

La política de sustentabilidad de la producción de leche en México

Ramón Robledo Padilla¹

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la sustentabilidad de la producción de leche en México, tomando en cuenta la relativa escasez de agua en algunas regiones. En primer lugar, se presenta un panorama global sobre los efectos que se producen en el medio ambiente debido a la actividad de la producción ganadera en general, y la producción de leche en particular, a continuación, también se expone a grandes rasgos la actividad de este sector en México y algunos de sus impactos en el medio ambiente. Posteriormente, se hace un análisis sobre las regiones más importantes con respecto a su participación en la producción nacional, así como la problemática que se vive en cada una de ellas. Finalmente, se destaca que la sustentabilidad de este sector está en riesgo, debido a que el agua escasea en aquellas regiones donde este sector es más productivo y su participación en la producción total nacional de leche es mayor, y en sentido opuesto, el vital líquido abunda, donde la productividad es menor y la participación con respecto a la producción total nacional, es poco significativa.

Conceptos clave: 1. leche, 2. sustentabilidad, 3. agua.

Introducción

En este artículo, se pretende indagar de manera general sobre la política de sustentabilidad de la producción de leche en México conforme a la agenda 2030 de las Naciones y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) publicada en 2015. No obstante que la producción no ha sido afectada por la pandemia en estos últimos años, actualmente, la actividad de la producción de leche como parte esencial de la ganadería, se encuentra inmersa en una compleja problemática mundial en la que se requieren hacer cambios sustanciales, o de lo contrario, se estaría en la posibilidad de convertirla en un obstáculo que impediría alcanzar varios de los 17 ODS que se pretenden alcanzar de acuerdo con lo planteado en la agenda 2030. Entre los 17 objetivos que se esperan alcanzar, y que se encuentran relacionados con la producción de leche, están el que supone poner fin al hambre en el año 2030 con una agricultura sostenible, el de garantizar la disponibilidad y el acceso universal del agua mediante un uso eficiente de los recursos hídricos, el de combatir el cambio climático reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, y el de proteger los ecosistemas terrestres y disminuir la deforestación, entre otros (ONU 2015: 17, 18, 21, 27 y 28).

En todos estos objetivos mencionados que se plantean como una meta para lograr en el año 2030, la ganadería en general, y la producción de leche en particular, representan un obstáculo debido a que el sector ganadero ha sido señalado como uno de los que más daño provocan al medio ambiente, de esta forma, todo parece indicar que para lograr estas metas, sólo será posible si se limita de manera importante la producción de la actividad ganadera, o si se incrementa su productividad con el uso y la incorporación de nuevas y mejores innovaciones tecnológicas, que permitan al sector, lograr un incremento sustancial en su

¹ Maestro, Universidad de Guadalajara, ramonrobledop@hotmail.com

producción sin afectar al medio ambiente. Ante este panorama entonces, la pregunta que se plantea es ¿cómo garantizar de manera sostenible la producción de alimentos en el sector ganadero en general, y la producción de leche en particular, sin que se ponga en riesgo el abasto de agua seguro y adecuado entre la población, sin que se perjudiquen los ecosistemas, sin que continúe con la deforestación, y sin que se incrementen las emisiones de gases de efecto invernadero como ha estado sucediendo hasta ahora? La respuesta a todas estas preguntas, resulta demasiado compleja y difícil de contestar, debido a los pocos estudios que existen sobre el tema y sus diferentes problemáticas, sin embargo, en este artículo, se pondrá énfasis sobre la escasez de agua, como uno de los elementos más visibles y preocupantes de la sustentabilidad de la producción de leche en México.

Desarrollo de la problemática

En el prefacio del documento titulado *La Larga Sombra del Ganado*, (FAO, 2009), se señala que el título de este trabajo obedeció a una estrategia que buscaba llamar la atención sobre la responsabilidad que tiene la producción animal en varios aspectos como, por ejemplo, la contaminación atmosférica, el cambio climático, la degradación de la tierra, del agua, del suelo, y la reducción de la biodiversidad. Aunque la producción de leche sólo es una parte de toda la producción ganadera, a este sector junto al de la producción de carne bovina, son a los que más se les ha vinculado con estas problemáticas, por tanto, de no hacer algunos cambios necesarios, aunado a la creciente demanda de carne y leche que supone una mayor producción, se espera que en el futuro su impacto pueda ser mayor.

En el mismo estudio, pero en la sección de la sinopsis, también se comenta que si bien en términos económicos el sector pecuario no es de los más importantes a nivel global, sí lo es en términos del papel que juega social y políticamente, se precisa, por ejemplo, que este sector representa 40 por ciento del producto interno bruto (PIB) agrícola, genera empleos para 1,300 millones de personas, además de medios de subsistencia para mil millones de pobres en el mundo, asimismo, como se mencionó anteriormente, existen proyecciones que señalan un importante crecimiento en la demanda de estos productos en los próximos años. Según esas estimaciones, se hace una predicción de que la producción mundial de carne pasará a 465 millones de toneladas en 2050, de 229 millones en 1999/01, y que la producción de leche crecerá de 580 a 1,043 millones de toneladas en los mismos años, es decir, en 50 años, habrá un crecimiento estimado de la demanda de 103 por ciento más para el caso de la carne y 80 por ciento más para el de la leche, (FAO, 2009).

En cuanto a los factores adversos al medio ambiente producto de la actividad ganadera, en la misma sección de este documento se plantea la influencia de este sector en varios rubros, por ejemplo, se comenta que la producción de la ganadería es un factor fundamental de la deforestación, principalmente en países latinoamericanos, se calcula que 70 por ciento de las tierras de la Amazonia que antes eran bosques, ahora se han convertido en pastizales, y que los cultivos forrajeros cubren una gran parte de la superficie restante. Asimismo, se atribuye al sector ganadero una participación de 18 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero medidos en equivalentes de CO₂, cifra superior a las emisiones producidas por los medios de transporte. En lo que corresponde al tema del agua y su escasez, se calcula que para el año 2025, 64 por ciento de la población mundial vivirá en cuencas bajo estrés hídrico, que el sector pecuario es responsable del 8 por ciento del

consumo mundial de este recurso y que, probablemente, este sector sea la mayor fuente de contaminación del agua debido a los desechos que se generan derivados de la actividad. Finalmente, también se considera que es probable que este sector sea el principal responsable de la pérdida de la biodiversidad, dado que es la primera causa de la deforestación, y tiene una importante participación en la degradación del suelo y el cambio climático, aunado a los peligros potenciales que supone esta actividad para todos los depredadores salvajes y las áreas protegidas que se encuentran cerca de terrenos de pasto, debido a la mayor demanda de tierras con estas características que necesita el sector para su crecimiento (FAO, 2009).

Otro problema importante que involucra a este sector es el uso del agua, en este sentido, se ha señalado que uno de los desafíos más importantes para el futuro consiste en encontrar la forma de cómo producir más alimentos con menos agua. Como sabemos, a medida que crece la población, también se espera que crezca la producción de alimentos, y por esta razón, para analizar el impacto del ganado sobre el recurso del agua, algunos estudios utilizan la metodología de la huella hídrica de la Water Foodprint Network (WFN). Esta metodología se ha utilizado como un indicador del consumo de agua de manera directa e indirecta a través del productor y consumidor, y en el caso de la producción de leche, por ejemplo, se indica que es en la producción de forrajes para el alimento del ganado donde se requiere y utiliza una mayor cantidad de agua, contando todos los procesos, en total y de acuerdo con esta metodología, se estima por ejemplo que para producir un litro de leche se requieren en promedio aproximadamente como mil litros de agua, mil litros para un kilogramo de trigo, 900 para el maíz y 3,400 para el arroz, entre otros. Además de lo mencionado por el uso directo e indirecto del agua, particularmente en la ganadería, otro de los grandes problemas de este sector vinculado con el agua, son los residuos orgánicos e inorgánicos que contiene la orina y el estiércol del ganado, que de no ser tratados de manera adecuada y como consecuencia de los escurrimientos, terminan dañando los ecosistemas por donde fluyen las corrientes de agua dulce, y el perjuicio continúa hasta afectar las actividades pesqueras de las costas que es donde finalmente desemboca esta agua que ha sido contaminada (Publitec, 2018:12-15, y fundacionaquae). Esto se agrava, como señala Valencia y Ramírez (2009: 27) si se considera que en México sólo el 20 por ciento de las aguas residuales son tratadas, mientras que, en países desarrollados como los de la Unión Europea, el porcentaje es de más de 90 por ciento.

En otro aspecto importante como son las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, en un documento más reciente de la FAO, se informa que las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes en CO₂ del sector ganadero, son de 14.5 por ciento del total mundial y no de 18 por ciento como se mencionó anteriormente, de cualquier modo, aunque la cifra es menor a la mencionada inicialmente, su participación en el total no deja de ser inquietante. Asimismo, un dato adicional en este informe, confirma que la producción de leche y carne son las que más contribuyen a estas emisiones por parte de la ganadería con 29 y 41 por ciento, respectivamente (FAO, 2013: 17).

En el mismo orden de ideas, pero aludiendo a un estudio sobre México, en éste también se expone a la ganadería como una actividad económica que ha afectado a los recursos naturales por la contaminación del agua, la pérdida de biodiversidad y la emisión de gases de efecto invernadero. Se indica que tanto los sistemas de producción intensivos

como los extensivos de producción ganadera en este país, son una amenaza para el agua que se contamina y eutrofiza por los residuos que no son tratados y que provienen de varias fuentes como, por ejemplo, la aplicación de hormonas al ganado, los desechos orgánicos del propio animal, así como de los fertilizantes y plaguicidas que se utilizan en los cultivos forrajeros (CEDRSSA, 2020: 5 y 11). Asimismo, según el mismo estudio, (CEDRSSA, 2020: 11-12) se muestra que, durante 2017, la ganadería en México emitió 72,469.41 Gg de CO₂, es decir, 9.9 por ciento de las emisiones totales del país, y de esa cantidad, 87.43 por ciento correspondió al ganado bovino.

Con todo lo anterior, y a pesar de los señalamientos sobre la problemática ambiental que genera la producción ganadera en el mundo y particularmente en México, las cifras muestran que hay un constante crecimiento de este sector, en México, por ejemplo, de las 20.6 millones de hectáreas sembradas en 2019, se cosecharon 19.3 millones, y de éstas, 29 por ciento se dedicaron al cultivo de forrajes para alimentar al ganado, mientras que en 1980, sólo se destinaba 14 por ciento, es decir 2.4 millones de hectáreas de las 16.76 millones sembradas (CEDRSSA, 2020: 6 y, Sosa y Ruiz, 2017: 212). Lo mismo sucede en otros países como los de la Unión Europea, donde se estima que 63 por ciento de las tierras de cultivos se utilizan para producir alimentos para la ganadería, (Greenpeace, 2019: 3). Finalmente, a nivel global, se considera que la expansión de los pastizales y el uso de tierras de cultivo para alimentar al ganado, son los principales impulsores del cambio del uso del suelo y la deforestación, y ahora mismo y en todo el mundo, de los 1,515 millones de hectáreas de tierras de cultivo, 500 millones son destinados a la producción de forrajes y piensos, es decir, 33 por ciento del total (FAO, 2018: 100).

Es importante señalar, que estas preocupaciones sobre el medio ambiente no son nuevas y están presentes en otro documento de Naciones Unidas conocido como el Informe Brundtland. En este documento, desde sus inicios se propuso difundir el mensaje de un Futuro Común, poniendo énfasis en que el reto para alcanzar el desarrollo, requería de la participación de todos los países con el fin de lograr un sistema económico internacional reestructurado y de cooperación. Después de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en 1972, y donde se elaboraron los derechos que tienen las personas a contar con un medio ambiente sano y productivo, en el Informe Brundtland, se proyectó una nueva era de crecimiento económico que debería ser sostenible social y ambientalmente, se enfatizó que muchos de los caminos hacia el desarrollo que habían seguido las economías industrializadas no eran realmente viables, (Naciones Unidas, 1987: 11-13). Dentro de esta interacción compleja que involucra diversos temas por atender como son la pobreza, el medio ambiente y el crecimiento económico, se trató de encontrar un equilibrio entre algunos pocos países que consumen los recursos de la Tierra a un ritmo que pone en peligro el poder satisfacer las necesidades de generaciones futuras, y otros, mucho más numerosos, que consumen poco y arrastran una vida complicada de miseria, enfermedad y muerte prematura (ONU, 1987: 39).

Como se puede observar, el problema no tiene una solución sencilla debido a que la sustentabilidad de la producción de leche en México, de acuerdo a esta perspectiva más amplia, involucra varios aspectos como el crecimiento económico, la estabilidad en el empleo, la reducción de la pobreza, el cuidado del medio ambiente, entre otros. Es decir, se procura un desarrollo sostenible que sea económicamente rentable, equitativo en términos sociales y

amigable con el medio ambiente. Dentro de este marco complejo, a continuación, se presentan algunos datos e información relacionados con la producción de leche en México, y su viabilidad en los términos que han sido descritos de manera general, pero, destacando principalmente el tema del agua, esto debido a que no existen suficientes estudios que determinen en un sentido más amplio y con precisión, el impacto social, ambiental y económico que tiene actualmente la producción de leche en México.

Panorama del sector lechero en México

Según datos de la Secretaría de Agricultura, en México existen 130 empresas formales que procesan 86 por ciento de la producción nacional de leche de bovinos, dan empleo a 42 mil personas, además de la existencia de un sinnúmero de pequeñas empresas familiares. Existen más de 300 mil pequeños y medianos productores, el sector representa 17.22 por ciento del valor de la producción pecuaria nacional, ocupa el tercer lugar después del sector de la carne de ave que representa el 23 por ciento, y la carne de bovino con 30 por ciento del total (Valverde, 2018).

En cuanto a la producción de leche, en los años más complicados por la pandemia como fueron 2020 y 2021, no se presentaron cambios importantes, de hecho, el incremento en la producción de poco más de 2 por ciento anual observado en los dos años previos, se mantuvo durante estos dos años complicados, como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1

Producción de leche en México (millones de litros)		
Año	Cantidad	Incremento %
2015	11,394	
2016	11,608	1.87
2017	11,767	1.36
2018	12,005	2.02
2019	12,275	2.24
2020	12,563	2.34
2021	12,867	2.41

Fuente: elaborado con datos del SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
<http://www.gob.mx.siap/>

En México se utilizan básicamente cuatro sistemas para la producción de leche, el especializado, semiespecializado, familiar y de doble propósito. El primero se caracteriza por contar con ganado de calidad con altos niveles de producción de las razas Holstein, Suizo y Jersey. También cuenta con la mejor tecnología, como ordeñadoras mecánicas, tanques enfriadores, manejo de establos para el ganado y contribuye con 50 por ciento de la producción total nacional. Este sistema se desarrolla principalmente en los estados de Durango, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Baja California. En el caso del sistema semiespecializado, se utilizan razas Holstein y Suizo con menores niveles de producción y un nivel tecnológico medio. La actividad se desarrolla en pequeñas superficies con ordeña manual, sin equipo de refrigeración, con un manejo semiestabulado del ganado y participa con 20 por ciento de la producción total. Los

Estados donde predomina este sistema son: Baja California, Baja California Sur, Colima, Chihuahua, DF, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas. En el sistema familiar se utilizan razas Holstein y Suizo con cruza de buena calidad, el nivel tecnológico es bajo y cuenta con instalaciones rudimentarias con predominio de ordeña manual. El ganado es en pastoreo y su producción se destina en forma directa en pequeñas poblaciones y para autoconsumo. Su participación en el total nacional es de 21 por ciento y este sistema se desarrolla principalmente en los estados de Jalisco, Estado de México, Michoacán, Hidalgo y Sonora, y en menor grado, en Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chihuahua, DF, Durango y Nuevo León. Finalmente, el sistema de doble propósito se desarrolla en las regiones tropicales del país, se utilizan razas cebuínas y cruza con Suizo, Holstein y Simmental. En este sistema se produce tanto carne como leche, las instalaciones son rústicas y la ordeña es manual en la mayoría de los casos, su alimentación se basa principalmente en el pastoreo y participa con 9 por ciento de la producción total del país. Los Estados donde se desarrolla principalmente son en Chiapas, Veracruz, Jalisco, Guerrero, Tabasco, Nayarit, San Luis Potosí y Tamaulipas (FIRA, marzo 2008).

De acuerdo con las características mencionadas, existen regiones que son muy representativas de los distintos sistemas productivos de leche en México, en especial, de los sistemas intensivos, familiares y de doble propósito. En cada uno de ellos se presentan algunas características que les permite tener ciertas ventajas con respecto a otros sistemas productivos, sin embargo, en el contexto de los nuevos tiempos, también se presentan riegos, que en algunos casos más que en otros, ponen en peligro su continuidad.

Hasta el momento, como se mencionó, no hay información detallada que evalúe el impacto ambiental en cada una de las distintas regiones productoras de leche del país, incluso en los Estados Unidos que es un país desarrollado en el que se invierte en investigación y desarrollo, 100 veces más que en México, en algunos estudios se señala que la mayor parte de la investigación agrícola pública y privada en ese país, se centran en la productividad, particularmente en las tecnologías que complementan los sistemas de producción existentes y generan beneficios para el sector privado, siendo escasos los enfoques que cubren los aspectos de la sostenibilidad de la producción láctea (Keyserlingk, et al., 2013: 5421).

A continuación, se presentan algunas de las regiones más significativas en la producción de leche y su problemática en torno a su viabilidad, tomando en cuenta el agua y su escasez como mencioné anteriormente.

La Comarca Lagunera

Si se revisan las cifras de producción de leche por entidades federativas (cuadro 2), se puede observar que, desde hace más de tres décadas, el estado de Jalisco es el principal productor de leche a nivel nacional con una participación promedio de 19 por ciento de la producción total del país. Dicha participación se debe en gran medida a la región de los Altos de Jalisco la cual contribuyó con un promedio anual de poco más de 66 por ciento en los últimos dos años de 2020 y 2021 de la producción total del Estado (cuadro 4). Los Estados que le siguen en cuanto a su mayor contribución en el total nacional son Coahuila y Durango, con una participación de 11 y 10 por ciento, respectivamente.

Cuadro 2

Producción de leche por Estados (miles de litros)									
Año	Jalisco	%	Coahuila	%	Durango	%	Chihuahua	%	Nacional
1990	1,120,400	18	325,724	5	343,947	6	467,431	8	6,141,545
2000	1,678,175	18	863,752	9	901,137	10	735,251	8	9,311,944
2010	1,960,998	18	1,243,057	12	1,001,136	9	934,928	9	10,676,691
2015	2,157,002	19	1,380,539	12	1,142,047	10	1,034,226	9	11,394,663
2016	2,228,482	19	1,411,959	12	1,133,981	10	1,051,731	9	11,608,399
2017	2,306,316	20	1,337,493	11	1,190,198	10	1,095,174	9	11,767,555
2018	2,433,016	20	1,353,016	11	1,223,818	10	1,128,404	9	12,005,692
2019	2,541,914	21	1,394,913	11	1,242,952	10	1,160,432	9	12,275,865
2020	2,629,686	21	1,461,595	12	1,293,524	10	1,189,304	9	12,563,699
2021	2,698,104	21	1,469,172	11	1,419,931	11	1,212,844	9	12,851,658

Fuente: www.gob.mx/siap

Por otro lado, si el análisis se hace tomando en consideración la región de la Comarca Lagunera que como dice Cervantes y Franco, (s.a. 2 y 9), ésta debe su nombre a las anteriores trece lagunas existentes en el área, que fueron desecadas por la actividad humana), tenemos como resultado que esta región produce una cantidad de leche muy cercana a la que se produce en Jalisco (cuadro 3). La Comarca Lagunera está ubicada entre los estados de Coahuila y Durango y está conformada por 15 municipios, 10 del estado de Durango y 5 del de Coahuila. Esta región es la cuenca lechera más importante del país, no sólo porque contribuye con alrededor de poco más de veinte por ciento de la producción nacional, sino por la dinámica regional que se ha generado desde el punto de vista de crecimiento económico, generación de empleos e integración social.

Como se puede apreciar en el cuadro 3, los 10 municipios del estado de Durango que conforman la región, contribuyen con cerca de 92 por ciento de la producción total del Estado, y de esta proporción, 98 por ciento se produce en los municipios de Gómez Palacio, Lerdo y Tlahualilo de Zaragoza, y si se toma en cuenta el estado en su conjunto, estos tres municipios contribuyen con 90 por ciento del total. Algo similar ocurre con los otros municipios del estado de Coahuila, los cinco municipios que conforman esta región participan con 97 por ciento de la producción del estado, sin embargo, en tres de ellos que son: Francisco I. Madero, Matamoros y Torreón, se produce 84 por ciento del total del estado de Coahuila, y de ese 97 por ciento con que contribuyen los cinco municipios, en estos tres se produce 86 por ciento. Esto nos lleva a concluir que, dentro de la región de la Comarca Lagunera integrada por los 15 municipios mencionados, en seis de ellos, tres de cada estado, se produce más de 84 por ciento de la producción de leche en cada uno de los estados.

Cuadro 3

Producción de leche en la Comarca Lagunera (miles de litros)				
Municipio	2020	2021	2021	Valor de la producción 2021 (miles de pesos)
			%	
General Simón				
Bolivar	5,784	6,828	0.48	47,560
Gómez Palacio	863,747	987,983	69.58	7,075,845
Lerdo	161,154	146,672	10.33	1,033,771
Mapimí	3,360	4,161	0.29	29,601
Nazas	8,302	8,412	0.59	60,309
Rodeo	s.d	s.d		s.d.
San Juan de Guadalupe	960	1,043	0.07	6,709
San Luis del Cordero	s.d.	s.d		s.d.
San Pedro del Gallo	s.d.	s.d		s.d.
Tlahualilo de Zaragoza	146,669	144,787	10.20	1,046,509
Total municipios	1,189,976	1,299,886	91.55	9,300,304
Total Durango	1,293,524	1,419,931	100.00	10,281,653
Francisco I. madero	383,139	379,523	25.83	2,805,102
Matamoros	598,318	605,333	41.20	4,413,893
San Pedro de las Colonias	95,308	97,817	6.66	751,420
Torreón	254,063	253,522	17.26	1,732,074
Viesca	98,425	100,601	6.85	764,118
Total municipios	1,429,253	1,436,796	97.80	10,466,607
Total Coahuila	1,461,595	1,469,172	100.00	10,672,116

Fuente: www.gob.mx/siap

Evolución de la cuenca lechera de la Comarca Lagunera y su problemática actual

La región de la Comarca Lagunera conocida ahora por su importancia nacional en la producción de leche, no siempre tuvo esa vocación, para lograrlo se debió hacer una reconversión productiva al pasar de ser una importante región productora de algodón a una exitosa e importante región productora de leche. Desde 1870 hasta el inicio de la década de los cincuenta del siglo XX, la especialización algodonera se había mantenido como un eje importante de la actividad regional, sin embargo, por varias razones se dio un cambio hacia una región productora de leche. Entre los motivos del cambio, destacan una menor actividad algodonera provocada por la disminución de la demanda de algodón y la consecuente reducción del precio de la fibra, aunado a la entrada de otras fibras sintéticas en el mercado nacional. Por el lado de la nueva actividad, fue muy importante el apoyo financiero por parte del gobierno federal mediante créditos blandos con el fin de fomentar la inversión en

infraestructura y la compra de ganado, la introducción de subsidios para la compra de insumos más baratos como la electricidad, además de la creación de núcleos de investigación que permitieran la reconversión productiva de una manera más eficaz (Cerutti y Rivas, 2008: 7, 11, 27 y 28).

Desde un principio de la actividad lechera, por las condiciones naturales de la región de la Comarca Lagunera donde prevalece el clima árido, el principal sistema de producción de leche que se adoptó en esta región fue el intensivo o modelo Holstein, como también se le conoce. Este modelo de producción de leche consiste en incorporar elementos tecnológicamente nuevos en la forma de producir leche, como por ejemplo, la adopción de la inseminación artificial para el mejoramiento genético, el uso de mejores forrajes como la alfalfa, la ordeña mecanizada y el desarrollo de la cadena de frío (Cervantes, et al., 2001:191), este último, con el fin de mantener en condiciones adecuadas la leche desde su recepción primaria, así como su traslado y posterior distribución y venta como producto final.

Por las propias características del sistema de producción de leche adoptado en la región de la Comarca Lagunera, actualmente este sistema de producción de leche presenta serios retos que tienen que ver con las características semiáridas propias de la región, con escasa lluvia y una fuerte dependencia de los recursos hídricos subterráneos. El agua, al parecer, poco a poco se está convirtiendo en un serio obstáculo para continuar desarrollando la actividad y, no obstante que ha habido una mejora en el uso eficiente de los recursos naturales, se está llegando a ciertos límites, que no han podido ser evitados por la investigación científica y tecnológica para soportar el dinamismo de la actividad lechera regional (García, et al. 2005: 175-176). En el mismo sentido, (y aunque recibió críticas por la importancia social y económica de la actividad en esta región) se manifestó el presidente Andrés Manuel López Obrador, cuando en 2019, declaró que ya no podía seguir creciendo la producción de leche en la Laguna (Editorial, 2019). En la misma nota periodística, se señaló que, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de 2015, la recarga anual del acuífero principal de la Laguna había sido de 518.9 millones de metros cúbicos y la extracción total de 1,221 millones, y de esos, más de 1,000 millones habían sido para uso agrícola.

Debido a la variabilidad de los escurrimientos y a las recurrentes sequías, el agua subterránea es la fuente más confiable para abastecer de agua a las zonas urbanas, la industria y la agricultura, sin embargo, por la sobre-explotación de estos acuíferos, en los que se requiere que cada vez se tenga que extraer el agua de una mayor profundidad, conlleva a su vez, a que se dé una mayor acumulación de sales en el agua, incluyendo el arsénico que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, lo recomendable es que no existan más de 10 microgramos de arsénico por litro de agua, y sin embargo, en Torreón y Gómez Palacio, existían 9.6 microgramos por litro, según una publicación de 2011 (Valencia, 2011). En el mismo tenor, apareció la preocupación sobre la calidad del agua en una publicación de la Gaceta de la Comisión Permanente del Senado de la República, en la que las senadoras Hilda Patricia Ortega Nájera y María de Lourdes Montes Hernández, señalaron que 50 años atrás, en la Comarca Lagunera se extraían entre 80 y 100 litros de agua por segundo, en pozos con una profundidad de 20 metros, y que ahora se necesitaban pozos de entre 200 y 300 metros de profundidad para extraer entre 30 y 40 litros de agua por segundo, con el riesgo de que a

mayor profundidad de extracción del agua, mayor el riesgo de contaminación por arsénico (Senado, 2019).

No obstante esta problemática, los resultados económicos y de empleo son distintos, como se muestra en el cuadro 3, el valor bruto de la producción de leche es de alrededor de 20 mil millones de pesos, y según el gobernador de Coahuila, Miguel Ángel Riquelme Solís (Gobierno de Coahuila, 2019), la producción de leche en esta región es tan importante que genera alrededor de 30 mil empleos directos, y si se suma la industria lechera y sus derivados, la cifra se incrementa a 50 mil empleos de manera directa. Como se observa, y tomando en consideración estos aspectos, para esta región sería un golpe muy duro que en el futuro dicha actividad no tuviera viabilidad.

Considerando todo lo mencionado anteriormente, se puede concluir, que no obstante la importancia económica relativa de la producción de leche en la Comarca Lagunera, además de su importancia social como generadora de empleo; por la característica natural que se presenta en esta región, marcada por una escasez de agua en la que se encuentra asentada esta importante actividad, si no se realizan mejoras tecnológicas para un uso más adecuado y racional del agua, parecería que, de manera natural, en un futuro cercano esta actividad dejaría de ser sostenible.

Jalisco y la región de los Altos

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad, Jalisco es el principal productor de leche a nivel nacional. Desde hace varios años contribuye con alrededor de 20 por ciento de la producción total. Los estados que le siguen en cuanto a su mayor contribución en el total nacional son: Coahuila, Durango y Chihuahua, con una contribución del primero de alrededor de 11 por ciento de la producción, y el segundo y tercero con contribuciones del orden 10 y 9 por ciento del total, respectivamente, en conjunto, en estas cuatro entidades federativas se produce poco más de 50 por ciento de la totalidad del país (cuadro 2).

A su vez, dentro del estado de Jalisco, la región de los Altos es la más importante en la producción de leche, con una participación total en la entidad en 2020 y 2021, de 66 por ciento. También es de destacar que de los 19 municipios que conforman la región, sólo en 4 de ellos que son: Lagos de Moreno, San Juan de los Lagos, San Miguel el Alto y Tepatitlán, se produce 65 por ciento del total de esta región, y en nueve de los 19, se produce 93 por ciento (cuadro 4).

El sistema productivo que caracteriza a la región de los Altos es principalmente de tipo familiar, donde los principales recursos de la unidad de producción tienen su origen en la familia, como son la mano de obra, la tierra, el capital y los activos fijos. Sin embargo, como señaló Guadalupe Rodríguez, en esta zona también existen unidades de producción altamente especializadas, unidades familiares semimodernas y pequeñas unidades familiares de explotación (García, et al., 1999: 80).

Cuadro 4

Producción de leche en Los Altos de Jalisco por municipio (miles de litros)			
Municipio	2020	2021	%
Acatic	82,482	87,130	3.23
Arandas	120,455	125,325	4.64
Encarnación de Díaz	124,044	127,278	4.72
Jalostotitlán	85,204	90,423	3.35
Jesús María	4,530	4,683	0.17
Lagos de Moreno	241,757	246,126	9.12
Mexticacán	396	411	0.02
Ojueos de Jalisco	11,749	12,129	0.45
San Diego de Alejandría	12,502	12,943	0.48
San Juan de Los Lagos	266,068	273,755	10.15
San Julián	46,809	49,031	1.82
San Miguel el Alto	264,409	270,011	10.01
Teocaltiche	11,481	11,838	0.44
Tepatitlán de Morelos	370,074	379,783	14.08
Unión de San Antonio	3,121	3,232	0.12
Valle de Guadalupe	67,290	70,329	2.61
Villa Hidalgo	12,565	13,034	0.48
Cañadas de Obregón	5,698	5,864	0.22
Yahualica de González			
Gallo	7,062	7,308	0.27
Total región	1,737,696	1,790,633	66.37
Total Jalisco	2,629,686	2,698,104	100.00

Fuente: www.gob.mx/siap

Evolución de la cuenca lechera de Los Altos y su problemática actual

La región de Los Altos de Jalisco es la parte más elevada del estado, aproximadamente se encuentra a 2,000 metros sobre el nivel del mar y está conformada por 19 municipios. En esta región se introdujo la ganadería desde la Conquista española debido a las condiciones ecológicas que fueron consideradas más convenientes para la cría de ganado que para las actividades agrícolas. Al pasar de los años, por su ubicación geográfica estratégica, poco a poco se fue convirtiendo en el principal centro de abastecimiento de las zonas mineras cercanas de Zacatecas y Guanajuato. Después de algún tiempo, la región de los Altos se fue orientando cada vez más hacia la producción lechera, y no fue sino hacia inicios de los cuarenta, cuando inició y adquirió su rasgo característico. En términos más generales, se considera que el desarrollo de la industria lechera en la región, inició en Lagos de Moreno con la instalación de la Compañía Nestlé en 1944, y a partir de entonces, la compañía se encargó de promover la producción de leche con el fin de garantizarse el abastecimiento de leche suficiente de acuerdo con sus propias necesidades (García, et al., 1999: 77).

En esta región, aunque probablemente en menor grado que en la Comarca Lagunera, la escasez del agua también comienza a ser un problema importante para esta actividad. Cada

vez es más común escuchar y advertir sobre el problema de la escasez del agua en la zona de los Altos de Jalisco, y de la importancia que tiene el vital líquido para la actividad ganadera de la producción de leche, sin embargo, a veces se minimiza esta problemática, o se confunde la información cuando, por ejemplo, como lo señala Martínez, (2015: 73-74) empresas como Nestlé ubicada en Lagos de Moreno, ponen en práctica dentro de su industria ciertas acciones sostenibles con el uso del agua, y al parecer, ante los ojos de la sociedad parecerían buenas señales, sin embargo, estas medidas no son suficientes, y de algún modo, se oculta o no se reconoce, que es en la actividad primaria donde existe un mayor consumo de agua, y que es precisamente de allí, de donde se genera la leche, su principal materia prima de la empresa para sus procesos industriales. Asimismo, y en relación con esta problemática, la autora también señala, que es a partir de 2013 en que el acuífero de Lagos de Moreno presentó un déficit de 23 millones de metros cúbicos anuales, y que hasta el momento no se había presentado alguna estrategia que revirtiera la situación (Martínez, 2015: 75).

En el mismo sentido, recientemente también se manifestó el Secretario de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), Sergio Humberto Graf Montero, en el Foro “Perspectivas y Conocimiento del Agua en los Altos Norte de Jalisco”, celebrado en el Centro Universitario de los Lagos de la Universidad de Guadalajara (CULAGOS) en marzo de 2022, donde señaló, que la región de los Altos Norte y Sur, representa 12 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, y que, por ese motivo, esta zona está en una situación muy vulnerable debido a su constante crecimiento y su dependencia del agua subterránea que dura más tiempo en recuperarse. Asimismo, también estimó, con base en la escasez de agua que se ha presentado en los últimos años, que la región de los Altos Norte, sería la que más va a sufrir por sequías relacionadas con el cambio climático (Sastre, 2022).

Finalmente, de acuerdo con datos de la Comisión Estatal del Agua Jalisco (ceajalisco, 2018), en el año 2018, la disponibilidad de aguas subterráneas en los acuíferos de Lagos de Moreno, Altos de Jalisco, Tepatitlán, Jalostotitlán y Valle de Guadalupe, presentaron un déficit de 34, 10, 5, 10 y 3 millones de metros cúbicos anuales, respectivamente, y en el caso del acuífero de los Altos de Jalisco, el déficit se incrementó a más de 12 millones en 2020 (CONAGUA, 2020: 30). Es decir, que en los acuíferos que abastecen y comprenden la mayor parte de los municipios de los Altos de Jalisco, todos se encuentran con déficit, lo que indica, que la recarga anual de agua es menor a la que se extrae durante todo el año. Ante esta situación, también se puede concluir que, de no hacer cambios importantes, la lógica indica que en el futuro habrá un incremento de la población y la producción de la actividad ganadera, con una recarga de agua estable en el mejor de los casos, una mayor extracción de agua por año, y un déficit creciente al pasar de los años. Ante este panorama, parecería predecible que, para el futuro, al igual que en la Comarca Lagunera, la producción de leche tampoco será sostenible.

El trópico mexicano y su disyuntiva

Como mencioné en páginas anteriores, en México existen cuatro sistemas de producción de leche, el intensivo, semiintensivo, el familiar y el de doble propósito. El sistema de doble propósito se desarrolla principalmente en zonas tropicales de manera extensiva basado en el pastoreo, aunque se puede encontrar también de manera muy marginal en entidades con clima árido, semiárido y templado (SAGARPA, 2015). Se le conoce como de doble propósito

porque el productor se dedica a producir leche y carne, las vacas crían directamente al becerro y éste, es necesario para estimular la bajada de la leche cuando se realiza la ordeña (Suárez, 2017).

En este sistema, sólo se ordeñan a las vacas con mayor producción láctea, y se utilizan razas lecheras como Holstein, Pardo Suizo y Simmental, cruzadas con Cebú (Granados, et al., 2011: 424). Las condiciones del clima tropical son difíciles para el ganado lechero porque afectan su potencial productivo que en ocasiones se reduce a sólo un cuarto de lo que produce en condiciones templadas (Carvajal, et al., 2002: 25), por esta razón, como se refiere en un documento del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (Castillo, 2016-2020), para mejorar el rendimiento en la producción de leche, las cruza son necesarias, y por medio de esta práctica, la raza Holstein aporta el potencial de la producción lechera, y la Cebú la resistencia al medio cálido y húmedo, lo que permite mejorar un poco más la productividad.

En general, este sistema se caracteriza por tener un rendimiento muy bajo por cada bovino en la producción de leche, de entre 4 y 11 litros por día (Granados, et al., 2011: 424), comparado con sistemas intensivos de producción en los que cada bovino produce más de 28 litros (FAO, 2020). Otra característica de este sistema, es que el destete del ternero se realiza a los 7 u 8 meses, y en el ganado exclusivamente productor de leche, éste se realiza a los tres días de nacido (contextoganadero, 2013). A pesar del bajo rendimiento, la mayoría de los estudios sobre la producción de leche de doble propósito coinciden en que hay un potencial muy importante en el trópico mexicano para desarrollar la producción con mejores rendimientos, sin embargo, es necesario incorporar a la producción el uso de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de pastos, la raza del hato, la alimentación, la sanidad etc. (Del moral, 2010: 10; Zárata et al., 2010: 256; Unión Ganadera Regional de Jalisco).

La razón principal para hablar del potencial que existe para la producción de leche en el trópico mexicano, se basa principalmente en la ventaja que implica la abundancia de suelos y del agua que existen en esta zona para el cultivo de insumos alimenticios a bajo costo como los forrajes, esto en comparación con los sistemas que se localizan en zonas templada, árida y semiárida (Magaña, et al., 2006: 105). En contraste con la abundancia de agua y de suelos que existen en el trópico para el cultivo de alimentos baratos como los forrajes, Magaña señala, (et al., 2006: 106) que la falta de agua será un problema en el corto y mediano plazo que afrontará la producción de leche en el sistema especializado y semiespecializado, sobre todo en las regiones áridas y semiáridas de nuestro país donde se encuentran las principales cuencas lecheras con sistemas intensivos.

Para ilustrar esa problemática, recordemos a la región de la Comarca Lagunera donde prevalece el sistema intensivo de producción de leche con una gran productividad, pero al mismo tiempo, con escasez de lluvias y una fuerte dependencia de recursos hídricos subterráneos. Tomando en cuenta esta disyuntiva que se está presentando hoy en día por la escasez relativa del agua en la región de la Comarca Lagunera, y quizá en un menor grado en los Altos de Jalisco, de alguna manera permite suponer por lo expuesto en páginas anteriores, que probablemente sería viable hacer inversiones y desarrollar la actividad lechera del sistema de doble propósito en el trópico mexicano, sin embargo, si se revisa todo el texto en su conjunto, y se toman en cuenta las implicaciones sociales y económicos en la región de la Comarca Lagunera y de los Altos de Jalisco, aunado a la baja productividad de la producción

de leche en el trópico mexicano, también nos permite deducir que la toma de decisiones en esta problemática resulta bastante complicada, sobre todo por el déficit constante de la producción nacional de leche en México, aunado a la baja productividad en las zonas tropicales.

REGIONES ECOLÓGICAS GANADERAS



Fuente del mapa: SAGAR.

Ahora bien, para ilustrar de mejor manera esta situación, si se observa cómo se distribuye la producción de leche en las distintas regiones del país, nos damos cuenta que la mayor parte de la producción se concentra en la región templada, árida y semiárida con casi 86 por ciento del total, y sólo un 14 por ciento se produce en la región tropical. Los estados que más participan en la producción de acuerdo con las distintas regiones, son Jalisco con 43 por ciento en la región templada, Coahuila, Chihuahua y Durango con 84 por ciento en la árida y semiárida, y Chiapas y Veracruz con 67 por ciento en la tropical. Es decir, como se menciona al principio de este párrafo, donde el agua es más escasa, es donde están instalados los sistemas de producción intensivos con una participación de 86 por ciento de la producción total, y donde el agua es abundante, se encuentran los sistemas de producción de leche menos productivos con una participación de 14 por ciento de la producción nacional (cuadro 5).

Cuadro 5

Producción de leche en México por regiones (miles de litros)		
Templada	2021	%
Aguascalientes	429,785	
Ciudad de México	11,902	
Guanajuato	884,065	
Hidalgo	417,686	
Jalisco	2,698,104	
México	427,719	

LA POLÍTICA DE SUSTENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO

Michoacán	371,443	
Morelos	21,607	
Puebla	453,082	
Querétaro	407,787	
Tlaxcala	82,467	
Subtotal	6,205,647	48.29
Árida y semiárida		
Baja California	204,870	
Baja California Sur	34,485	
Coahuila	1,469,172	
Chihuahua	1,212,844	
Durango	1,419,931	
Nuevo León	22,300	
Sonora	115,066	
Zacatecas	188,787	
San Luis Potosí	154,089	
Tamaulipas	20,815	
Subtotal	4,842,359	37.68
Tropical (seca y húmeda)		
Campeche	44,836	
Colima	45,052	
Chiapas	446,984	
Guerrero	89,024	
Nayarit	39,615	
Oaxaca	148,806	
Quintana Roo	6,019	
Sinaloa	98,203	
Tabasco	105,101	
Veracruz	777,516	
Yucatán	2,480	
Subtotal	1,803,636	14.03
Total	12,851,658	100

Fuente: www.gob.mx/siap

De acuerdo con la información presentada, el reto para hacer inversiones e incrementar la producción de leche en zonas tropicales resulta bastante complicado, ya que sólo 14 por ciento de la producción nacional se produce en esta región, debido a las condiciones naturales del clima y a la falta de aplicación de nuevas tecnologías. Como se dijo también, es un hecho de que el potencial para la producción de leche existe por la abundante cantidad de agua y de suelos, sin embargo, las investigaciones que se han realizado no han permitido ir mejorando paso a paso los rendimientos y la productividad como consecuencia de una gran cantidad de razones como son la falta de financiamiento, de asesoría técnica, de infraestructura, de información sobre mejoras en el manejo del hato ganadero, y un bajo nivel de escolaridad del productor, entre otras razones como la que señala Suarez (2017) en el sentido de que por más de 50 años, aún no se tienen evidencias suficientes para recomendar un tipo específico de cruzamientos apropiados de ganado de doble propósito que sea competitivo en México.

Conclusión

A nivel mundial, existe información importante que habla sobre los efectos negativos de la ganadería hacia el medio ambiente, incluyendo el ganado lechero, pero también se mencionan los aspectos positivos en términos económicos, políticos y sociales. Sin duda es un tema complejo que requerirá de mayor información y análisis para tomar medidas que ayuden a mejorar el medio ambiente, y que hasta el momento no se han tomado. En el caso de México, la producción de leche como parte importante de la actividad ganadera, es una actividad que también genera daños al medio ambiente, sin embargo, es difícil cuantificar en qué grado debido a la poca información que existe. Hablar de sustentabilidad en términos económicos, sociales y ambientales, también es un tema complejo, por ejemplo, socialmente la actividad es importante por los empleos y el arraigo que genera en las distintas comunidades, en términos económicos, aunque los beneficios de esta actividad no han sido lo que muchos productores esperan, la actividad se mantiene, y mantuvo su ritmo de crecimiento durante la pandemia, sin embargo, en lo que tiene que ver con el medio ambiente y su sustentabilidad, no se puede negar que la falta de agua es un problema. La escasez relativa de agua que existe en las zona templada, árida y semiárida y que es donde se produce 86 por ciento de la leche en México, constituye un elemento de riesgo para la continuidad futura de esta actividad, y al parecer, será un obstáculo para lograr el objetivo 6 de la agenda 2030, que es el de garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

Referencias

- Carvajal, M., Valencia, E. y Segura, J.** (2002). Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el estado de Yucatán, México. *Rev Biomed*, 13 (1), 25-31. Disponible en: <https://www.revistabiomedica.mx/index.php/revbiomed/article/view/292/304>
- Castillo, E.** (2016-2020). Producción de doble propósito tropical. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/zootecnia/ceiegtlechetroical.html>
- CEAJALISCO.** (2018). Disponibilidad media anual de aguas subterráneas en acuíferos del Estado de Jalisco de acuerdo con lo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 4 de enero de 2018. Disponible en: <http://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/acuiferos/>
- CEDRSSA.** (2020). Política pecuaria y ganadería sostenible. Disponible en: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/34PoliticaPecuariaN.pdf>
- Cerutti, M. y Rivas, E.** (2008). La construcción de la cuenca lechera en la Laguna (1948-1975) *Estudios Sociales*, 16, (31), 166-204. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v16n31/v16n31a5.pdf>
- Cervantes, F., Santoyo, H. y Álvarez, A.** (2001). *Lechería Familiar, Factores de éxito para el negocio*. Universidad Autónoma Chapingo. CIESTAAM. CONACYT. Plaza y Valdés Editores.

- Cervantes, F. y Soltero E.** (2004). Escala, calidad de leche, y costos de enfriamiento y administración en termos lecheros de los Altos de Jalisco. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/613/61342207.pdf>
- Cervantes, M. y Franco, A.** (s.a.). Diagnóstico Ambiental de la Comarca Lagunera. Disponible en: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal11/Procesosambientales/Impactoambiental/22.pdf>
- Coahuila.** (2019). Coahuila siempre defenderá su industria lechera: Miguel Riquelme. Disponible en: <https://coahuila.gob.mx/noticias/index/coahuila-siempre-defendera-su-industria-lechera-miguel-riquelme-27-03-19>
- CONAGUA.** (2020). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Altos de Jalisco (1413), estado de Jalisco. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/jalisco/DR_1413.pdf
- Contextoganadero.** (2013). El destete en ganado de leche y de carne, dos prácticas opuestas. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/reportaje/el-destete-en-ganado-de-leche-y-de-carne-dos-practicas-opuestas>
- Del Moral, A.** (2010). Producción de leche en la zona alta de Veracruz. Disponible en: http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/PRODUCCIOND ELECHEENLAZONAALTADEVERACRUZ.pdf
- Editorial.** (2019). Ya no se puede seguir creciendo la Laguna con cuencas lecheras: AMLO. Disponible en: <https://www.redespoder.com/locotidiano/ya-no-se-puede-seguir-creciendo-la-laguna-con-cuencas-lecheras-amlo/>
- FAO.** (2020). <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- FAO.** (2018). Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals. Disponible en: <https://www.fao.org/3/CA1201EN/ca1201en.pdf>
- FAO.** (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3437s/i3437s.pdf>
- FAO.** (2009). La larga sombra del ganado. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a0701s/a0701s.pdf>
- FIRA.** (2008). Dirección General Adjunta de Inteligencia Sectorial, Productos TLCAN, Reporte trimestral del comportamiento de la leche, marzo, 2008.
- Fundacionaquae.** ¿Cuánta agua se necesita para producir alimentos? Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/cuanta-agua-se-necesita-para-producir-alimentos/>
- García, L., Aguilar, A., Luévano, A. y Cabral, A.** (2005). *La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados, Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera*, Plaza y Valdés editores.
- García, L., Martínez, E. y Salas, H.** (1999). La transformación de la actividad lechera en México en el contexto de la globalización y regionalización actual, en E. Martínez, A.

Álvarez, L. García y M. del Valle, *Dinámica del Sistema Lechero Mexicano en el Marco Regional y Global*, Plaza y Valdés.

Granados, L., Quiroz, J., Barrón, M., Cruz, C. y Jiménez, M. (2011). Costo de producción del litro de leche y carne en un sistema de lechería de doble propósito". *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, Vol. I, 424-427. Disponible en:

http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Granados2011_1_424_427.pdf

GREENPEACE. (2019). Alimentando el problema. La peligrosa intensificación de la ganadería en Europa. Disponible en: https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/02/20190209_AlimentandoElProblema_PAC.pdf

Keyserlingk, M., Martin, N., Kebreab, E., Knowlton, K., Grant, R., Stephenson, M., Sniffen, C., Harner, J., Wright, A., and Smith, S. (2013). Sustainability of the US dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 96 (9), 5405-5425. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(13\)00476-1/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(13)00476-1/fulltext)

Magaña, J., Ríos, G. y Martínez, J. (2006). Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?la06019>

Martínez, E. (2015). ¿Sustentabilidad en la cadena agroindustrial de la leche? La influencia de Nestlé en la gestión del agua en Lagos de Moreno. Disponible en: <https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1013/362/3/%C2%BFSustentabilidad%20en%20la%20cadena%20agroindustrial%20de%20la%20leche%20La%20influencia%20de%20Nestl%C3%A9%20en%20la%20gesti%C3%B3n%20del%20agua%20en%20Lagos%20de%20Moreno.pdf>

ONU. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/06/ONU-Agenda-2030.pdf>

ONU. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Disponible en: http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

Publitec. (2018). Ganadería y manejo sustentable del Agua. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, XLIII (210), 12-17. Disponible en: https://www.publitec.com/wp-content/uploads/LIC210_w.pdf

SAGARPA. (2015). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Boletín de Leche. Enero-marzo de 2015.

SAGAR. Dirección General de Ganadería. Disponible en: <https://docplayer.es/6097181-Situacion-actual-y-perspectiva-de-la-produccion-de-leche-de-ganado-bovino-en-mexico.html>

Sastre, A. (2022). En el CULagos se realizó el Foro "Perspectivas y conocimiento del agua en Altos Norte de Jalisco. Disponible en: <https://lagos.udg.mx/noticia/en-el-culagos-se-realizo-en-foro-perspectivas-y-conocimiento-del-agua-en-altos-norte-de>

- Senado.** (2019). Gaceta de la Comisión Permanente del Senado. Disponible en: https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_comision_permanente/documento/98306
- Sosa, A. y Ruiz, G.** (2017). La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. *Papeles de Población*, 23 (93), 207-230. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v23n93/2448-7147-pp-23-93-207.pdf>
- Suárez, H.** (2017). Factores que afectan la eficiencia productiva del sistema de doble propósito en los trópicos mexicanos. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/factores-afectan-eficiencia-productiva-t40830.htm>
- Unión Ganadera Regional de Jalisco.** La ordeña dos veces al día. Disponible en: http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=429&Itemid=138
- Valencia, C.** (2011). ¿Cuánta agua se requiere para producir un litro de leche? Disponible en: http://atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3541:icuenta-agua-se-requiere-para-producir-un-vaso-de-leche&catid=74:agua-e-industria&Itemid=484
- Valencia, E. y Ramírez, M.** (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Elementos*, 16 (73), 27-31. Disponible en: <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002141.pdf>
- Valverde, A.** (2018). ¿Cuántos empleos genera la leche en México? Disponible en: <https://www.dineroenimagen.com/economia/cuantos-empleos-genera-la-leche-en-mexico/99696>
- Zárate, J., Esqueda, V., Vinay, J. y Jácome, S.** (2010). Evaluación económico-productiva de un sistema de producción de leche en el trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 21 (2), 255-265. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n02_255.pdf

