticos. Sin embargo, es posible encontrar residuos de compuestos organoclorados en los alimentos orgánicos debido a sus aplicaciones en el pasado y su persistencia en el ambiente, hecho que ha sido considerado por normativas nacionales e internacionales. Por otra parte, el tipo de producción, orgánica o convencional, no tiene un efecto sobre la producción de metano, uno de los gases que produce el efecto invernadero, pero sí hay efecto positivo en la menor carga animal, debido a la menor demanda de agua y sus riesgos de contaminarse; y a la menor cantidad de deyecciones (estiércol y orina) que depositarían y podrían rebasar la cantidad de 170 kg de nitrógeno por hectárea al año.

La composición nutrimental varía con distintos factores: la composición de la dieta, la raza, la especie, el estado fisiológico, el clima (variación estacional), las dietas basadas en alto pastoreo que también pueden influir en las características sensoriales, ya que su ingesta depende de la duración y calidad del pastoreo. Sin embargo, no se reporta diferencia significativa de que los alimentos orgánicos sean mejores nutricionalmente que los convencionales, pero sí hay diferencias en el color de la carne. Las diferencias en la composición mineral entre la leche producida de manera orgánica y la producida de manera convencional no son lo suficientemente grandes como para tener impacto significativo en la salud humana.

## Perspectivas

- A partir del 2020 México avanzó en la armonización de la Ley de Productos Orgánicos con normativas internacionales que le permite alcanzar acuerdos de equivalencia con países como Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea para que una sola certificación pueda comercializar sus alimentos en diferentes mercados del mundo. Lo que promoverá la identidad de los productos orgánicos mexicanos reduciendo costos de certificación, ya que es una limitante al exportar para la mayoría de los productores certificados.
- La mercadotecnia juega un papel importante en la prosperidad de los productos orgánicos, buscando premisas para transmitir al consumidor los beneficios que le otorgan la adquisición de estos productos y así incrementar el consumo nacional, y al tener mayor disponibilidad de estos alimentos podría ayudar a reducir el sobreprecio.
- Se necesitan más estudios con más factores a evaluar y a largo plazo para determinar si se tiene un impacto menos negativo al medio ambiente en comparación con la producción convencional.
- Para determinar si la composición nutrimental es mejor en los productos orgánicos que en los productos convencionales, se deben estandarizar factores como raza, clima, edad y dieta para poder comparar ambos sistemas objetivamente.

## Bibliografía

1. Adler, A., Purup, S., Hansen-Møller, J., Thuen, E., Gustavsson, A., Steinshamn, H. (2014). Phyto-oestrogens and their metabolites in milk produced on two pastures with different botanical compositions. *Livestock Science*, 163, 62–68.
2. Adler, A., Purup, S., Hansen-Møller, J., Thuen, E., Steinshamn, H. (2015). Phytoestrogens and Their Metabolites in Bulk-Tank Milk: Effects of Farm Management and Season. *PLOS ONE*, 10(5)
3. Aktar, W., Sengupta, D., Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdiscip Toxicol* 2:1–12
4. Álvarez, C., Flores, A. (2011). Análisis de ciclo de vida de la carne bovino en Sonora: Etapa de sacrificio. *Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world*, 10.
5. Álvarez, A., Partida, A., Barragán, J. (2017). Factores críticos determinantes en la intención de compra de consumidores Millennials de alimentos orgánicos: caso de estudio en centros comerciales del área metropolitana de Lima, Perú ISSN: 2448-5101
6. Álvarez, L., Cadavid, M., Quintero, S., Martínez, X., Ríos, L. (2018). Organic food consumption: is it possible to develop public policy? A case study of Medellín *Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad Antioquia. Colombia*
7. Ángeles, J., Pérez, A., Pérez, J., González, M. (2014a). Producción Orgánica de leche de oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystems. Tropical and Subtropical Agroecosystems, México*, 17 (1), 49-62
8. Ángeles, J., Castelán, O., Ramírez, A., González, M. (2014b). Effects of crossbreeding on milk production and composition in dairy sheep under organic management. *Animal Production Science*, 54(10), 1641.

9. Anka, P., Mila, S., Pejanovic, R., Jonavic, S., Kraginovic, G. (2011). The Effect of Organic Milk Production on Certain Milk Quality Parameters. *Acta Veterinaria (Beograd)*. 61 (4): 415-421.
10. Apaolaza, V., Hartmann, P., D'Souza, C., López, C. (2018). Eat organic – feel good? The relationship between organic food consumption, health concern and subjective wellbeing *Food Qual. Prefer*, (63) 51-62
11. Arias, A. (2015). *Productos Orgánicos en México. Investigación dirección de estudios sobre soberanía alimentaria y nueva ruralidad. CEDRSSA.*
12. Arias, A. (2020). Sader certifica más de mil 600 productos orgánicos del campo mexicano. *El Herald*. 15 de diciembre de 2020. Sitio Web: <https://heraldodemexico.com.mx/economia/2020/8/6/sader-certifica-mas-de-mil-600-productos-organicos-del-campo-mexicano-198323.html>
13. Aschemann, J., Maroscheck, N., Hamm, U. (2013). Are organic consumers preferring or avoiding foods with nutrition and health claims? *Food Quality and Preference, Alemania*, 30 (1) 68-76
14. ASERCA. (2017). *Agricultura Orgánica*. 25 de octubre de 2020. Sitio Web: <https://www.gob.mx/aserca/articulos/agricultura-organica>
15. Baier, A. (2015). Hoja de Datos: Producción de Aves Orgánicas para Carne y Huevos. Especialista en Agricultura, NCAT. ATTRA Agricultura Sustentable
16. Bakutis, B., Cerniauskiene, L. (2007). Quality Analysis of Milk Production Conditions in Organic and Conventional Farms. *Veterinarija ir Zootechnika*. 39 (61): 3-8.
17. Batra, P. (2014). Organic foods for children: health or hype. *Indian Pediatr*, 349-353.
18. Beltrán, L. (2002). "Consumo sustentable como derecho–obligación para disfrutar de un medio ambiente sano", *Región y Sociedad, Sonora*. vol. (14) 23,193–198.

19. Benbrook, C., Butler, G., Latif, M., Leifert, C., Davis, D. (2013). Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: A United States-wide, 18-month study. PLoS ONE
20. Bergamo, P., Fedele, E., Iannibelli, L., Marzillo, G. (2003). Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. Food Chemistry
21. Bergamo, P., Torjusen, H., Wyss, G., Brandt, K. (2005). Producción de Leche. Control de la Calidad y Seguridad en las Cadenas de Producción Orgánica. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, CH-5070 Frick, Switzerland
22. Blair, R. (2011). Aims and principles of organic cattle production. In: Blair, R. (ed) Nutrition and Feeding of Organic Cattle. CAB International, UK. 5-27.
23. Blanco-Penedo, I., Shore, R., Miranda, M. (2009). Factors affecting trace element status in calves in NW Spain. Livestock Science, 123, 198–208.
24. Brach, S. (2015). Consuming Sustainably by buying Organic Food: The Effect of Certified third-party Labels on Perceived Risk. Developments in Marketing Science: Proceedings of the Academy of Marketing Science, 414-416.
25. Brito, A., Soder, K., Chouinard, P., Reis, S., Ross, S., Rubano, M., Casler, M. (2017). Production performance and milk fatty acid profile in grazing dairy cows offered ground corn or liquid molasses as the sole supplemental nonstructural carbohydrate source J. Dairy Sci., 100, 8146-8160
26. Brito, A., Silva, H. (2020). *Symposium review: Comparisons of feed and milk nitrogen efficiency and carbon emissions in organic versus conventional dairy production systems.* Department of Agriculture, Nutrition, and Food Systems, University of New Hampshire. Journal of Dairy Science, 103(6) 5726-5739
27. Bryła, P. (2016). Organic food consumption in Poland: motives and barriers. Appetite, 105:737-46.

28. Bulut, S., Akkaya, L., Gok, V., Konuk, M. (2011). Organochlorine pesticide (OCP) residues in cow's, buffalo's and sheps's milk from Afyonkarahisar region. Turkey Environ Monit Asses 181: 555-562
29. Bustamante, T., Schwentesius, R. (2018). Perfil y situación de los productores que integran los tianguis y mercados orgánicos en México. Agricultura, sociedad y desarrollo, 15 (4).
30. Butler, G., Stergiadis, S., Seal, C., Eyre, M., Leifert, C. (2011a). Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. Journal of Dairy Science, 92016
31. Butler, G., Nielsen, J., Larsen, M. (2011b). The effects of dairy management and processing on quality characteristics of milk and dairy products. NJAS Wagening J Life Sci 58, 97-102.
32. Calder, P., Kremmyda, L., Vlachava, M. (2010). Is there a role for fatty acids in early life programming of the immune system? Proc Nutr Soc 69, 373-380.
33. Calomarde, J. (2000). Marketing ecológico, Madrid, Pirámide, ESIC
34. Capuano, E., Boerrigter-Eenling, R., Elgersma, A., van Ruth, S. (2014). Effect of fresh grass feeding, pasture grazing and organic/biodynamic farming on bovine milk triglyceride profile and implications for authentication. European Food Research and Technology, 238 (4) (2014), pp. 573-580,
35. Capuano, E., Gravink, R., Boerrigter-Eenling, R., van Ruth, S. (2015). Fatty acid and triglycerides profiling of retail organic, conventional and pasture milk: Implications for health and authenticity.
36. Castellini, C., Mugnai, C., Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Science, 60(3), 219–225.
37. Castromán, G., Saadoun, A., Ramos, A., Cabrera, M. (2010). Oxidación lipídica y proteica de la carne de ave (*Gallus domesticus*) convencional y orgánica, producida en el Uruguay. Agrociencia Uruguay



38. Cederberg, C., Sonesson, U., Henriksson, M., Sund, V., y Davis, J. (2009). Greenhouse gas emissions from Swedish consumption of meat, milk and eggs 1990 and 2005. *Report*, 793,1-97.
39. CNPO. (2014). Consejo Nacional de Producción Orgánica. Consejos Consultivos Nacionales en materia agropecuaria y ambiental. 15 de diciembre de 2020. Sitio Web: <https://consejosconsultivos.mx/consejo-nacional-de-produccion-organica.html>
40. CERTIMEX. (2015). CERTIMEX. 9 de abril de 2016. Sitio Web: <http://www.certimexsc.com/index.php>
41. Notimex. (2019). Consumo de carne aumenta 3.7% en México durante 2018: Comecarne. El economista. 21 de septiembre de 2020. Sitio web: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Consumo-de-carne-aumenta-3.7-en-Mexico-durante-2018-Comarcane-20190226-0101.html>
42. CONANP. (2009). Manual para la Producción Orgánica en áreas naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas dirección de actividades productivas alternativas subdirección de proyectos productivos alternativos.
43. Constance, D. (2014). Engaging the Organic Conventionalization Debate. The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics, 161-185
44. CORM. (2014). La ganadería orgánica en México. CORM Carnes Orgánicas México. 20 de octubre de 2020. Sitio Web: <http://carnesorganicasmexico.blogspot.com/2014/10/la-ganaderia-organica-en-mexico.html>
45. Cosechando natural. (2017). Ganadería orgánica: Una alternativa de producción en México. RedMidia. 23 de octubre de 2020. Sitio Web: <https://redmidia.com/bovinos/ganaderia-organica-una-alternativa-produccion-mexico/>

46. Dalziel, C., Kliem, K., Givens, D. (2015). Fat and fatty acid composition of cooked meat from UK retail chickens labelled as from organic and non-organic production systems. *Food Chemistry*, 179, 103–108.
47. D'Amico, M., Di Vita, G., Monaco, L. (2016). Exploring environmental consciousness and consumer preferences for organic wines without sulfites. *Journal of Cleaner Production*. Italia. Vol 120, 64-71
48. de Boer, J. (2003). Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science*. 80:69-77.
49. DOF. (2006). Ley de Productos Orgánicos. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. 10 de octubre de 2020 Sitio Web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/317971/Ley\\_de\\_productos\\_org\\_nicos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/317971/Ley_de_productos_org_nicos.pdf)
50. DOF. (2010). Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. 10 de octubre de 2020 Sitio Web: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LPO.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LPO.pdf)
51. DOF. (2013a). Acuerdo por el que se da a conocer el distintivo nacional de los productos orgánicos y se establecen las reglas generales para su uso en el etiquetado de los productos certificados como orgánicos. SEGOB. 21 de octubre de 2020. Sitio Web: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5637199&fecha=03/12/2021#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5637199&fecha=03/12/2021#gsc.tab=0)
52. DOF. (2013b). ACUERDO por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias, SEGOB. Sitio Web: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5319831&fecha=29/10/2013#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5319831&fecha=29/10/2013#gsc.tab=0)
53. DOF. (2020). ACUERDO por el que se modifican, adicionan y derogan diversas disposiciones del diverso por el que se dan a conocer los Lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias, publicado el 29 de octubre de 2013. SEGOB. 23 de enero de 2021. Sitio Web:

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5594612&fecha=08/06/2020#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594612&fecha=08/06/2020#gsc.tab=0)

54. Eberle, L., Lorandi, F., Sperandio, G., Lazzari, F., (2019). Um Estudo sobre Determinantes da Intenção de Compra de Alimentos Orgânicos. Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA, São Paulo, 13 (1) 94-111

55. EFE noticias. (2020). México busca aumentar consumo, mercado y obtención de productos orgánicos. 21 de octubre de 2020. Sitio Web: <http://udgtv.com/noticias/mexico-busca-aumentar-consumo-mercado-obtencion-productos-organicos/>

56. Escobar, S., Vizcarra, I., Thomé, H., Espinoza, A. (2016). Mercados y tianguis de alimentos orgánicos en el centro de México: una opción de desarrollo económico y social CONACyT II Simpósio Internacional “Alimentação e Cultura: Tradição e Inovação na produção e consumo de alimentos”

57. Espinoza, J., Palacios, A., Ávila, N., Guillén, A., De Luna, R., Ortega, R., Murillo, B. (2007). La Ganadería Orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México: una revisión, Caracas, 32 (6)

58. Espinoza, J. Palacios, A. Ávila, N. Guillén, A. De Luna, R. Ortega, R. Murillo, B. (2009). La ganadería orgánica: aspectos generales.

59. FAO. (2002). Novedades en el mercado de la carne y los productos lácteos orgánicos: repercusiones para los países en desarrollo. Comité de problemas de productos básicos. Grupo intergubernamental sobre la carne y los productos lácteos. 19na reunión. Roma, Italia. 18 de agosto de 2020. Sitio Web: <http://www.fao.org/docrep/MEETING/004/y6976s.htm>

60. Fernandes, L., Guimaraes, I., Noyes, N., Caixeta, L., Machado, V. (2021). Effect of subclinical mastitis detected in the first month of lactation on somatic cell count linear scores, milk yield, fertility, and culling of dairy cows in certified organic herds. 104(2), 2140-2150

61. FIRCO. (2017a). Carne orgánica, producto que mejora la salud y contribuye con el medio ambiente. 6 de septiembre de 2020. Sitio Web: <https://www.gob.mx/firco/articulos/carne-organica-producto-que-mejora-la-salud-y-contribuye-con-el-medio-ambiente?idiom=es>
62. FIRCO. (2017b). Producción de Carne de Cerdo Orgánica en México. 5 de septiembre de 2020. Sitio Web: <https://www.gob.mx/firco/es/articulos/produccion-de-carne-de-cerdo-organica-en-mexico?idiom=es>
63. Flachowsky, G., Franke, K., Meyer, U., Leiterer, M., & Schone, F. (2014). Influencing factors on iodine content of cow milk. *European Journal of Nutrition*, 53(2), 351–365.
64. Fuentes, G., Ruiz, R., Sánchez, J., Ávila, D., Escutia, J. (2013). Análisis microbiológico de leche de origen orgánico: atributos deseables para su transformación, *Ciudad Universitaria*, 10 (4).
65. Fuller, R., Norton, L., Feber, R., Johnson, P., Chamberlain, D., Joys, A. Firbank, L. (2005). Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biology Letters* 1, 431-434.
66. García L., Brunnet, L (coord.). (2009). Producción Sustentable. Calidad y Leche Orgánica. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Agricultura, sociedad y desarrollo, México, 9 (1).
67. Gerrard, C. L., Padel, S., Moakes, S. (2012). The use of Farm Business Survey data to compare the environmental performance of organic and conventional farms. *International Journal of Agricultural Management*, 2(1), 5.
68. Ghasempour, A., Ahmadi, E. (2016). Assessment of environment impacts of egg production chain using life cycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 183, 980-987.
69. Ghindini, S., Zanardi, E., Battaglia, A., Varisco, G., Ferratti, E., Campanini, G. Chizzollini, R. (2005). Comparison of Contaminant and residue levels in organic and

conventional milk and meat products from northern Italy. *Food Addit Contam.* 22 (1): 9-14. 6.

70. Givens, D. I., Gibbs, R. A., Rymer, C., Brown, R. H. (2011). Effect of intensive vs. free range production on the fat and fatty acid composition of whole birds and edible portions of retail chickens in the UK. *Food Chemistry*, 127(4), 1549–1554.

71. Global Organic Trade Guide. (2017). Organic Mexico. 24 de octubre de 2020. Sitio Web: <https://globalorganictrade.com/country/mexico>

72. Gómez, C. (2020). Sader destaca labor con pequeños productores. *La Jornada*. 10 de diciembre de 2020. Sitio web: <https://www.jornada.com.mx/ultimas/sociedad/2020/08/06/sader-destaca-labor-con-pequenos-productores-organicos-8307>

73. González, L., Franco, M., Monroy, R. (2016). Contenido de células somáticas en leche producida en el Valle de Tulancingo, Hidalgo. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 584-589

74. González, G., Valera, G. (2017). Situación actual del mercado nacional e internacional de productos orgánicos. Buenos Aires

75. González, K., Landázury, A., Chaparro, A. (2020). Evaluación de impactos ambientales en la cadena de producción de huevos agroecológicos con un enfoque de ciclo de vida. *Revista Ciencias Ambientales*, Bogotá. 54 (2)

76. Gutiérrez, R., Ruíz J., Ortiz, R., Vega, S., Schettino, B., Yamasaki, A., Ramírez, M. (2012). Organochlorine Pesticide Residues in Bovine Milk from Organic Farms in Chiapas, México. *Bull Environ Contam Toxicol. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 89(4): 882-887.

77. Gutiérrez, R., Vega, S., Pérez, J., Ruiz, J., Yamazaki, A., Rivera, J., Urbán, G., Escobar, A. (2013a). Evaluación de aflatoxina M<sub>1</sub> en leche orgánica producida en Tecpatán, Chiapas, México

78. Gutiérrez, C., Morales, H., Limón, F. (2013b). Valoraciones de calidad en alimentos orgánicos y de origen local entre consumidores de la red Comida Sana y Cercana en Chiapas. *LiminaR*, 11 (1), 10.
79. Gutiérrez, M. (2019). Industria avícola de México: Cifras de carne de pollo destacan mundialmente. *AviNews*. 30 de octubre de 2020, Sitio web: <https://avinews.com/industria-avicola-de-mexico-cifras-de-carne-de-pollo-destacan-mundialmente/>
80. Hale, M., Coffey, L. (2015). Hoja de Datos: Producción Orgánica de Cerdos Especialistas en Agricultura, NCAT. ATTRA Agricultura Sustentable
81. Hale, M. (2015a). Hoja de Datos: Producción de Vacunos, Ovinos y Caprinos orgánicos para carne. Especialista en Agricultura, NCAT. ATTRA Agricultura Sustentable.
82. Hale, M. (2015b). Hoja de Datos: Vacas, Ovejas y Cabras Lecheras Orgánicas. Especialista en Agricultura, NCAT. ATTRA Agricultura Sustentable.
83. Hansen, T., Sørensen, M., Eriksen, M. (2018). How the interplay between consumer motivations and values influences organic food identity and behavior. *Food Policy*;74:39-49. [Policy; 74:39-49](#)
84. Heins, B., Paulson, J., Endres, M., Moon, R. (2013). Effect of organic grain supplementation on production, body weight, body condition score, and profitability of organic dairy cows. Joint Annual Meeting, ADSA-ASAS. Indianapolis, Indiana
85. Hleap, J., Zapata, E. (2015). Análisis fisicoquímico y sensorial de dos productos alimenticios elaborados a partir de carne orgánica de pollo (*Gallus gallus domesticus*), *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9 (17).
86. Höjer, A., Adler, S., Purup, S., Hansen-Møller, J., Martinsson, K., Steinshamn, H., Gustavsson, A. (2012). Effects of feeding dairy cows different legume-grass silages on milk phytoestrogen concentration. *Journal of Dairy Science*, 95(8), 4526–4540

87. Hsu, C., Chen, M. (2014). Explaining consumer attitudes and purchase intentions toward organic food: Contributions from regulatory fit and consumer characteristics *Food Quality and Preference*. 35, 6-13
88. Husak, R., Sebranek, J., Bregendahl, K. (2008). A Survey of Commercially Available Broilers Marketed as Organic, Free-Range, and Conventional Broilers for Cooked Meat Yields, Meat Composition, and Relative Value. *Poultry Science*, 87(11), 2367–2376.
89. IOM. (2018). 5 dudas sobre los alimentos orgánicos resueltas. SADER. 12 de septiembre de 2020. Sitio Web: <https://impulsoorganicomexicano.com/5-dudas-sobre-los-alimentos-organicos-resueltas/>
90. Kamihiro, S., Stergiadis, S., Leifert, C. (2015). Meat quality and health implications of organic and conventional beef production. *Meat Sci* 100, 306-318.
91. Kampire, E., Kiremire, B., Nyanzi, S., Kishimba, M. (2011). Organochlorine pesticide in fresh and pasteurized cow's milk from Kampala markets. *Chemosphere* 84:923-927
92. Karwowska, M., Dolatowski, Z. (2013). Comparison of lipid and protein oxidation, total iron content and fatty acid profile of conventional and organic pork. *International Journal of Food Science & Technology*
93. Kaushik, C., Rai, SH., Gulati, D., Kaushik, A. (2011) Changing patterns of organochlorine pesticide residues in raw bovine milk from Haryana. *India Environ Monit Assess* 182:467-475
94. Kriwy, P., Mecking, R. (2012). Health and environmental consciousness, costs of behaviour and the purchase of organic food. *Int J Consum Stud*;36(1):30-7. *International Journal of Consumer Studies*, German ISSN 1470-6423
95. Küçükyılmaz, K., Bozkurt, M., Çatlı, A., Herken, E., Çınar, M., Bintaş, E. (2012). Chemical composition, fatty acid profile and colour of broiler meat as affected by organic and conventional rearing systems. *South African Journal of Animal Science*, 42 (4)

96. Kummeling, I., Thijs, C., Huber, M. (2008). Consumption of organic foods and risk of atopic disease during the first 2 years of life in the Netherlands. *Br J Nutr* 99, 598-605
97. Lairon, D. (2009). Nutricional quality and safety of organic food. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33-41
98. Lampkin, N., Measures, M., Padel, S. (2011). *The Organic Farm Management Handbook 2011/12 (9th Edition)*. Newbury: ORC.
99. La redacción. (2020). Sader impulsa producción de alimentos orgánicos. *La Jornada*. 23 de noviembre de 2020. Sitio Web: <https://www.jornada.com.mx/ultimas/sociedad/2020/01/20/sader-y-productores-colaboran-para-aumentar-oferta-alimentaria-organica-3903.html>
100. Lee, R., Baier, A. (2011). Pasture for Organic Ruminant Livestock: Understanding and Implementing the National Organic Program (NOP) Pasture Rule. USDA Organic. National Center for Appropriate Technology (NCAT) Agriculture Specialists
101. Lee, H., Yun, Z. (2015). Consumers' perceptions of organic food attributes and cognitive and affective attitudes as determinants of their purchase intentions toward organic food. *Food Quality and Preference*, 39, 259-267.
102. Leinonen, I., Williams, A. G., Wiseman, J., Guy, J., Kyriazakis, I. (2012). Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a Life Cycle Assessment: Egg production systems. *Poultry Science*, 91(1), 26-40.
103. Liang, D., Sun, F., Wattiaux, M., Cabrera, V., Hedtcke, J., Silva, E. (2017). Effect of feeding strategies and cropping systems on greenhouse gas emission from Wisconsin certified organic dairy farms, ***Journal of Dairy Science***, 100 (7), 5957-5973
104. Lopez-Alonso, M., Rey-Crespo, F., Herrero-Latorre, C., Miranda, M. (2017). Identifying sources of metal exposure in organic and conventional dairy farming. *Chemosphere*, 185, 1048–1055.



105. López, G. (2019). Factores que influyen en la compra de alimentos orgánicos en México. Un análisis mixto. JOURNAL: Small Business International Review ISSN: 2531-0046, 3(2) 69-85. Universidad de Guanajuato, Mexico
106. Lv, J., Zhao, Y. (2016). Combined Stable Isotopes and Multi-element Analysis to Research the Difference Between Organic and Conventional Chicken. Food Analytical Methods, 10(2), 347–353.
107. Maldonado, B., Trujillo, M., Rivas, L. (2013). La certificación de productos orgánicos en México. XVIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática. Ciudad Universitaria, México
108. Martínez, M. (2018). México ocupa el primer lugar en consumo de huevo en el mundo. UNA Unión Nacional de Avicultores. El economista. 1 de agosto de 2020. Sitio Web: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-ocupa-el-primer-lugar-en-consumo-de-huevo-en-el-mundo-20181011-0069.html>
109. Mendoza, Y., Brambila, J., Arana, J., Sangerman, D., Molina, J. (2016). El mercado de huevo en México: tendencia hacia la diferenciación en su consumo. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.7 no.6
110. Mohamada, S., Rusdib, S., Hashim, N. (2014). Organic Food Consumption among Urban Consumers: Preliminary Results Procedia - Social and Behavioral Sciences 130, 509-514
111. Molquentin, J. (2009). Authentication of organic milk using  $\delta^{13}\text{C}$  and the  $\alpha$ -linolenic acid content of milk fat. Journal of Agricultural and Food Chemistry
112. Nilzen, V., Babol, J., Dutta, P. (2001). Free range rearing of pigs with access to pasture grazing-effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. Meat Sci 58, 267–275.
113. Nørskov, N., Givens, I., Purup, S., Stergiadis, S. (2019). Concentrations of phytoestrogens in conventional, organic and free-range retail milk in England. Food Chemistry, 295, 1-9.

114. Notimex. (2020). Consumo de leche se contrae. 20 minutos Editora, S.L. 10 de diciembre de 2020. Sitio web:  
<https://www.20minutos.com.mx/noticia/857592/0/consumo-de-leche-se-contrae/>
115. Ocampo, L., Rosiles, R., Tapia, G., Sumano, H. (2010). Elimination kinetics of lindane at three doses in cow's milk fat. *Agrociencia* 44:461-469
116. OECD. (2004). *Agriculture, Trade and the Environment. The Dairy Sector*. Paris
117. Ogden, I., Lück, L., Wyss, G., Brandt, K. (2005). *Producción y Envasado de Huevos. Control de la Calidad y Seguridad en Cadenas de Producción Orgánica*. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, CH-5070 Frick, Switzerland
118. OMS y FAO. (2007). *Alimentos producidos orgánicamente*. Codex Alimentarius. Tercera edición. Roma
119. Orjales, I., Herrero-Latorre, C., Miranda, M., Rey-Crespo, F., Rodríguez-Bermudez, R., & López-Alonso, M. (2018). Evaluation of trace element status of organic dairy cattle. *Animal*, 12(6), 1296–1305.
120. Ortigoza, J. (2010). *Definición de Políticas Públicas para el Sector Orgánico de México*, UACH-CIESTAM, México
121. Osío, R. (2011). Los Alimentos Orgánicos ¿salvación o capricho? *Debates IESA*, XVI(1), 72-76.
122. Ozguven, N. (2012). Organic foods motivations factors for consumers *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Dokuz Eylul University, Izmir 35160, Turkey 62(24) 661-665
123. Palupi, E., Jayanegara, A., Ploeger, A., Kahl, J. (2012). Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92(14):2774-2781.
124. Patterson, P., Martin, G., Kime, L. (2015). *Producción de Huevos en Pequeña Escala (Orgánica y Convencional)*. College Agricultural of Science, Penn State Extension. The Pennsylvania State University.

125. Pelletier, N. (2017). Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation by hen housing system type. *Journal of Cleaner Production*, 152, 167-180.
126. Pentelescu, O. (2009). Fatty acid, retinol and carotene content of organic milk. *Animal Biology & Animal Husbandry. International Journal of the Bioflux Society*. 1 (1): 21-26.
127. Pérez, J. (2007). Determinación de aflatoxinas M1 en queso y leche cruda, ultrapasteurizada y orgánica que se comercializa en la ciudad de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México
128. Perez, A., Lang, F., Peralta, I., Aguirre, F. (2012). Percepción del consumidor y productor de orgánicos: el mercado ocelotl de Xalapa, Ver. México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 20-29.
129. Pérez, V. (2014). Una certificadora de productos orgánicos en manos de campesinos. *Vía Orgánica*. 23 de agosto de 2020. Sitio Web: <https://viaorganica.org/una-certificadora-de-productos-organicos-en-manos-de-campesinos/>
130. Pochteca. (2014). Empaques sustentables para productos orgánicos, artesanales y gourmet. *Pochteca papel*. 20 de agosto de 2020. Sitio Web: <https://www.pochteca.com.mx/empaques-sustentables-para-productos-organicos-artesanales-y-gourmet/>
131. Prevolnik, M., Ocepek, M., Čandek-Potokar, M., Bavec, M., Škorjanc, D. (2011). Growth, carcass and meat quality traits of pigs raised under organic or conventional rearing systems using commercially available feed mixtures. University of Maribor, Slovenia. *Journal article*, 48 (1), 15-26

132. ProMéxico. (2017). Alimentos Orgánicos en México. 26 de octubre de 2020. Sitio Web:  
<http://ethic.com.mx/docs/Infografias/sectores/Alimentos-organicos-Mexico.pdf>
133. PROFECO. (2018). Alimentos orgánicos. 25 de octubre de 2020. Sitio Web:  
<https://www.gob.mx/profeco/documentos/alimentos-organicos?state=published>
134. Qin, N., Faludi, G., Beauclercq, S., Pitt, J., Desnica, N., Pétursdóttir, A., Newton, E., Angelidis, A., Givens, I., Juniper, D., Humphries, D., Gunnlaugsdóttir, H., Stergiadis, S. (2021). Macromineral and trace element concentrations and their seasonal variation in milk from organic and conventional dairy herds. Food Chemistry, 359(15)
135. Quitral, V., Donoso, M., Acevedo, N. (2009). Comparación físico-química y sensorial de huevos de campo, orgánicos y comerciales. *Salus cum propositum vitae*, 10(2)
136. Raigón, M., Martínez, M., Esteve, P. (2006). Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola*, 1-10.
137. Rey-Crespo, F., Miranda, M., & Lopez-Alonso, M. (2013). Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 513–518.
138. Ricke, S., Van Loo, E., Johnson, M., O'Bryan, C. (2012). *Organic Meat Production and Processing*, University of Arkansas, Fayetteville, Wiley-Blackwell USA.
139. Ribas-Agustí, A., Díaz, I., Sárraga, C., García-Regueiro, J., Castellari, M. (2019). Nutritional properties of organic and conventional beef meat at retail. *Journal of the science of food and agriculture*.
140. Rodríguez, I. (2011). Amas de casa exigen productos verdes. CNN Expansión. 19 de agosto 2020 Sitio Web:  
<http://www.cnnexpansion.com/manufactura/2011/03/03/amas-de-casa-exigen-productos-verdes>

141. Rodríguez, A. (2016). Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológico y convencional. Directora: María Dolores Raigón Jiménez. Universitat Politècnica de València.
142. Roldan, H., Gracia, M., Santana, M., Horbath, J. (2016). Los mercados orgánicos en México como escenarios de construcción social de alternativas, Polis, Revista Latinoamericana, 15 (43) 581-605
143. Rueda, R. (2016). *Impactos ambientales de la producción de huevos: Análisis de ciclo de vida y huella de carbono*. Universidad de Oviedo.
144. Ruiz, J., Gutiérrez, R., Orantes, M., Manzur, A., Cruz, J., Sánchez, B., Nahed, J. (2011). La calidad de la leche orgánica producida en Chiapas. II Congreso Internacional de la Leche, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México
145. Ruíz, J., Gutiérrez, R. (2017). La calidad de la leche Orgánica comparativamente con la leche convencional. Entorno Ganadero 83, Sitio Argentino de Producción Animal
146. SADER. (2016). Qué es el sello Orgánico Sagarpa México y cómo obtenerlo. 24 de septiembre de 2020. Sitio Web: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/certificacion-de-productos-organicos>
147. SADER. (2018a). Productos orgánicos, ¿una moda o una nueva forma de consumo? 27 de octubre de 2020 Sitio Web: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/organicos-158336?idiom=es> 20 mayo
148. SADER. (2018b). Productos orgánicos. Un negocio en expansión. 24 de octubre de 2020. Sitio Web: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/productos-organicos-un-negocio-en-expansion?idiom=es>
149. SADER. (2018c). ¡Sí a la certificación de orgánicos! 22 de octubre de 2020. Sitio Web: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/si-a-la-certificacion-de-organicos?idiom=es>

150. SADER. (2018d). ¿Dónde están los orgánicos? 22 de octubre de 2020 Sitio web: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/donde-estan-los-organicos?idiom=es>
151. SADER. (2020). Sader impulsa producción de alimentos orgánicos en México. Portal Ambiental. 20 de agosto de 2020. Sitio Web: <https://www.portalambiental.com.mx/sustentabilidad/20200609/sader-impulsa-produccion-de-alimentos-organicos-en-mexico>
152. SAGARPA. (2014). Consolidan SAGARPA y productores sistema de orgánicos. 4 de agosto de 2020. Sitio Web: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cchiapas/prensa/consolidan-sagarpa-y-productores-sistema-de-organicos-138350>
153. Salgado, L. (2019). Segmentación de los consumidores de alimentos orgánicos según sus actitudes, valores y creencias ambientales Contad. Adm, México 64 (2).
154. Samarra, I., Masdevall, C., Foguet, E., Guirro, M., Riu, M., Herrero, P., Canela, N., Delpino, A. (2020). Analysis of oxylipins to differentiate between organic and conventional UHT milks. Spain Food Chemistry. 359 (15), 129865.
155. Sánchez, B., Nahed, J., Ruiz, J., Cruz, J., Manzur, A., Orantes, M. (2011). Calidad Sanitaria de la Leche de Explotaciones en Transición Orgánica de Tecpatán, Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. México
156. Sangkumchalianga, P., Wen-Chi, H. (2012). Consumers' Perceptions and Attitudes of Organic Food Products. in Northern Thailand. International Food and Agribusiness Management Association 15(1):87-102
157. Schleenbecker, R., Hamm, U. (2013). Consumers' perception of organic product characteristics. A review Department of Agricultural and Food Marketing, Faculty of Organic Agricultural Sciences, University of Kassel, Steinstr. Germany 71:420-429
158. Schröder, M., Yousefi, F., Vetter, W. (2011). Investigating the day-to-day variations of potential marker fatty acids for organic milk in milk from conventionally and organically raised cows. European Food Research and Technology

159. Schwendel, B., Wester, T., Morel, P., Tavendale, M., Deadman, C., Shadbolt, N., Otter, D. (2015). Invited review: Organic and conventionally produced milk-An evaluation of factors influencing milk composition. In *Journal of Dairy Science*, 98 (2) 721-746

160. Schwentesi, R. (2010). Producción orgánica y mercados locales en México. *Revista Vinculando*. 5 de octubre de 2020. Sitio Web: [https://vinculando.org/organicos/produccion\\_organica\\_y\\_mercados\\_locales\\_en\\_mexico.html](https://vinculando.org/organicos/produccion_organica_y_mercados_locales_en_mexico.html)

161. Schwentesi, R., Gómez, C., Nelson E. (2013). La Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos- México: Renovando sistemas de abasto de bienes de primera necesidad para pequeños productores y muchos consumidores. In: *Sistemas Participativos de Garantía: Estudios de caso en América Latina*. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM),

162. Seconda, L., Péneau, S., Bénard, M., Allés, B., Hercberg, S., Galan, P., Lairon, D., Baudry, J., Kesse-Guyot, E. (2017). Is organic food consumption associated with life satisfaction? A cross-sectional analysis from the NutriNet-Santé study *Preventive Medicine Reports*, 190-196

163. SENASICA. (2013). Guía para solicitar el reconocimiento de equivalencia en materia de Producción Orgánica. 20 de agosto de 2020. Sitio Web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/122438/GuiaEquivalenciaProductosOrganicos\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/122438/GuiaEquivalenciaProductosOrganicos_1.pdf)

164. SENASICA. (2017). Guía de entendimiento del acuerdo por el que se dan a conocer los lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias, producción animal: rumiantes y aves. Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera. Sitio Web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/218678/ANTEPROYECTO\\_GUIA\\_PRODUCION\\_ANIMAL.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/218678/ANTEPROYECTO_GUIA_PRODUCION_ANIMAL.pdf)

165. SENASICA. (2020a). Exportación de productos orgánicos a los Estados Unidos. 29 de agosto de 2020. Sitio Web:

<https://www.gob.mx/senasica/documentos/terminos-de-referencia-para-un-comite-de-cumplimiento-organico>

166. SENASICA. (2020b). Organismos de Certificación Orgánica. 8 de agosto de 2020 Sitio Web: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/organismos-de-certificacion-organica-222?state=published>

Shafie, F., Rennie, D. (2012). Consumer perceptions towards organic food. *Procedia - Soc Behav Sci*, 49:360-7.

167. Smattcom. (2020). Certifican más de 600 mil productos orgánicos en México. 28 de octubre de 2020 Sitio Web: <https://smattcom.com/blog/certifican-mas-de-mil-productos-organicos-en-mexico>

168. Smith, C. (2012). Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? *Annals of Internal Medicine*, 348-366.

169. Średnicka-Tober, D., Barański, M., Seal, C., Sanderson, R., Benbrook, C., Steinshamn, H., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Skwarło-Sońta, K., Eyre, M., Cozzi, G., Krogh, M., Jordon, T., Niggli, U., Sakowski, T., Calder, P., Burdge, G., Sotiraki, S., Stefanakis, A., Yolcu, H., Stergiadis, S., Chatzidimitriou, E., Butler, G., Stewart, G., Leifert, C. (2016). Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, 115, 994–1011

170. Stevenson, M., Drake, C., Givens, D. (2018). Further studies on the iodine concentration of conventional, organic and UHT semi-skimmed milk at retail in the UK. *Food Chemistry*, 239, 551–555.

171. Stolze, M., Lampkin, N. (2009). Policy for organic farming: Rationale and concepts. *Food Policy*, 34 (3), 237-244

172. Stolz, H., Stolze, M., Hamm, U., Janssen, M., Ruto, E. (2011) Consumer attitudes towards organic versus conventional food with specific quality attributes. *Wageningen Journal of Life Sciences, Elsevier*, 58(3–4) 67-72 Elsevier

173. Subir, KN., Mukesh, KR. (2008). Organochlorine pesticide residues in bovine milk. *Bull Environ Contam Toxicol* 80:5–9



174. Tavares, V., Stringheta, P., Perez, R., Bastos, G., Corrêa, A., Gomes de Souza, E. (2022). Composition differences between organic and conventional processed foods: a meta-analytical study. *FOOD TECHNOLOGY • Cienc. Rural* 52 (5)
175. Toro, M., Madrid, J. (2011). Fundamentos estratégicos para la especialización de la producción primaria en leche orgánica y ecológica como valor agregado desde los hatos lecheros. Corporación universitaria Lasallista. Facultad de Ciencias administrativas y agropecuarias.
176. Tsiplakou, E., Kotrotsios, V., Hadjigeorgiou, I., Zervas, G. (2010). Differences in sheep and goats milk fatty acid profile between conventional and organic farming systems. *Journal of Dairy Research*, 77(03), 343–349.
177. Turner, T., Jensen, J., Pilfold, J., Prema, D., Donkor, K., Cinel, B., Thompson, D., Dugan, M., Church, J. (2014). Comparison of fatty acids in beef tissues from conventional, organic and natural feeding systems in western Canada. *Canadian Journal of Animal Science*, 45 (1).
178. USDA. (2016). United States Department of Agriculture, de Agricultural Marketing Service. 23 de septiembre de 2020. Sitio Web: <https://www.ams.usda.gov/about-ams/privacy>
179. Valera, M. (2012). Mercado nacional e internacional de productos orgánicos. Monografía presentada para la materia Mercados Agropecuarios. Cátedra de Agronegocios –FAUBA. Docente tutor Ing. Agr. González, G.B.V
180. Van Loo, E., Caputo, V., Nayga, R., Meullenet, J., Ricke, S. (2011). Consumers' willingness to pay for organic meat: Experimental evidence from chicken breast. *Food. Qual. Prefer.* 22:603–613
181. Vázquez, A. (2012). Percepción del Consumidor y Productor de Orgánicos: el Mercado Ocelotl de Xalapa Ver. México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 16 (31), 20-29
182. Vega, S., García, L., Brunett L., Castillo, H., De León F. (2004). Elementos por considerar en el proceso de verificación de la calidad e inocuidad de la leche

orgánica. Congreso Nacional Agroindustrial 2004. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México

183. Vega, S., Coronado M., Gutiérrez, R., García, L. y Díaz G. (2006). Un aporte sobre la industria láctea orgánica y la innovación tecnológica. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 19: 110-125

184. Willer, H y Kilcher, L. (2011). *The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2011*. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick

185. Willer, H., Lernoud, J. (2015). *The world of organic agriculture. Statistics and Emerging Trends 2015*. FiBL-IFOAM. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM-Organics International, Bonn

186. Willer, H., Lernoud, J., Kemper, L. (2018). *The world of organic agriculture. Statistics and Emerging Trends 2018*. FiBL-IFOAM. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM-Organics International, Bonn

187. Wiedemann, S. y McGahan, E. (2011). *Environmental Assessment of an Egg Production Supply Chain Using Life Cycle Assessment. Australian Egg Corporation Limited*, North Sydney, New South Wales.

188. Wood, R., Lenzen, M., Dey, C., Lundie, S. 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agricultural systems*, 89(2):324-34

189. Wright, I., Zervas, G., Louloudis, L. (2001). The development of sustainable farming systems and the challenges that face producers in the UE. In 'Organic meat and milk from ruminants', Grecia. 27–37

190. Zwierzchowski, G., Ametaj, B. (2018). Minerals and Heavy Metals in the Whole Raw Milk of Dairy Cows from Different Management Systems and Countries of Origin: A Meta-Analytical Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(26), 6877–6888.