

La política de sustentabilidad de la producción de leche en América del Norte

Ramón Robledo Padilla¹

Resumen

En este trabajo se presenta primero un panorama general sobre la problemática que enfrenta la producción ganadera en todo el mundo en relación con el medio ambiente, y de manera particular, la producción de leche como parte de este sector. Posteriormente, se aborda en términos generales la política de sustentabilidad de la producción de leche en Canadá, Estados Unidos y México desde una perspectiva de la rentabilidad, un tema social que considero importante y algunos elementos sobre el medio ambiente. También se desarrollan, de la misma manera, los avances que se han introducido en la producción de leche, con el fin de mitigar los impactos ambientales en cada uno de los países, y lo que se piensa hacer en el futuro para reducir dichos impactos, finalmente, se expone el tema del agua como uno de los elementos más visibles que pueden poner en riesgo la actividad de la producción de leche en el futuro.

Conceptos clave: política, producción de leche, sustentabilidad.

Antecedentes

En el prefacio del documento titulado *La Larga Sombra del Ganado*, (FAO, 2009), se señala que el título del 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 disminución de la biodiversidad, así como la degradación de la tierra, del agua y del suelo. No obstante que la producción de leche incluye sólo 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 esta razón, de no hacer los cambios necesarios que se requieren, su impacto podría ser mayor, tomando en cuenta, que en el futuro se pronostica se seguirá incrementando la demanda de estos productos.

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, su relevancia mayor se destaca por el 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 generar medios de subsistencia para mil millones de pobres en el mundo. En cuanto al incremento de la demanda de estos productos, se estima 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, que en los 50

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

años que abarca el período, habrá un crecimiento estimado de la demanda de 103 por ciento más en el caso de la carne, y 80 por ciento más en el de la leche, (FAO, 2009).

De manera más específica, respecto a los factores adversos al medio ambiente producto de la actividad ganadera, en la misma sección de este documento se plantea, por ejemplo, que la producción de la ganadería es un factor fundamental de la deforestación principalmente en países latinoamericanos. En este sentido, 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. También se atribuye al sector ganadero una participación de 18 por ciento en las emisiones totales de gases de efecto invernadero medidos en equivalentes de CO₂, cifra que es superior a las emisiones producidas por los medios de transporte. En el 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, sea este sector la mayor fuente de contaminación del agua por los desechos que se generan derivados de su actividad. Finalmente, también se atribuye a este sector, de ser muy probablemente 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, además de la amenaza constante que supone esta actividad para todos los depredadores salvajes y las áreas protegidas que se encuentran cerca de terrenos para pasto, por la creciente demanda de estas tierras que el sector necesita para su crecimiento (FAO, 2009).

Dentro de toda esta problemática compleja, al parecer, uno de los temas más inmediatos que debe ser abordado es el del agua. Se ha señalado que 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, 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, tomando en cuenta todo el proceso que transcurre desde el productor hasta el consumidor, y en el caso de la producción de leche 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. Con estos datos y con estos ejemplos, lo que queda claro es que, dada la escasez del agua, el cuidado y su manejo resultan fundamentales para preservar la vida, por ello, para algunos, se deberían establecer con claridad cuáles son las prioridades a la hora de producir ciertos alimentos. Por último, una preocupación adicional 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, además de afectar las actividades pesqueras de las costas, que es donde finalmente desemboca esta agua que ha sido contaminada (Ganadería y manejo sustentable del agua, 2018: 12, 13, 14 y 15 y Fundacionaquae). Esto se agrava en el caso de México, porque como señala Valencia y Ramírez (2009: 27) en este país, sólo alrededor del 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.

Es importante señalar que, estas preocupaciones sobre el medio ambiente, no son nuevas y están presentes en otro documento de la Organización de Naciones Unidas (ONU), conocido como el Informe Brundtland. En este documento y desde sus inicios, se propuso difundir el mensaje de un Futuro Común, poniendo énfasis en que el reto para alcanzar el desarrollo, requería la participación de todos los países para 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 en términos sociales y ambientales, se enfatizó, que muchos de los caminos hacia el desarrollo que siguieron las economías industrializadas no eran realmente viables, (ONU, 1987: 11,12 y 13). Dentro de esta interacción compleja de problemas sociales como la pobreza, aspectos de medio ambiente y crecimiento económico, se trató de encontrar un equilibrio entre las diferencias tan grandes que existen entre algunos países que consumen los recursos de la Tierra a un ritmo que pone en peligro poder satisfacer las necesidades de generaciones futuras, y otros países, mucho más numerosos, que consumen poco, y arrastran una vida complicada de miseria, enfermedad y muerte prematura (ONU, 1987: 39).

Como se observa, para que una actividad sea sustentable, existen muchos elementos que se deben atender en distintos campos como, por ejemplo, en el terreno social, que exista un acceso adecuado de leche o de alimentos para toda la sociedad, en la parte económica, que la actividad sea rentable de tal manera que se pueda sostener, y en el tema ambiental, que no se dañen los recursos naturales a tal grado que se ponga en peligro el acceso a ellos para las generaciones futuras. Finalmente, es en este marco complejo en el que a continuación presentaré de manera general, algunos datos e información relacionados con las políticas y prácticas más sustentables que se han adoptado en la producción de leche, tanto en Canadá, Estados Unidos y México.

Sustentabilidad de la producción de leche basada en la rentabilidad.

En el tema de la rentabilidad económica de la producción lechera en América del Norte, como se puede apreciar en el cuadro 1, los productores de leche de Canadá reciben más apoyo con respecto a los productores de los Estados Unidos y México, esto a través de distintas políticas que promueven una mayor utilidad para el productor, ya sea por medio de transferencias de los consumidores canadienses quienes en teoría pagan precios más altos de la leche en su mercado interno que los que se ofrecen en el mercado internacional, debido a políticas comerciales del gobierno canadiense, o mediante apoyos directos o indirectos que reciben los productores por parte del Gobierno vía el gasto presupuestal.

Cuadro 1					
Porcentaje del total de ingresos recibidos por productores de leche, por lavía de transferencias de los consumidores o por el gasto presupuestal del gobierno					
país	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	
Canadá	52	40	44	33	
Estados Unidos	7	10	19	12	
México	6	1	5	0.7	
Fuente: Agricultural policy monitoring and evaluation 2021, Addressing the challenges facing food systems., Agricultural policy monitoring and evaluation 2018 y 2015., y Agricultural policy monitoring and evaluation 2012, OECD countries.					

Lo que muestra el cuadro anterior, de acuerdo con cálculos de la Organización Para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), es por ejemplo que, entre 2018 y 2020, derivado de políticas de su Gobierno, los productores de leche en Canadá recibieron en promedio 33 por ciento de sus ingresos brutos totales, ya sea por medio de transferencias de los consumidores de lácteos en Canadá o por gastos presupuestales del Gobierno. En cambio, en Estados Unidos, por estos mismos apoyos, los productores de leche estadounidenses recibieron sólo 12 por ciento y los de México .7 por ciento. Lo mismo se puede interpretar para los años anteriores.

Es de todos conocido que en la mayoría de los países desarrollados, los subsidios a la producción agrícola son más elevados que en los países subdesarrollados, incluso que son inexistentes en estos últimos, en este caso particular, que se refiere a los productores de leche, es evidente que los productores de México se encuentran en clara desventaja, sin embargo, debido a que la producción de leche se mantiene con un modesto crecimiento año con año, se puede concluir, al menos en términos generales, que esta actividad continúa siendo rentable, aunque con un margen inferior con respecto a sus similares en Canadá y Estados Unidos.

Sustentabilidad de la producción de leche desde lo social

En cuanto a la sustentabilidad de la producción de leche desde el aspecto social, uno de los aspectos más importantes desde mi punto de vista, y que tiene que ver con que la población en su conjunto pueda acceder a un consumo adecuado de la leche, en este aspecto en particular, México se encuentra bastante rezagado con respecto a sus vecinos de Canadá y Estados Unidos.

A pesar de que en México se importa alrededor de 30 por ciento de la leche que se produce internamente, y que representa más de mil millones de dólares anuales, como se muestra en el cuadro 2, con dicha cantidad además de la que se produce en el país, no es suficiente para garantizar el consumo adecuado de las personas, que de acuerdo con la Organización para La Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), y la Organización Mundial de la Salud, (OMS), el consumo per cápita debería ser de 500 mililitros por día (Ocla, 2021), y en México, la disponibilidad de leche que existe anualmente para cubrir las necesidades del mercado, alcanza sólo para un consumo per cápita de alrededor de 300 mililitros por día. Esto contrasta con el consumo promedio alcanzado en Estados Unidos y de

Canadá, donde sí se consume más de lo recomendado por el organismo de la FAO, con más de 600 mililitros por día en el caso de Canadá, y más de 700 en el caso de Estados Unidos.

Cuadro 2				
Exportación e Importación de lácteos				
(miles de dólares estadounidenses)				
	2015	2018	2020	
Canadá exportación	170,358	291,997	350,071	
Canadá importación	429,696	498,165	556,132	
Saldo	-259,338	-206,168	-206,061	
México exportación	134,876	327,321	131,746	
México importación	1,447,025	1,604,075	1,149,091	
Saldo	-1,312,149	-1,276,754	-1,017,345	
Estados Unidos exportación	3,817,050	3,997,977	4,844,368	
Estados Unidos importación	2,006,780	2,109,718	2,161,180	
Saldo	1,810,270	1,888,259	2,683,188	
Fuente: https://www.fao.org				

En lo que respecta a Canadá, con menores saldos comerciales, como se muestra en el cuadro 2, debido a que en este país existe un control de la producción por medio de cuotas, se mantiene un relativo equilibrio entre la oferta y la demanda, sin embargo, en Estados Unidos donde existe una mayor orientación comercial hacia el exterior y el apoyo a productores es mayor que en México, se registra un superávit creciente, no así, en el caso de México, que debido a los pocos incentivos por parte del Gobierno hacia los productores, se mantiene una dependencia de alrededor de 3 mil millones de litros anualmente, que equivale a entre un 20 y 30 por ciento de la producción nacional.

Sustentabilidad de la producción de leche desde lo ambiental

El caso de Canadá

En Canadá, al igual que en otros países, la industria de la leche enfrenta desafíos que se deben atender con el fin de cumplir con ciertas demandas que la sociedad y el gobierno están impulsando para que se cumplan a la hora de producir los alimentos. En general, estas demandas tienen que ver con el hecho de que las actividades productivas en este y otros campos sean cada vez más sustentables. En el caso de Canadá, con el fin de responder a estos desafíos, a través de los Productores de Leche de Canadá, DFC (Dairy Farmers of Canada) se creó una iniciativa denominada Proaction, por medio de la cual, se establecen ciertos parámetros nacionales que son obligatorios para las prácticas lecheras en las granjas. Esta iniciativa se enfoca en seis puntos principales: calidad de la leche, inocuidad de los alimentos, cuidado de los animales, trazabilidad, sostenibilidad ambiental y bioseguridad (Ritter et al., 2020: 10273, 10274).

Esta iniciativa fue respaldada por los delegados de los DFC en julio de 2013, y entre otras cosas, lo que se esperaba con esta iniciativa, era que con los estándares productivos adoptados por todos los productores canadienses, se lograra una mejor reputación de estos ante los consumidores, hubiera una mayor transparencia de la información y se ofrecieran pruebas de que la leche era segura, se obtuviera respeto ante el escrutinio (que para algunos es indebido) por parte del Gobierno y de otras partes interesadas, se fomentara la mejora continua de las granjas lecheras y, finalmente, sirviera como contrapeso ante los opositores de la agricultura animal (Proaction: 3 y 4).

Continuando con esta lógica, y con el fin de mejorar las acciones hacia la producción sostenible de leche, los Productores de Leche de Canadá, DFC (por sus siglas en inglés), encargaron un estudio del ciclo de vida socioeconómico y ambiental de la producción de leche canadiense. El estudio o evaluación del Ciclo de Vida, el LCA (Life Cycle Assessment) es una metodología de renombre utilizada en varias organizaciones en el sector agroalimentario. En este proyecto de investigación, en el que se esperaba contar con un perfil global sobre la producción de leche en el país, y en el que participaron universidades, Gobierno y el sector lácteo de Canadá, se evaluaron aspectos sociales y el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de leche, desde la extracción de la materia prima hasta la puerta de la planta de procesamiento (Crabtree, 2014: 1).

El resultado de este estudio mostró que, en promedio, las granjas lecheras de Canadá se desempeñaron positivamente en relación con sus partes interesadas, por ejemplo, 60 por ciento de las granjas proporcionaban condiciones laborales que iban más allá de las normas laborales, 95 por ciento de ellas ofrecía un salario superior a los estándares de referencia, 87 por ciento participaba activamente en su comunidad apoyando a aprendices, participando en organizaciones locales o abriendo sus fincas a las diversas visitas públicas, 78 por ciento de ellas, habían adoptado prácticas ambientales sólidas para el manejo del estiércol, la conservación del suelo y la protección del agua, y finalmente, Canadá estaba entre los países que producían menos gases de efecto invernadero por litro de leche, es decir, el equivalente a 1 kg. de CO₂ por litro de leche (Crabtree, 2014: 2 y 3).

Actualmente, la producción de leche en Canadá representa alrededor de 1 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el país, y esta cifra incluye todas las etapas que se requieren para la producción de leche, incluida la producción de cultivos y el transporte de la leche hasta las plantas de procesamiento. En Canadá, toda la actividad agrícola en su conjunto representa 8 por ciento de las emisiones de GEI, comparado con otros sectores como el de transporte, la generación de energía y la actividad industrial, que juntos representan casi 90 por ciento de los GEI (dairyfarmersofcanada, 2022a).

Según datos del Gobierno, entre 1990 y 2019, la huella de carbono producida por la leche en Canadá, disminuyó 24 por ciento por litro, y ante esto, los productores confían y esperan reducir esta huella a cero por ciento en el año 2050. Entre las estrategias para alcanzar esta meta, se encuentran la compra y utilización de biodigestores con el fin de reducir las emisiones de metano contenidas en el estiércol, con esta tecnología, además de reducir las emisiones, el metano contenido en el estiércol se convierte en energía denominada biogás que puede ser reutilizable. Otra de las estrategias para reducir las emisiones, se denomina secuestro del carbón, que se da a través de las granjas lecheras canadienses que cuentan con millones de acres de cultivos, pastos y bosques que secuestran el carbón de manera activa de

la atmósfera al suelo, y que finalmente, continuando con el ciclo, se convierten de nuevo en recursos naturales y alimentos tanto para humanos como para animales. Además de las estrategias mencionadas anteriormente para bajar las emisiones de GEI, las emisiones también se pueden disminuir por medio de otras vías como son: una mejor nutrición de las vacas para reducir las emisiones de metano, mejor selección de crías que procesen el alimento de manera más eficiente, procurando la instalación de paneles solares o turbinas eólicas donde resulte conveniente para las granjas, o por medio de la rotación de cultivos para capturar más carbón, entre otros (dairyfarmersofcanada, 2022a).

En lo que se refiere a las gestiones del uso del agua y de la tierra en la producción de leche en Canadá, al parecer entre la sociedad en general y los productores de leche en lo particular, se sienten privilegiados por tener abundante agua dulce y existe conciencia e interés por conservar sus recursos naturales. En este sentido, se estima que la producción de leche en Canadá utiliza .02 por ciento del suministro de agua dulce en el sur de Canadá, que es el lugar donde se encuentra la mayor parte de las granjas lecheras y la población del país, y este número ha estado disminuyendo durante años, sólo entre 2011 y 2016, se calcula que el uso del agua asociado con la producción de leche, disminuyó 6 por ciento, y el uso de la tierra, 11 por ciento. Esta es una tendencia que continúa a medida que las granjas lecheras se vuelven más productivas y mejoran su rendimiento en términos de litros por vaca. Pero, además de las mejoras en el rendimiento productivo que impacta en el menor consumo de agua, existen otras formas que los productores de leche están utilizando para racionar de manera eficiente el consumo de agua, como, por ejemplo, manteniendo a las vacas frescas y cómodas, porque de esta manera, se ha demostrado que beben menos agua y producen más leche, otras medidas incluyen el mantenimiento de equipos para evitar o reparar fugas, y reutilizando el agua en sus sistemas de refrigeración y limpieza (dairyfarmersofcanada, 2022b)

Uno de los argumentos más utilizados para reducir los efectos de la producción de leche en el medio ambiente, es mejorando la productividad, es decir, producir más con menos. En este caso, si se produce más leche con menos vacas se mejora la productividad y se reduce la emisión de GEI, menos vacas producen menos metano, consumen menos agua y se utiliza una menor cantidad de tierra. Como se puede apreciar en el cuadro 3, en los últimos 60 años es evidente que se ha mejorado la productividad en las granjas lecheras de Canadá, por ejemplo, mientras que en 1961, los bovinos de Canadá producían en promedio 7.6 litros por día, en 2020 produjeron 26 litros, pero también, si observamos con más cuidado y vemos cómo se ha comportado esta tendencia, nos daremos cuenta que de 1961 a 1980, se mejoró la productividad 50 por ciento, de 1980 a 2000, 77 por ciento y de 2000 a 2020, 28 por ciento, es decir, que en un principio los incrementos fueron de 50 por ciento o más y, ahora, fueron menores a 30 por ciento. Probablemente, esto quiere decir que se está llegando a ciertos límites, y en el futuro, aunque se aumente la productividad, cada vez será en menor proporción, y será más difícil, por esta vía, reducir el impacto ambiental.

Cuadro 3			
Promedio anual de la producción de leche por bovino en Canadá			
Año	Producción (millones de litros)	Número de vacas	Litros por vaca
1961	8,325	2,986,800	2,787
1980	7,412	1,773,000	4,180
2000	8,161	1,103,400	7,396
2020	9,331	980,700	9,514
Fuente : https://www.fao.org			

Por lo pronto, los productores de leche de Canadá continúan con iniciativas que les permitan hacer más sustentable la producción de leche, en este sentido, bajo el módulo ambiental de Proaction, se espera que para el año 2023, todos los productores de leche puedan contar con un plan ambiental en sus granjas que les permita identificar posibles riesgos en la producción con el fin de que puedan manejarlos y mitigarlos, y con ello, lograr una mayor eficiencia en la producción de leche para disminuir aún más la huella de carbono. Sin embargo, dado que en los últimos años se ha permitido una apertura comercial de los lácteos bajo distintos acuerdos comerciales con varios países, como el Acuerdo Económico y Comercial Integral entre Canadá y la Unión Europea (Comprehensive Economic and Trade Agreement, CETA), El Acuerdo de Asociación Transpacífico Integral y Progresista (The Comprehensive and Progressive Trans-Pacific Partnership Agreement, CPTPP) y el acuerdo entre Canadá Estados Unidos y México (Canada, United States, Mexico Agreement, CUSMA), la organización de productores de leche de Canadá, la DFC, estima que el acceso al mercado combinado, otorgado bajo estos acuerdos equivalen a 8.4 por ciento de la producción de leche en Canadá, por esta razón, y ante los impactos que puede generar esta política en el sector lácteo, la DFC recomendó al Gobierno una compensación completa y justa para los productores de leche con el fin de poder continuar realizando las inversiones necesarias en la investigación y la adopción de nuevas tecnologías que permitan producir leche con el menor impacto ambiental (ourcommons, 2020: 4, 5 y 6).

En respuesta por parte del Gobierno, todo parece indicar que las demandas del sector lácteo continuarán siendo atendidas, y la política de control de la oferta se mantendrá para permitir que exista cierto equilibrio entre la oferta y demanda de leche que se requiere en Canadá. Por lo pronto, para el sector de la leche en particular, el Programa de Inversión en Granjas Lecheras estará vigente durante 5 años a partir de 2017/2018, con el objetivo de invertir en equipos para mejorar la productividad. Además, los productores también estarán recibiendo compensaciones por los efectos que provoca la apertura comercial, por ejemplo, en noviembre de 2020, se anunció que un paquete de 1,750 millones de dólares canadienses sería entregado en 2023, en lugar del plazo original de ocho años a partir de 2019 (Canada Agribusiness Report, 2022: 22).

El caso de Estados Unidos

En Estados Unidos existe una definición de lo que significa para este país la sostenibilidad o sustentabilidad de la agricultura, esta fue publicada en la ley agrícola de 1990. En esta

definición del concepto, se incluyen varios elementos que la definen como un sistema integrado de producción de plantas y animales a largo plazo en un lugar determinado, que este sistema tiene como fin satisfacer las necesidades humanas de alimentos y fibras procurando mejorar la calidad ambiental y la base de los recursos naturales de los que depende la economía agrícola. También se incluye la necesidad de hacer un uso más eficiente de los recursos no renovables y los de las fincas agrícolas, además, que debe existir una viabilidad económica de las operaciones agrícolas, y una mejora de la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto (Keyserlingk et al., 2013: 5406).

Aunque en la definición sobre la sustentabilidad se incluyen aspectos ambientales, económicos y sociales, en la mayoría de los estudios sobre este tema aplicado a la producción láctea en Estados Unidos, prevalece el enfoque ambiental sobre todo centrado en las emisiones de GEI (Rotz et al., 2021: 1). En el estudio de Rotz (et al., 2021: 7 y 9) por ejemplo, sobre la evaluación ambiental de las granjas lecheras de Estados Unidos, prevalece el mismo enfoque antes mencionado, y los resultados de éste, mostraron que en 2018 las emisiones de GEI del sector lácteo de Estados Unidos fue de 99 millones de toneladas anuales, que comparado con los 6,677 millones de toneladas de CO₂ que se emitieron en el país, el sector lácteo tuvo una participación en las emisiones de CO₂ de 1.5 por ciento del total, finalmente, que el promedio de emisiones de CO₂ en las fincas lecheras estadounidenses es de alrededor de 1kg. de CO₂ por litro de leche producida.

Además de lo anterior, debido a que los sistemas de producción de leche en Estados Unidos son diversos y varían entre las principales regiones del país y dentro de cada Estado (Winsten et al., 2010; Holly et al., 2019; citados en Rotz et al., 2021: 2) la evaluación de toda la industria resulta muy complicada, y por esta razón, muchos de los estudios que evalúan los impactos ambientales de la industria láctea son de manera general, o muy específicos de algún lugar o sistema de producción en particular (Rotz et al., 2020: 2).

Por otro lado, dentro de los objetivos planteados por la industria láctea de Estados Unidos hasta el año 2050, muy similares a los de Canadá, se espera llegar a la meta de cero emisiones de GEI, optimizar el uso del agua maximizando su reciclaje, y mejorar la calidad del agua optimizando la utilización del estiércol y sus nutrientes (DMI, 2020; citado en Rotz et al., 2021: 1).

Para disminuir las emisiones de GEI y contribuir a la disminución del calentamiento global, es necesario reducir las emisiones de metano, que es un gas de efecto invernadero que contribuye a nuestra actual crisis climática. El metano se emite en las granjas lecheras de dos maneras, proviene directamente de la boca de los animales lecheros y la segunda fuente es el estiércol. Una manera de mitigar la emisión de metano es por medio de biodigestores que atrapan el metano y lo convierten en biogás, y que luego puede ser utilizado este combustible como fuente de energía renovable para la electricidad, la calefacción o el transporte limpio sin emisiones de carbono. La industria lechera de California tiene mucho impacto en este tipo de sistemas ya que concentra aproximadamente la mitad de los existentes en Estados Unidos. Aunque no es una tarea sencilla comprar e incorporar los biodigestores en la granja por los costos que implica, existen otras formas para mitigar las emisiones de metano como, por ejemplo, por medio del compostaje, que puede servir como cama para el ganado o como abono para los campos de cultivo, o por medio de los avances en la investigación para mejorar la

nutrición con la incorporación de aditivos que permitan minimizar las emisiones entéricas (USdairy, 2022).

Para cuidar y optimizar el recurso del agua, se realizan acciones de reciclaje de la siguiente manera, el agua que se utiliza para enfriar la leche, luego se usa para limpiar los equipos y el establo, y al final, esta agua con la que se limpia el establo, se puede enriquecer con los residuos del estiércol y puede ser utilizada también como abono a la hora de regar los cultivos (Thedairyalliance, 2022).

Uno de los retos más importantes que enfrentan las granjas lecheras, es cómo cuidar y mantener la calidad del agua. Además de su escasez, cómo hacer para que no se deteriore y se mantenga su calidad. Debido a que el estiércol que se genera en las granjas contiene altas cantidades de nitrógeno y fósforo, cuando no se gestionan adecuadamente, estos nutrientes pueden lixiviar en las aguas subterráneas o en el suelo, lo que provoca la acidificación del mismo y la eutrofización en aguas superficiales (Rocha, 2021).

En Estados Unidos y Canadá, existe una regulación rigurosa para el manejo y depósito de las excretas de animales que puedan impactar cuerpos de agua, suelo y atmósfera, las cuales son supervisadas y certificadas por las agencias de protección ambiental. Sin embargo, en otros países como México, la regulación y vigilancia gubernamental sobre el uso y manejo de las excretas de animales es escasa y ambigua, ya que sólo se especifican ciertas normas sobre descargas de contaminantes al agua, restando importancia sobre las emisiones a la atmósfera y el suelo (Pinos, 2012: 359). En el estado de California de Estados Unidos, por ejemplo, como señala Castillo (2014), el estiércol se maneja en dos parámetros, uno es su contención, se tiene que contener todo el estiércol que producen las vacas, no puede haber pérdidas del estiércol hacia el ambiente fuera de las granjas como ríos o arroyos, o dentro de la granja, hacia el suelo o el agua subterránea. Esto se hace a través de la construcción de estructuras sólidas para contener el estiércol, y este debe ser aplicado al suelo de acuerdo con los requerimientos de los cultivos.

Sin embargo, aún con estos controles que parecen positivos para mantener la calidad del agua, en estudios realizados hace una década en los estados de California (Harter et al., 2012; citado en Keiserlink et al., 2013: 5411) y Washington (US EPA, 2012a; citado en Keiserlink et al., 2013: 5411), encontraron que alrededor de 10 y 20 pozos públicos muestreados superaban las concentraciones máximas de contaminación por nitrato (10 miligramos de nitrato por litro), y que en algunas áreas del estado de California, con altas concentraciones de operaciones lecheras, más de un tercio de los pozos domésticos excedieron el nivel máximo de contaminación por nitrato (Harter et al., 2012; citado en Keiserlink et al., 2013: 5411).

Otro caso relacionado con lo anterior pero más reciente, es en el que un estudio federal señaló que el factor número uno de enfermedades gastrointestinales, relacionadas con el consumo de agua potable de los pozos privados del condado de Kewaunee, es el estiércol de vaca, estos hallazgos plantean que, en ese condado, existen muchas dudas sobre la efectividad de las regulaciones existentes destinadas a proteger a los residentes del consumo de agua potable contaminada (Coburn, 2021).

Desafortunadamente, existen pocos estudios a nivel nacional sobre las prácticas de producción lechera y mediciones científicas que muestren el impacto al medio ambiente en

temas como éste, que son de gran interés y se relacionan con el uso y la conservación de la calidad del agua en el sector lechero, y por el contrario, una parte significativa de la investigación en este sector y que es patrocinada por corporaciones, generalmente se enfoca en medidas de interés económico inmediato, que generalmente dependen de una mayor productividad o eficiencia animal con el fin de obtener una mayor rentabilidad (Keiserlink et al., 2013: 5421), o como se mencionó al principio, la mayor parte de los estudios sobre sustentabilidad ambiental, se centran en las emisiones de GEI.

Como ya lo comenté antes, uno de los argumentos fuertes sobre la sustentabilidad de la producción de leche, es que ahora se produce más con menos y que, a medida que la productividad se incrementa, se utilizarán menos recursos naturales y la contaminación será menor.

Cuadro 4			
Promedio anual de la producción de leche por bovino en los Estados Unidos			
Año	Producción (millones de litros)	Número de vacas	Litros por vaca
1961	57,019	17,243,008	3,306
1980	58,244	10,799,000	5,393
2000	75,928	9,199,000	8,254
2020	101,251	9,342,600	10,837
Fuente : https://www.fao.org			

Como se muestra en el cuadro 4, la productividad de litros de leche por vaca se incrementó en promedio de 9 litros en 1961 a casi 30 en 2020, y el incremento en la productividad en términos porcentuales de 1980 con respecto a 1961 fue de 63 por ciento, en 2000 con respecto a 1980 de 53 por ciento, y en 2020 con respecto a 2000 de 31 por ciento. Como vemos, al igual que con Canadá, la productividad se ha incrementado en términos porcentuales, pero también la tendencia ha sido descendente por lo que se puede deducir que se está llegando a ciertos límites, aunque es posible que con el desarrollo y el avance científico como algunos esperan, la tendencia se puede revertir en el futuro.

Finalmente, otro punto importante que está tomando fuerza sobre la sustentabilidad de la producción de leche hacia el futuro, tiene que ver con la incorporación de ciertas prácticas en el manejo del ganado que demanda un sector de la población cada vez más informado, y que se relacionan con procesos naturales y de bienestar animal. Por ejemplo, el público generalmente enfatiza como algo natural para el ganado la provisión de alimento a través del pastoreo, libertad de movimiento y la capacidad de interactuar socialmente con sus congéneres, sin embargo, en Estados Unidos, se informa que la mayoría del ganado lactante se aloja sin acceso al pasto, y casi el 39 por ciento de las granjas lecheras utilizan establos que restringen el movimiento y las interacciones sociales. Por esta razón, algunos investigadores sostienen, que una parte de la sustentabilidad de la producción de leche hacia el futuro, también dependerá en la medida en que estas demandas sean incorporadas, y los sistemas de alojamiento reflejen las preocupaciones del público y las prioridades de los animales (Beaver et al., 2020: 5746).

El caso de México

En el caso de México, al igual que como en otros países, 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, 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 que son usados para alimentarlos (CEDRSSA, 2020: 5 y 11). Asimismo, según el mismo estudio (CEDRSSA, 2020:11 y 12), se muestra que, durante 2017, la ganadería en México emitió 72.469 millones de toneladas de CO₂, 9.9 por ciento de las emisiones totales del país, y de esa cantidad, 87.43 por ciento correspondió al ganado bovino.

En lo que se refiere al tratamiento de las aguas residuales, como se mencionó anteriormente, en México sólo alrededor de 20 por ciento de estas aguas son tratadas, y en lo que respecta al manejo del estiércol del ganado, la situación no es tan diferente porque como se mencionó, la vigilancia y la regulación es escasa y ambigua. Además de esta falta de regulación y vigilancia, como lo menciona Acevedo (et al., 2017: 10), en México las políticas para regular el manejo del estiércol son débiles, sobre todo cuando están implicadas varias instituciones, debido a una falta de coordinación.

Ante la falta de información sobre estos temas, aún más marcada esta problemática en el caso de México, pasando a datos más concretos que me permiten plantear el problema de la sustentabilidad de la producción de leche en México, primero es necesario aclarar que en este país 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, en el sistema semiespecializado se utilizan razas con menores niveles de producción y un nivel tecnológico medio, en el familiar el nivel tecnológico es bajo y cuenta con instalaciones rudimentarias con predominio de ordeña manual, y finalmente, en el de doble propósito su alimentación se basa principalmente en el pastoreo y se produce tanto carne como leche (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 riesgos que, en algunos casos más que en otros, ponen en peligro su continuidad y sustentabilidad, sobre todo en el tema de la escasez de agua, que es uno de los factores más visibles, y que a falta de otros datos, se expondrá de manera general, cómo la escasez del agua pone en riesgo en México la sustentabilidad de la producción de leche hacia el futuro, sobre todo en algunos sistemas de producción, más que en otros.

Sistema de producción intensiva, el caso de la Comarca Lagunera

Desde un principio cuando inició la actividad lechera, dadas 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 sorteados por la investigación científica y tecnológica para soportar el dinamismo de la actividad lechera regional (García, *et al.* 2005: 175 y 176). En el mismo sentido, (aunque recibió críticas por la importancia social y económica de la actividad) 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 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 de 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 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).

Sin embargo, en otros temas como el económico y la creación de empleos la imagen es distinta, para el gobernador de Coahuila Miguel Ángel Riquelme Solís, por ejemplo

(Gobierno de Coahuila, 2019), la producción de leche en esta región es tan importante que genera alrededor de 30 mil empleos directos, y si a esta actividad 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 que con la misma actividad también se generan más empleos de manera indirecta y que la derrama económica crece, 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 en donde se produce poco más de 20 por ciento de la producción de leche nacional, 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.

Sistema de producción familiar, el caso de la región de los Altos de Jalisco

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).

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 (García, et al., 1999: 77).

En esta importante región productora de leche a nivel nacional, que también participa con alrededor de 20 por ciento de la producción total del país, al igual que en la Comarca Lagunera, aunque probablemente en menor grado, 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 y 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, que es su principal materia prima para esta empresa y 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 pero más reciente, 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, p. 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, en el futuro cercano, al igual que en la Comarca Lagunera, la producción de leche no será sostenible.

Sistema de doble propósito, el caso del trópico mexicano

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).

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 (CEIEGT, 2016-2020), para mejorar el rendimiento en la producción de leche, las cruas 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.

A pesar del bajo rendimiento per cápita alcanzado en la producción de leche en esta región, debido a la abundancia de suelos y del agua, 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; Zárate et al, 2010: 256; Unión Ganadera Regional de Jalisco).

Finalmente, la realidad actual nos muestra que donde hay menos agua, se produce la mayor cantidad de leche y donde el agua es más abundante, se produce menos. La mayor parte de la producción, se concentra en la región templada, árida y semiárida con casi 86 por ciento, y sólo 14 por ciento se produce en la región tropical. Jalisco contribuye con 43 por ciento de lo que se produce en la región templada y la Comarca Lagunera que incluye los estados de Coahuila y Durango, contribuyen con 58 por ciento de lo que se produce en la región árida y semiárida (SIAP y SEMARNAP).

Conclusión

En conclusión, se puede decir que la sustentabilidad de la producción de leche en términos de rentabilidad, es más sustentable en Canadá y en menor grado en Estados Unidos y México, respectivamente. En el tema social referente a la accesibilidad en el consumo de este bien, también se puede concluir que tanto Canadá como Estados Unidos son más sustentables que en México, y finalmente, en lo que se refiere a la sustentabilidad ambiental, por la escasez de agua que se está presentando y que es lo que se percibe con mayor claridad, Canadá seguirá siendo más sustentable, y en el caso de Estados Unidos y México, al parecer con el paso del tiempo, es probable que el problema con el abasto de agua se agrave y la actividad deje de ser sustentable en un futuro inmediato, por lo menos en algunas regiones.

Finalmente, para posteriores investigaciones, debido al problema que implica el abasto de agua suficiente en estos momentos, es probable que se tengan que abordar de manera inmediata, cuáles de los productos que se producen y consumimos deberían tener prioridad en términos de los requerimientos de agua que se requiere para su producción, y en términos de lo que esos alimentos nos puedan brindar para una dieta que cubra las necesidades básicas del ser humano para vivir bien.

Referencias

- Acevedo.**, (2017) “Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera” en *Acta Universitaria*, Vol. 27, No. 4, 2017, pp. 3-12, disponible en: <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/1270/pdf>
- Behaver, A., Proudfoot, K. y Keyserlingk, M.** (2020) “Symposium review: Considerations for the future of dairy cattle housing: An animal welfare perspective, en *Journal of Dairy Science* [En línea] Vol. 103, No. 6, 2020, pp. 5746-5758, disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30179-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30179-X/pdf)
- Canada Agribusiness Report.**, (2022) Canada agribusiness report, includes 5-year forecasts to 2025. London, Fitch Solutions Group Limited.
- Castillo, A.**, (2014) *Sembrando noticias* [video], Argentina, 2014, disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=6ED1D5ng86Q>
- 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>
- 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>
- CEIEGT.**, (2016-2020) Producción de doble propósito tropical, disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/zootecnia/ceiegtlech tropical.html>
- Cervantes, F., Santoyo, H. y Álvarez, A.** (2001). *Lechería Familiar, Factores de éxito para el negocio*. México, Universidad Autónoma Chapingo. CUESTAAM. CONACYT. Plaza y Valdés Editores.
- Coburn, R.**, (2021) “Se predice que el estiércol de vaca causará la mayoría de las enfermedades de los pozos contaminados en el condado de Kewaunee” en *Wisconsin Watch*, 2021, disponible en: <https://wisconsinwatch.org/es/2021/06/Se-prev%C3%A9-que-el-esti%C3%A9rcol-de-vaca-cause-la-mayor%C3%ADa-de-las-enfermedades-por-pozos-contaminados-en-el-condado-de-Kewaunee/>
- 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
- Crabtree, S.**, (2014) The environmental and socioeconomic life cycle assessment of Canadian milk production, disponible en: https://www.dairyresearch.ca/pdf/PLC_FactSheet_EN_9July2014_FINAL.pdf
- Dairyfarmersofcanada.**, (2022a) How we are reducing emissions, disponible en: <https://dairyfarmersofcanada.ca/en/our-commitments/sustainability/emissions>

- Dairyfarmersofcanada.**, (2022b) Managing water use on the farm, disponible en: <https://dairyfarmersofcanada.ca/en/our-commitments/sustainability/water>
- 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/PRODUCCIONDELECHEENLAZONAALTADEVERACRUZ.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.** (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/>
- Ganadería y manejo sustentable del agua.**, (2018) Ganadería y manejo sustentable del agua en *La industria Cárnica Latinoamericana*, año XLIII, número 10, 2018, pp. 12-17, disponible en: https://www.publitec.com/wp-content/uploads/LIC210_w.pdf
- García, L. et al.**, (2005) *La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados, Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera*. México, Plaza y Valdés editores.
- García, L., Martínez, E. y H. Salas.**, (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*. México, Plaza y Valdés.
- Gobierno de 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>
- Keyserlink, M. et al.**, (2013) “Sustainability of the US dairy industry” en *Journal of Dairy Science* [En línea] Vol. 96, No. 9, 2013, pp. 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)
- 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>

- Ocla** (2021) Consumo mundial de lácteos, litros per cápita y población, disponible en: <https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/10015011-consumo-mundial-per-capita-y-poblacion>
- 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
- Ourcommons**, (2020) Dairy Farming Forward: Dairy Farmers of Canada 2020 Pre-Budget Submission, disponible en: <https://www.ourcommons.ca/Content/Committee/431/FINA/Brief/BR10631377/br-external/DairyFarmersOfCanada-e.pdf>
- Pinos, J. M.** (2012) “Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América” en *Agrociencia*, Vol. 46, No. 4, 2012, pp. 359-370, disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n4/v46n4a4.pdf>
- Proaction**, Leading the way for sustainable dairy farming, disponible en: https://www.dairyfarmers.ca/Media/Files/proaction/proaction_ang_lr15.pdf
- Ritter, C. et al.** (2020). “Perspectives of western Canadian dairy farmers on the future of farming” en *Journal of Dairy Science* [En línea] Vol. 103, No. 11, 2020, pp. 10273-10282, disponible en: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2820%2930717-7>
- Rocha, A.** (2021) How handling manure waste from dairy cattle impacts greenhouse gas emissions and climate change, disponible en: <https://clear.ucdavis.edu/explainers/how-handling-manure-waste-dairy-cattle-impacts-greenhouse-gas-emissions-and-climate>
- Rotz, A. et al.** (2021). “Environmental assessment of United States dairy farms” en *Journal of Cleaner Production* [En línea] No. 315, 2021, pp. 1-13, disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621023714>
- SAGARPA** (2015) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Boletín de Leche. Enero-marzo de 2015.
- 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>
- SEMARNAT** disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_AGRIGAN04_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*
- Senad**, (2019). Gaceta Parlamentaria, disponible en: https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_comision_permanente/documento/98306SIAP,
- SIAP** www.gob.mx/siap

- 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>
- The Dairy Alliance** (2022) Sustainability and the dairy industry, disponible en: <https://thedairyalliance.com/dairy-farming/sustainability-and-dairy/>
- 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
- USDairy** (2022) How dairy farmers are reducing methane and greenhouse gas emissions, disponible en: <https://www.usdairy.com/news-articles/farmers-reducing-methane-gas-from-cows>
- 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. L.** (2009) La industria de la leche y la contaminación del agua, *Elementos*, número 73, 2009, pp. 27-31, disponible en: <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002141.pdf>
- Zárate, J. et al.** (2010). Evaluación económico-productiva de un sistema de producción de leche en el trópico. *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 21, No. 2, 255-265, disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n02_255.pdf