

Producción de leche de bovino: el caso de Hidalgo, México

Carolina Carbajal De Nova¹

Julio Goicoechea²

Resumen

El presente trabajo analiza dos actividades concatenadas en el estado de Hidalgo: producción de leche de bovino y de alfalfa. La mayor parte de la producción se lleva a cabo en las cuencas de Ixmiquilpan y Tizayuca, así como en el Valle de Tulancingo. Las tres regiones están ubicadas en el altiplano central mexicano. Se examina el desempeño de la producción de lácteo de 1980 a 2022, con un crecimiento vertiginoso a ritmos superiores al desempeño nacional hasta 2007. Desde entonces, la oferta de leche se ha estabilizado. El precio de la alfalfa y su rendimiento, además de una oferta sustancial, parecen haber sido concomitantes en el logro en producción de leche.

Conceptos clave: 1. Leche de bovino, 2. alfalfa, 3. Hidalgo.

Introducción

En México, hasta mediados de los años ochenta, prevalecieron controles explícitos tanto de precio como de importación de fórmulas lácteas. Con la entrada de México al Acuerdo General Sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en 1986, se inicia la desregulación estatal. Los aranceles para la importación de lácteos descendieron de 40 por ciento a un máximo de 20 por ciento (Nicholson, 1997). Al acceder México al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, el cual substituye al previamente establecido entre Canadá y Estados Unidos,³ el proceso de desgravación de lácteos por parte del estado continúa.⁴ Se programaron reducciones graduales de barreras arancelarias para productos lácteos, incluyendo tanto tarifarias como no tarifarias durante un periodo de transición que concluyó en el año 2008 (Burstein, 2007).

Con la firma de los acuerdos de Marrakesh en 1994, asociados a la transformación del GATT en la Organización Mundial del Comercio (OMC), México adopta cupos libres de aranceles, con impuestos ad-valorem, tanto para la leche en polvo como fluida (Tillie et al., 2008). En 1999, la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), misma que ejerció el monopolio en la importación de leche en polvo, desaparece. El Tratado comercial entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), el cual entró en vigor en julio, 2020, preserva el acceso de leche libre de impuestos a los productos lácteos (Greene, 2019). La apertura comercial conlleva beneficios para las compañías procesadoras, así como reducciones en el precio de anaquel para dichos productos. Sin embargo, los productores de

¹ Doctora. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. enova@xanum.uam.mx

² Doctor. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. julio@xanum.uam.mx

³ Canada-United States Free Trade Agreement (CUSFTA), enero, 1988.

⁴ Inicialmente, Canadá excluyó al sector lechero del TLCAN (Nicholson, 1997). Con el T-MEC se autorizó un 3.9% adicional de acceso al mercado de lácteos, alcanzando para ese entonces el 8.4% del mercado local.

leche en México en general, así como en el estado de Hidalgo en particular, enfrentan fuerte competencia foránea.

Desde hace varias décadas, México es un importador prominente de leche en polvo descremada,⁵ comparable con la leche en polvo sin grasa.⁶ En la actualidad, México encabeza la lista de importadores de este tipo de leche a nivel mundial (FAS, 2022). En 2022, esta preponderancia es seguida por China, Filipinas, Indonesia y Japón.⁷ De acuerdo a la fuente citada, los principales exportadores fueron Estados Unidos, Unión Europea, Nueva Zelanda y Australia. Dada la baja rentabilidad derivada de la leche en polvo entera, los procesadores norteamericanos tradicionalmente destinan cada vez mayores volúmenes a producirla descremada, así como en forma de mantequilla, a expensas de la entera.

Las importaciones de leche en polvo, tanto descremada como entera, se enmarcan en la disponibilidad de excedentes de leche producidos por países superavitarios. En Estados Unidos, el Milk Price Support Program (MPSP), es un programa de cobertura federal establecido en 1949, el cual establece un precio de mínimo de soporte para derivados lácteos. El gobierno no paga directamente a los productores de leche. Sin embargo, compra a precios suficientemente altos a mantequilla, queso y leche en polvo descremada, posibilitando que a los productores de leche les sea pagado el precio de soporte (FSA, 2004). Las subvenciones imperantes para los productores en países exportadores netos han hecho posible este contingente de disponibilidades exportables.

Dichos países suelen contar con condiciones ecológicas propicias tanto de clima como de forrajes, además del hábitat mismo de la raza Holstein o frisona, siendo la mayor productora dentro de las vacas lecheras. Si bien se adaptan a una amplia variedad de climas, son particularmente sensibles al estrés por altas temperaturas, redundando en menor producción de leche (Shoshani y Hetzroni, 2013; Fidler y VanDevender, (s/f).

En el presente artículo, inicialmente, se examina la producción de leche en el estado de Hidalgo atendiendo a cuestiones estructurales. Se reseñan brevemente las principales regiones productoras y las condiciones en que se lleva a cabo la explotación lechera. Las estructuras de comercialización se abordan considerando la presencia de agencias estatales, así como la regulación estatal imperante. Posteriormente, se lleva a cabo un examen gráfico desde la década de los ochenta hasta el presente, referido a variables económicas y su comportamiento con relación a la leche por una parte, así como a la alfalfa, en cuanto forraje preeminente. Finalmente, se presentan las conclusiones sobre la situación y perspectivas de la leche de bovino para el caso de Hidalgo.

⁵ Skimmed Milk Powder (SMP), definida por el Codex Alimentarius. Este producto debe contener, al menos, 34 por ciento de proteína.

⁶ Non-fat Dry Milk (NDM), regulada por la agencia Food and Drug Administration. En esta acepción, no se especifican niveles mínimos de proteína.

⁷ México, a su vez, es el principal importador de leche entera en polvo (whole milk powder). Sin embargo, el volumen de importaciones de este tipo de leche representa poco más de la cuarta parte de la leche descremada. Siguen en importancia Canadá, Corea del Sur, Japón y China.

1. Leche de bovino en el ámbito estatal

En 2022, la producción de leche de bovino destaca como la segunda actividad pecuaria en el estado de Hidalgo, con 3,100 millones de pesos a precios de 2022.⁸ La leche participa con el 30.0% de la producción pecuaria estatal.⁹ El pollo de engorda la precede, con 31.4%. La producción de bovino de carne ocupa el tercer lugar, con 21.8%. Porcino y ovino siguen en relevancia, con 7% y 6%, respectivamente. Los cinco primeros productos pecuarios previamente mencionados representan el 96.1% de la actividad pecuaria en Hidalgo.

1.1. Regiones productoras de leche

El estado de México y el altiplano hidalguense han mantenido un papel destacado en la producción de leche, debido tanto a sus condiciones agroclimatológicas como a su proximidad al área metropolitana de la Ciudad de México. En el año 2022, el estado de Hidalgo produjo 422.7 millones de litros de leche. En cuanto a importancia local se encuentra la cuenca de Ixmiquilpan, registrando 190.0 millones de litros en 2022, proveniente de los 26 municipios que la integran.¹⁰ Esta cuenca participó con el 44.9 por ciento de la producción de leche en el estado de Hidalgo.

En un segundo plano está la cuenca de Tizayuca, conformada por los municipios de Tolcayuca, Villa de Tezontepec, Zapotlán de Juárez y Zempoala, además el propio Tizayuca. En 1976 se estableció el Complejo Agroindustrial de Tizayuca (CAIT), para relocalizar la producción lechera previamente existente en la Ciudad de México bajo la marca comercial de Boreal (Pomeón et al., 2006). Tizayuca produjo 112.4 millones de litros en 2022, contribuyendo con 26.7 por ciento del total de la entidad.¹¹

En un tercer lugar está la cuenca del Valle de Tulancingo, aportando 42.0 millones de litros de leche en 2022, proveniente de los municipios de Singilucan, Santiago Tulantepec, Cuauhtepic de Hinojosa y el propio Tulancingo de Bravo. La participación de este valle fue de 9.9 por ciento del total en el estado de Hidalgo.

Las tres cuencas antes referidas integran más de cuatro quintas partes (81.5 por ciento) de la producción de leche en la entidad, todas ellas ubicadas en un clima templado dentro del altiplano central mexicano. El resto de la producción del lácteo se encuentra atomizada en el resto de municipios del estado, incluyendo la Huasteca. En esta última, así como en la región de la Sierra Hidalguense predomina la ganadería de doble propósito.

1.2. Condiciones de producción

Hidalgo cuenta con ventajas de clima templado para la producción intensiva de leche, con ganado estabulado. Por otra parte, dispone de derechos de uso de agua, destacando los distritos de riego 003 (Tula), 100 (Alfajayucan) y 112 (Ajacuba), en el Valle del Mezquital

⁸ Toda referencia en términos de valor en este artículo está referida a precios de 2022.

⁹ En adelante, cuando se hace referencia a la leche, se refiere a aquella sin pasteurizar. Es decir, no ha pasado por el proceso previo al proceso de pasteurización.

¹⁰ Dichos municipios se especifican en el Anexo A.1.

¹¹ Más de la mitad de la leche acopiada por CAIT es procesada por Alpura, según Cuevas Reyes et al. (2007).

donde se desarrolla de manera amplia el cultivo de alfalfa, utilizando aguas residuales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Un sistema de cinco presas de almacenamiento y 13 presas de derivación con la correspondiente red de canales de conducción y distribución por gravedad conforman la red de irrigación.

Las aguas residuales tienen efectos deletéreos en el suelo, acumulando metales pesados (Downs et al., 1999; Mireles et al., 2004). Asimismo, conllevan riesgos a la salud (Sagarpa et al., 2011a). Dada la contaminación biológica, existe restricción de cultivos a practicarse. Por otra parte, dichas aguas no cumplen con la norma mexicana en términos de conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, así como iones bicarbonato, entre otros (Ontiveros-Capurata et al., 2013).

Según Sagarpa et al. (2011b), prácticamente el 70 por ciento de los productores de leche no utiliza ensilado en las dietas, independientemente de la ausencia de cuidados básicos como son la higiene al momento de practicar la ordeña mecánica. La mitad no participa en campañas zoo-sanitarias y 32 por ciento no recurren a la inseminación artificial, por demás útil como método eficiente para la reproducción y la mejora genética. Lo anterior se traduce en rezagos productivos.

En cuanto a escalas de producción de leche de bovino a nivel nacional, se suelen distinguir cuatro sistemas: i) especializado; ii) semi-especializado; iii) doble propósito y iv) familiar o de traspatio. En estas dos últimas, el auto consumo puede ser un elemento relevante.

Muñoz Rodríguez (1990), con base en Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA), reporta que en México, la producción especializada contribuyó con el 25 por ciento de la producción, mientras que la familiar asciende a 35 por ciento y la de doble propósito contribuye con el 40 por ciento. De acuerdo a GBC Group (2016), el sector especializado aporta el 51 por ciento de la producción, el semi-especializado el 21 por ciento, el de doble propósito 18 por ciento y el familiar 10 por ciento, afirmando que se funda en fuentes oficiales.

En Cuevas Reyes et al. (2007), se proporciona una clasificación para el estado de Hidalgo en cuanto a producción de leche por vaca, desde 10.5 a 20 litros por día, con margen de error. A partir de ahí, el sistema tecnológico bajo representa bajo 18.5% del total; 65% está clasificado como intermedio, y el 12.5% es alto. Solamente en el último utiliza un método de ordeña mecánica.

En el estabulado, la raza predominante es Holstein y en reducida proporción, las Pardo Suizo y Jersey. Se alimentan de forrajes de corte y alimentos concentrados. Este sector es determinante en términos de oferta productiva y nivel tecnológico. En el caso de escala semi-especializada, predomina el ganado Holstein con mezcla de cebú y criollo. Por otra parte, el sistema de doble propósito es predominante en las zonas tropicales del país.

Las escalas antes referidas conllevan diferencias sustanciales. Los sistemas tropicales de doble propósito están básicamente integrados por pequeños productores. Se consideran tanto biológica como económicamente ineficientes (Améndola et al., 2005). La malnutrición deviene en causa de la baja productividad y pobre desempeño reproductivo. Este perfil se presenta como una generalización para México en su conjunto. La situación se torna crítica en época de secas. Continuando con la escala de doble propósito, es frecuente la

comercialización de leche en el mercado informal, previa elaboración como queso fresco. El resto es colectado por empresas lácteas.¹² En la alimentación bovina predominan pasturas sembradas y nativas.

Con referencia al resultado del estudio de diagnóstico sectorial en el estado de Hidalgo, éste se fundamenta en tres elementos: i) el modelo conceptual de la cadena productiva bovinos de leche en el estado de Hidalgo, así como en: ii) el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, del sistema Producto Leche en el Estado de Hidalgo y iii) árbol de problemas, causas y efectos del sistema producto bovinos de leche (Sagarpa et al., 2011a, pp. 82-87). En dicho procedimiento, se omite examinar la producción de leche distinguiendo los diversos sistemas productivos prevalecientes en la entidad. Con estos elementos, las generalizaciones a las que se llega pueden contener insuficiencias y plantear dificultades en la intención de aplicar acciones para desarrollar la producción de leche bovina en la entidad de Hidalgo.

2. Estructura de comercialización

2.1. Concentración privada

El número de plantas procesadoras de leche es asimétrico con relación a la cantidad de productores. Los compradores detectados tienen características singulares. En la entidad, Alpura cuenta con establos propios.¹³ Lala dejó de operar en la entidad al cerrar una planta en 2014.¹⁴ Cuevas Reyes et al. (2007) como Romero Santillán et al. (2009) afirman que en el Valle del Mezquital, el destino de la leche es la fabricación de queso, crema y requesón. Al efectuar un cotejo de la leche analizada, los autores encuentran que su rendimiento industrial es excelente, pero su sanidad presenta deficiencias.¹⁵

Cervantes Escoto (2013) et al. estiman que más de la mitad (56 por ciento) de la producción lechera, se utiliza en la elaboración de queso, dos quintas partes (41 por ciento) se somete a pasteurización antes de envasarla. El restante 3 por ciento se comercializa como leche cruda.

¹² Por ejemplo, la Compañía Nestlé llegó a operar varias plantas procesadoras de leche; Ocotlán, Jalisco (1935); Coatepec, Veracruz (1955), Tamián, San Luis Potosí (1963), Chiapa de Corzo, Chiapas (1971), además de Lagos de Moreno, Jalisco (1943) y Emiliano Zapata, Tabasco (Gómez Cruz, 1983; Münch Galindo, 1994). Asimismo, absorbió las plantas Carnation en Durango y Querétaro. Hoy día continúa en Coatepec, Lagos de Moreno, Ocotlán y Zula desde 2014.

¹³ La razón social de esta empresa es Ganaderos Productores de Leche Pura. Está constituida por productores organizados para procesar y distribuir el lácteo de manera conjunta desde 1971. Proporcionan servicios colaterales, como por ejemplo una unión de crédito, oferta de semen y embriones, transporte y fabricación de empaques, entre otros. Además, opera en 10 entidades federativas, incluyendo el estado de Hidalgo. En cuanto a 142 establos proveedores, la propia empresa se ostenta como propietaria del ganado, a través de 256 socios. Su participación de mercado de leche es del 24.9 por ciento (Arteaga, 2013).

¹⁴ Grupo Lala, con sede central en Gómez Palacio, Durango, es productor de leche a través de grupos proveedores quienes poseen una parte minoritaria de las acciones. El grupo familiar, el cual controla la mayor parte de las acciones, a su vez es productor de leche. Desde fines de 2013, cotiza en la bolsa de valores local. Es la mayor empresa láctea en México, controlando el 45.8 por ciento del mercado (Arteaga, 2013).

¹⁵ Sostienen, sin proporcionar pruebas, el que probablemente está adulterada con agua. A juicio de los autores, Mezquital y Tulancingo son las mejores para zonas para procesamiento industrial.

Santa Clara, empresa originalmente fundada en 1924 en la ciudad de Pachuca, operaba como productora además de compradora de leche. Adicional a la pasteurización y fabricación de derivados, desarrollaron una cadena de tiendas y heladerías ad hoc en diversas entidades federativas. Esta empresa fue comprada en 2012 por una transnacional de refrescos y bebidas.¹⁶

2.2. Participación estatal

En el año 2000 se establece la Comisión de Atención a la Problemática Lechera del Estado de Hidalgo. Con este antecedente, en 2003 se constituye la Comisión Nacional de la Leche en el estado de Hidalgo, como un organismo público descentralizado de la entonces Secretaría de Desarrollo Agropecuario de la entidad. Su objetivo formal es fomentar la inversión productiva promoviendo la capitalización constante del sector empresarial.

Una acción directa en el proceso, es la organización y proporción del servicio de clasificación de la leche y sus derivados (Artículo 4, Inciso II). Dicha operación busca garantizar un objetivo técnico:

“Operar el Servicio Estatal de clasificación de la leche y sus derivados, a fin de que su producción, transporte, pasteurización, industrialización y distribución, se realice dentro de las normas sanitarias y nutricionales estipuladas en el ‘Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios’ y demás normatividad aplicable a la cadena del Sistema Producto-Leche.” (Artículo III, Inciso III).

Por otra parte, lo anterior es precedido por un contundente objeto económico, vinculado con el fortalecimiento de la planta productiva existente en las diversas fases de producción:

“Gestionar e implementar las medidas económicas, técnicas y jurídicas que propicien la rentabilidad financiera de todas las etapas de producción, industrialización y comercialización de la leche para consumo humano e industrial (Artículo III Inciso II).”

Con relación al cumplimiento de este último objeto, la referida Comisión Estatal de la Leche se establece para participar en la comercialización del lácteo, con el establecimiento de nueve unidades productoras. Operando 23 centros de acopio en la cuenca de Ixmiquilpan y 15 en el Valle de Tulancingo cuenta además con tractocamión y pipas. El destino de la venta de la leche de la referida comisión estatal son los pequeños y medianos productores de queso

¹⁶ Adquisición llevada a cabo por Industria Mexicana de Coca-Cola, en asociación con las dos mayores embotelladoras locales i.e., Fomento Económico Mexicano (Femsa) y Arca Continental. Esta incursión fuera de Estados Unidos tienen como antecedente, por ejemplo, la participación mayoritaria de PepsiCo en Wimm-Bill-Dann en 2010, operando más de dos docenas de plantas procesadoras en Rusia y una filial de esta última en Holanda. Véase: http://www.pepsico.com/docs/album/annual-reports/PepsiCo_Annual_Report_2010_Full_Annual_Report.pdf. Por otra parte, Nestlé México opera técnicamente como procesadora del lácteo sin producir leche. Busca operar como monoposonio en diversas regiones del país bajo un esquema de agricultura de contrato, de acuerdo a Álvarez Macías, Barajas Gómez y Montaña (1997).

en el propio estado de Hidalgo, así como Liconsa. Por otra parte, la referida comisión lleva a cabo análisis para la calidad de la leche, en coordinación con la Unión Ganadera Regional de Hidalgo en donde opera el Laboratorio Estatal de Constatación de la Leche.¹⁷

En cuanto a las atribuciones de la referida comisión para el cumplimiento de su objeto, en el documento inicial, se afirma:

“III.- Vigilar que los precios que están sujetos a la oferta y la demanda, garanticen la autosuficiencia económica de dicho servicio (Artículo IV, Inciso 3)”;

En POEH (2012), la atribución del referido inciso queda sustituido por el de:

“III. Mantener actualizados los precios (sic) que están sujetos a la oferta y demanda, garanticen la autosuficiencia económica de dicho servicio (Artículo IV, Inciso 3)”.

Por ende, se estipula, como mandato, la acción ejecutiva de actualizar los precios, mientras que en la versión previa sugiere una acción pasiva de vigilante.¹⁸

Hoy día, la Dirección General de Fomento Lechero, dependiente de la actual Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del estado de Hidalgo,¹⁹ viene a fungir como entidad acopiadora de leche en los centros correspondientes, en vinculación con el abasto social de leche, abordado en los párrafos siguientes. Como función colateral, promueve la inocuidad, además de proporcionar asesoría técnica a productores de leche.

Ahora bien, si los precios están sujetos a la oferta y demanda, no se entiende la razón de ser de la comisión en tanto agente regulador. Más aún, tampoco se explica de qué manera, al estar dichos precios sujetos a la oferta y a la demanda, garanticen la autosuficiencia económica de dicha actividad productiva. Adicionalmente, la producción de leche no es un servicio, pues se trata de la producción de un artículo tangible.

Si la referida comisión en su función de garantizar la autosuficiencia económica de la producción de leche actualiza precios, estará desarrollando una función reguladora de la propia oferta y demanda. Con esta acción, ya no permitirá que operen las fuerzas del mercado a su libre arbitrio. Por oposición, si se ciñe a dichas fuerzas, perderá su razón de ser. En síntesis, no se podría regular el mercado de la leche y al mismo tiempo sujetarse a la oferta y demanda del lácteo.

A nivel nacional, el gobierno federal tradicionalmente reconstituye la leche en polvo descremada para su distribución a grupos de bajos ingresos (FAS, 2015).²⁰ Lo anterior, además de adquirir leche sin pasteurizar internamente. Lo anterior lo lleva a cabo el gobierno bajo la denominación Leche Industrializada CONASUPO (Liconsa). Su precio conlleva un subsidio focalizado. Dicha empresa pública opera en las 32 entidades federativas de México,

¹⁷ Análisis de células somáticas, cantidad de grasa-proteína, sólidos totales y presencia de inhibidores (residuos de sustancias antibacterianas ante tratamiento de padecimientos infecciosos).

¹⁸ Lo anterior, independientemente de revisar la sintaxis de esta última versión.

¹⁹ Previamente denominada Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

²⁰ Adicionalmente, es utilizado en la elaboración de productos procesados de alto valor agregado, demandados por los fabricantes de diversos productos lácteos.

operando 10 plantas procesadoras y/o rehidratadoras, además de recurrir a la maquila. La referida leche se distribuye en puntos de venta autorizados por la propia empresa.

El origen de Liconsa se retrotrae a 1944 con un primer expendio de leche propiedad de Nacional Distribuidora y Reguladora, S.A. de C.V. (NADYRSA), iniciando así el Programa de Abasto Social de Leche (PASL). Seis años después, la Compañía Exportadora de Importadora, S.A. (CEIMSA), asume formalmente las funciones de distribución y venta de leche importada, si bien su existencia data de 1937. En 1961, se establece la Compañía Rehidratadora de Leche CEIMSA. A la postre, en 1995 se establece la empresa Liconsa, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Social, hoy Secretaría del Bienestar.

Posterior a alcanzar la autosuficiencia en la producción de leche polvo para el abasto social por parte de Liconsa, se reanudan las importaciones por el gobierno federal. Dichas importaciones vuelven a constituir una fuente complementaria de abasto para el gobierno, adicional a la compra interna de leche a productores locales.

En 2019 se establece Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX), buscando rehabilitar parcialmente las actividades de CONASUPO en el otorgamiento de precios de garantía. Se concentra en cuatro productos agrícolas, además de leche. Sus operaciones están dirigidas a pequeños y medianos productores.²¹ De acuerdo a las reglas de operación vigentes, existe un tope de 21,000 y de 105,000 litros semanales, respectivamente.²² Considerando el rendimiento de leche de acuerdo al inventario ganadero de leche para el estado, un pequeño productor promedio en el estado de Hidalgo requeriría 517 cabezas de ganado lechero para alcanzar el límite superior de producción semanal estipulado. La clasificación de mediano productor conllevaría la explotación de 2,586 cabezas para cubrir el máximo de entrega estatal estipulado (Anexo A.2).

2.3. Desarrollo técnico de la producción: alternativas plausibles

Tanto Cuevas Reyes et al. (2007) como Romero Santillán et al. (2009) subrayan aquellos aspectos en los cuales encontraron deficiencias en la producción de leche en el estado de Hidalgo: i) calidad e inocuidad en el producto, deficiente procesamiento de alimentos, ii) manejo y almacenamiento de forrajes; iii) manejo sanitario de hato; iv) nutrición; v) mejoramiento genético; vi) tratamiento y reciclaje de residuos, vii) reproducción de bovinos lecheros y viii) deficiente control administrativo, entre otros.

Existe una serie de elementos de biotecnología cuyo desarrollo en México ha sido señalado como insuficiente. Es el caso de: i) inseminación artificial; ii) trasplante de embriones, iii) recolección de ovocitos, así como maduración y fecundación in vitro, e incluso iv) clonación; esta última utilizada para multiplicar animales fundadores transgénicos (Secretaría de Economía, 2012).

²¹ La leche se encuentra dentro de los presuntos actos de corrupción e irregularidades cometidos por Segalmex de acuerdo a la Auditoría Superior de la Federación, se encuentra la leche: <https://politica.expansion.mx/mexico/2023/06/29/caso-segalmex-fraude>.

²² https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5676231&fecha=30/12/2022#gsc.tab=0

2.4. Alfalfa: forraje estatal preponderante

En términos de forraje para la producción de leche, la alfalfa ocupa un nicho singular, debido al alto nivel de proteína cruda. En un segundo plano de importancia forrajera, está el sorgo, maíz ensilado y la avena. El rye grass ocupa un lugar sucesivo en importancia. Adicionalmente, se utiliza remolacha forrajera, además de pastos y de pastas oleaginosas.²³ Estos componentes son característicos de un sistema lechero especializado. Por otra parte, el uso del trigo, el trébol y la cebada fueron marginales (Cienfuegos, Ruiz, Valencia et al., 2001, citado en Améndola et al., 2005) A continuación, se hace referencia a la alfalfa dado su uso generalizado en Hidalgo así como las capacidades productivas locales.

La alfalfa es un cultivo perenne, cultivado fundamentalmente bajo riego. Durante 2022, en el estado de Hidalgo se cosecharon 4.5 millones de toneladas, precedido por Chihuahua (8.5 millones de toneladas). En orden de importancia siguen Sonora (3.6 millones de toneladas); Baja California (3.2 millones de toneladas), Durango (3.0 millones de toneladas); San Luis Potosí (1.8 millones de toneladas, y tanto Coahuila como Puebla (1.8 millones de toneladas). Con el abastecimiento de agua residual, el estado de Hidalgo dispone de una sustentabilidad hidrológica singular (FAS, 2003), frente al resto de entidades productoras del forraje.

Dentro de las variedades sembradas de alfalfa predominan: San Miguel, Aragón, Atlixco, Moapa y CUF 101. En el estado de Hidalgo, la alfalfa se procesa en cuatro presentaciones: i) henificada en pacas de 35 kg.; ii) en manojos de 1.5 kg. en verde; iii) en “greña” (alfalfa seca no empacada), generalmente para autoconsumo y iv) una pequeña cantidad que se envía para ensilar, previa trituración.

Con 44.0 mil hectáreas cosechadas en 2022 de alfalfa, el estado de Hidalgo alcanzó un rendimiento de 102.0 toneladas por hectárea, superando la media nacional (89. toneladas por hectárea). No obstante el considerable rendimiento antes referido, Sagarpa et al. (2011a) reporta una serie de inadecuaciones en cuanto a la producción de alfalfa en Hidalgo, al analizar la correspondiente cadena productiva. Por ejemplo, plantea un retraso tecnológico, fertilización inadecuada y baja aplicación de maquinaria. La caracterización cualitativa de estas insuficiencias contrasta con el satisfactorio rendimiento que el estado de Hidalgo en su conjunto logra en la producción de este forraje. Por otra parte, se examina la cadena productiva referida a alfalfa, y de manera independiente, de bovinos productores de leche quienes a su vez son considerados en cuanto a cadena.²⁴

Las observaciones de los productores de alfalfa giran en torno a tres cuestiones. La primera se refiere a falta de experimentación agrícola para establecer variedades ad hoc para la región. La segunda, se refiere a la falta de integración de la cadena alfalfa y a la demanda del forraje para productores de leche y carne. Con referencia a Flores Mendiola et al. (2006), Cuevas Reyes et al. (2007), la Comisión Estatal de la Leche no comercializa insumos para la producción primaria de la leche de bovino. Este podría ser un renglón fundamental para la regulación de la producción de leche, así como del mercado de alfalfa, considerando el papel de este forraje en el alimento de vacas lecheras.

²³ Estas últimas básicamente son parte de la dieta de aves tanto para carne como para postura de huevo, además del ganado porcino.

²⁴ Éstos se consignan bajo la denominación de consumidores finales del forraje (p. 61).

La tercera observación de los productores de alfalfa es la ausencia de crédito agrícola para productores de subsistencia y de transición. Tradicionalmente, la banca de desarrollo destinada al sector agrícola, ha tenido una cobertura parcial, por lo cual los productores se forzados a recurrir al crédito informal en el sector, con tasas de interés y condiciones onerosas. Por añadidura, en mayo de 2023 desaparece la Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND).

Continuando con la referencia al crédito, si bien permanecen en funciones los Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), dependiente del banco central, tiene una naturaleza diferente. Constituye una banca de fomento operando indirectamente con productores agrícolas, en tanto banca de segundo piso. Se constituye en garante de los créditos otorgados, donde la banca privada funge como intermediaria. Esta última lleva a cabo la ministración y cobro de créditos con fondos públicos proporcionados por el propio banco central a tasas de interés inferiores a las prevalecientes en el mercado. Este fondo está orientado a garantizar crédito agropecuario a productores medianos, previamente calificados en función de los activos y capacidad de pago con la que cuentan. En consecuencia, el crédito agrícola, particularmente para los pequeños productores es una asignatura pendiente del estado, considerando su función de fomento a la producción tanto agrícola como pecuaria.

3. Relaciones económicas en la producción de leche

En la presente sección se analiza gráficamente el diverso papel que puede desempeñar el precio de la leche en el estado de Hidalgo, con relación a variables económicas selectas. En primer término, se examina una relación inversa entre la producción de leche con respecto a los precios imperantes, estos últimos con un año de rezago. Posteriormente, se considera el paralelismo entre el descenso del precio de alfalfa y leche, este último con un periodo de rezago. Posteriormente, se expone la relación inversa entre el precio de alfalfa y leche, donde este último se presenta con dos periodos de rezago. Posteriormente, se contrasta el precio de alfalfa en el estado de Hidalgo, con respecto al correspondiente a nivel nacional, observándose una brecha con respecto al propio estado de Hidalgo. Finalmente, se establece una relación entre producción de leche y el tamaño del hato ganadero para el estado de Hidalgo, comparado con México.

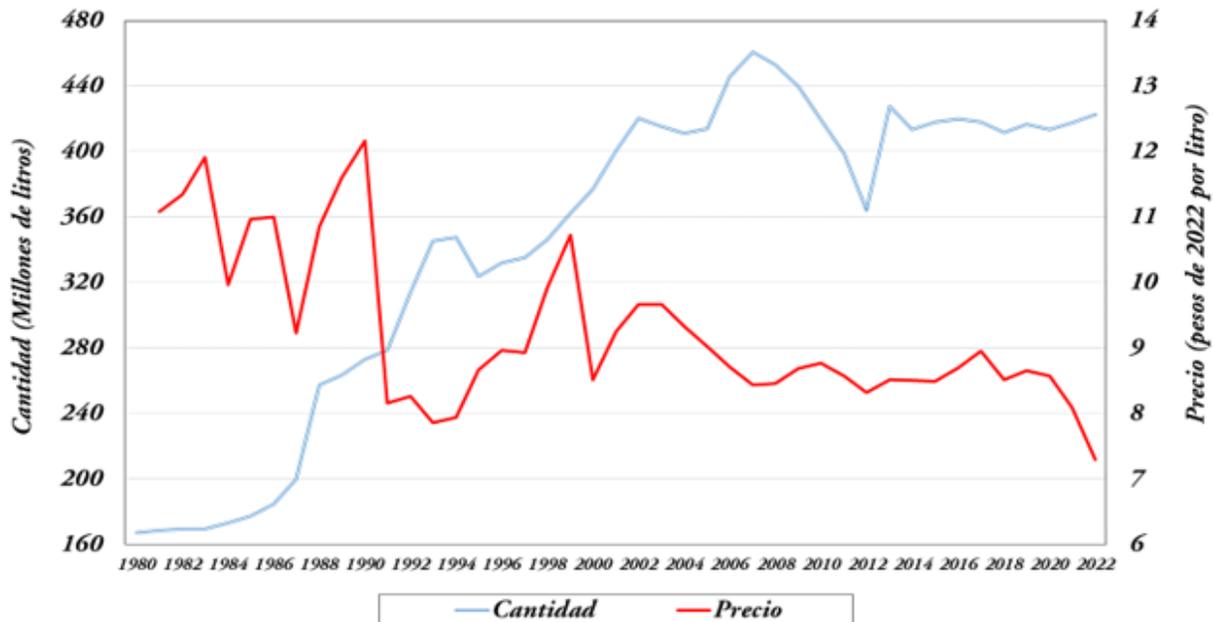
3.1. Precio y cantidad de leche

La producción de leche de bovino en el estado de Hidalgo creció hasta el año 2007. En 1988 pierde el impulso asintótico que previamente describió (Gráfica 1). En 1993 registra un descenso en su crecimiento para contraerse en 1994 y 1995, coincidente con la recesión económica. De 2002 a 2005 vuelve a contraerse. En 2012 regresa a niveles de 1999. De 2014 a la fecha, la producción de leche se estabiliza entre 411.7 y 423.0 millones de litros. Considerando el primer periodo en su conjunto, de un nivel de 167.0 millones de litros en 1980, llegó a 453.0 millones de litros en 2014, expandiéndose 2.7 veces en dicho periodo

En cuanto a precios de la leche, si bien se observa una tendencia decreciente en el largo plazo, se detectan fluctuaciones sustanciales. Se distinguen dos periodos de

contracción. En 1981 registra 11.08 pesos por litro, para descender a 7.86 pesos por litro en 1993. Dicha reducción representó una caída de 29% en su precio. Repunta para alcanzar 10.72 en 1999, iniciando un segundo periodo de contracción hasta 7.30 pesos en 2022. En este último periodo se observa una estabilización entre 2007 y 2020, con fluctuaciones en los precios de entre 8.30 y 8.95 pesos por litro. No obstante la caída en el precio durante los dos últimos años, el nivel de producción no solo se ha sostenido, sino que refleja un modesto repunte.

Gráfica 1. Hidalgo. Leche. Cantidad y precio*. 1981-2022
(Millones de litros y pesos de 2022 por litro)



Nota: * rezagado un año.

Fuente: Estimado con base en Inegi y SIAP.

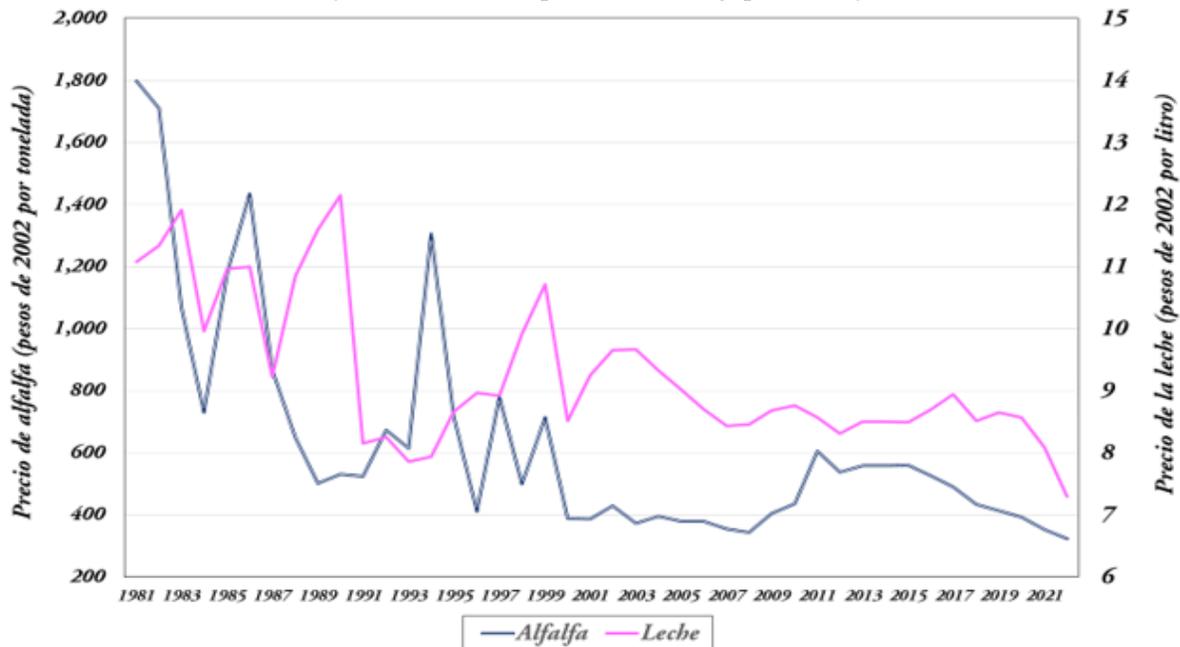
En la Gráfica 1 destaca la capacidad en el estado de Hidalgo de elevar la producción de leche de bovino para los años 1982 a 2008. En dicho periodo, la producción se elevó a una tasa anual acumulativa de 1.6%, mientras que el precio descendió a un ritmo de 1.0% anual. Una alternativa para dar una explicación a este proceso radica en examinar el costo de una materia prima clave, como lo es la alfalfa.

3.2. Precio de alfalfa y leche

El vincular la alfalfa con la leche tiene el propósito de adentrarse en la cadena agroalimentaria. Esto es por demás conveniente para conocer las características de los procesos de producción.²⁵ Para el productor de lácteos, la alfalfa se convierte en un forraje clave para la alimentación de ganado lechero estabulado.

²⁵ En Cuevas Reyes et al. (2007), constituyendo un análisis de la cadena agroalimentaria de la leche en el estado de Hidalgo, no se aborda el análisis de forrajes para bovino de leche.

Gráfica 2. Hidalgo. Precio de la alfalfa y de la leche de bovino. 1981-2022
(Pesos de 2022 por tonelada y por litro)



Fuente: Estimado con base en SIAP.

Cuando se comparan los precios de la leche con los de la alfalfa dentro del periodo 1981-2022, se observa una concomitancia. El precio de la alfalfa llegó a reducirse a 412 pesos por tonelada en 1996 (Gráfica 2). Del año 2000 a 2010 inclusive, el precio de la alfalfa se mantiene sobre los 400 pesos por tonelada. Es hasta 2011 cuando ha rebasado los 605 pesos por tonelada, para volver a descender de nuevo en 2015 hasta alcanzar 324 pesos en 2022.

El promedio de precios para alfalfa en los años considerados es de 637 pesos por tonelada. En cuanto a los repuntes en el precio de la alfalfa, estos son la respuesta a algunas devaluaciones. Este es el caso para el año de 1986, así como para 1994. Al comparar la volatilidad de ambos productos, la alfalfa supera sustancialmente a la leche de bovino.²⁶ Esto obedece a la reducción sustancial del precio de la alfalfa durante el periodo en su conjunto, comparado con el de la leche.

Es posible que una parte sustancial de la producción de alfalfa no pasa por el mercado. Es decir, que el productor de leche siembre la alfalfa como forraje para uso propio, sea en tanto propietario de tierra para siembra de forraje o por que la ha tomado en alquiler. En este caso, el precio de la alfalfa constituiría una unidad de cuenta, sin que se llevara a cabo transacción alguna.

3.3. Precio de la leche y rendimiento de alfalfa

En el abatimiento de los precios de la alfalfa antes referido, se espera que incida en el rendimiento físico. De 1980 a 1992, en el estado de Hidalgo se obtuvieron 75.3 toneladas por

²⁶ El coeficiente de variación de la primera alcanza 0.57, mientras que en la leche fue de 0.13.

hectárea, con altibajos considerables, descendiendo hasta 58 toneladas en 1992 y 64.7 en 1988 (Gráfica 3). Asimismo, se alcanza un repunte de 90.5 toneladas por hectárea, en 1990. De 2000 a 2022, se estabiliza con promedio de 99 toneladas por hectárea, con máximos de 105.5 toneladas por hectárea en 2007 y mínimos de 84.5 toneladas por hectárea en 2014.

Gráfica 3. Hidalgo. Rendimiento de la alfalfa y precio de la leche. 1981-2022. (Toneladas/hectárea y pesos de 2022 por litro)



Fuente: Estimado con base en Inegi y SIAP.

Al comparar el rendimiento físico de alfalfa con el precio de la leche, la gráfica sugiere una relación inversa entre ambas variables. En 1992 se registran 58 toneladas por hectárea y 7.86 pesos por litro de leche. En 2008, se obtienen 105 toneladas por hectárea de alfalfa y 8.46 pesos por litro en el precio del lácteo.

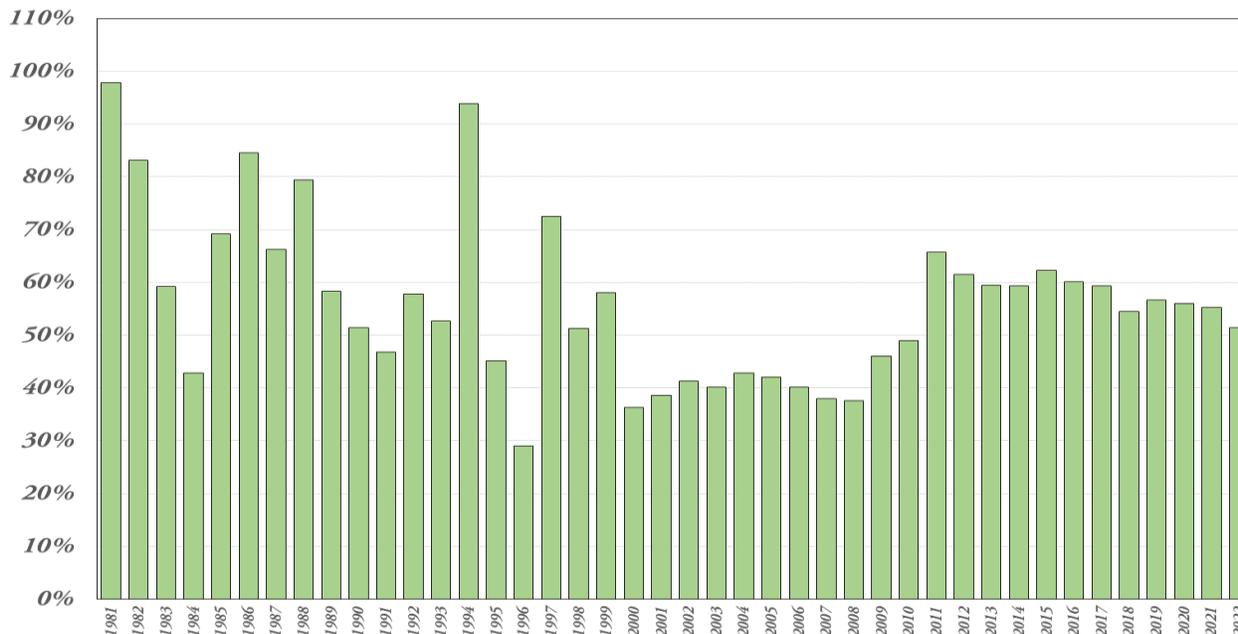
La expresión gráfica plantea que ha sido posible incrementar el rendimiento físico de la alfalfa, no obstante una disminución en el precio de la leche. Se podría conjeturar que un recurso ante el abatimiento de precios de la leche de bovino, ha sido el mejorar sustancialmente el rendimiento físico obtenido por el forraje alfalfa.

El esquema anterior supondría incluso un control del desempeño productivo de alfalfa por parte de los productores de leche. Esto cobraría plausibilidad en la medida en que los productores de leche fueran a su vez, de alfalfa, por una parte. Por la otra, es congruente una elevación del rendimiento físico, mostrado por los datos. El desempeño descrito plantea que ha sido posible incrementar el tonelaje por hectárea, elevándose de cerca de 78.7 toneladas por hectárea de 1981 a 2000, promediando 99 ton/ha de 2001 a 2022.

3.4. Precio de alfalfa en el estado de Hidalgo vs. México

El diferencial antes referido, si bien constituye una ventaja para los productores de leche como tales, refleja dos cuestiones. Por una parte, la situación deletérea en que aparecen los productores de alfalfa en tanto vendedores de su producto. Dichos productores reciben un precio menor al que obtendrían en regiones alternas.

Gráfica 4. Precio de alfalfa. Hidalgo vs. México. 1981-2022 (porcentaje)



Fuente: Inegi y SIAP.

Por otra parte, sugiere la existencia de una estructura comercial reprimiendo regularmente al productor de alfalfa en el propio estado de Hidalgo. Lo anterior, bajo el supuesto de homogeneidad en cuanto a la calidad de esta leguminosa con la obtenida en otras regiones del país.

Un beneficio adicional que presenta el estado de Hidalgo en la producción de leche es el bajo precio de la alfalfa local en comparación con el resto del país. Este rezago constituiría una ventaja comparativa para los productores de leche en la entidad, al pagar, en caso de tener que comprarla, menores precios por la leguminosa.

Durante el periodo 1981 a 2020, en ningún año el precio de la alfalfa en el estado de Hidalgo ha alcanzado el promedio en México. Para el periodo de 1980 a 2014, el precio de la alfalfa en Hidalgo representó un 56.5 por ciento del correspondiente a nivel nacional, con una mediana de 52.7 por ciento. El periodo de 1981 a 1999 se caracteriza por mostrar altibajos sustanciales. El promedio es de 63.1%. Si bien registra niveles de 97.8% en 1981 y de 93.9 en 1994, en 1984 desciende a 42.8% e incluso a 29% en 1996. Para el periodo 2000 a 2008, el precio promedio de la alfalfa en Hidalgo es de 39.7%, representando recurrentemente el mayor rezago con respecto al precio a nivel nacional. Para el periodo 2009 a 2022, el precio de la tonelada de alfalfa en Hidalgo con relación al precio a nivel nacional es de 59.6%, con una tendencia a aumentar el diferencial.

Es posible que el diferencial de precio antes referido sea apropiado en la cadena de producción en la intermediación mercantil, después de cubrir los costos de flete en tanto se vendiera fuera de la entidad, o después de ser comprado por los ganaderos locales. La Comisión Estatal de la Leche puede analizar con detenimiento estas irregularidades de mercado y encontrar una posible solución, en aras de la producción económicamente sostenible de alfalfa, puntal de la producción del lácteo.

Conclusiones

No obstante la competencia a la que se ha visto expuesto el país con la liberación de importaciones y precio de la leche, el estado de Hidalgo muestra un desempeño destacado. La producción ha aumentado sustancialmente, al tiempo que el precio de la leche sin pasteurizar muestra una tendencia a la baja, considerando el periodo de 1980 a 2014. La producción de leche de bovino en el estado de Hidalgo constituye la actividad pecuaria más importante en términos de valor de la producción, seguida por las granjas avícolas para producción de pollo de engorda.

La producción se concentra en tres regiones ubicadas en la fracción sur del estado: las cuencas de Ixmiquilpan y Tizayuca, además del Valle de Tulancingo. Una ventaja en el desarrollo de esta actividad radica en las extensiones de tierra irrigadas con los distritos de riego 003 (Tula), 100 (Alfajayucan) y 112 (Alfajayucan). Los derechos de uso de agua adquiridos por el valle del Mezquital garantizan la sustentabilidad hídrica en dicha región. Con dichas aguas, es posible regar amplias zonas de alfalfa, forraje por excelencia en la producción de leche.

Sin que se disponga de ponderadores para el estado de Hidalgo, en la referida región ubicada en el altiplano central de México con un clima templado, predominan establos de producción intensiva. El ganado preponderante es de raza Holstein. En las zonas de la Huasteca Hidalguense, se practica la ganadería de doble propósito, con bajo nivel tecnológico.

En la comercialización de la leche aflora una asimetría entre el reducido número de compradores con relación a los productores. Lo anterior, por lo que se refiere al ámbito privado. A nivel estatal, el gobierno local interviene directamente en la compra del lácteo, a través de la Comisión Estatal de la Leche. Esta cuenta con infraestructura propia para acopiar y procesar la leche. Esta se destina a productores de queso, así como a Liconsa, agencia federal encargada de vender leche subsidiada a grupos focalizados internamente.

Se considera que existen una serie de elementos biotecnológicos a implantar de manera generalizada, con el fin de aumentar la productividad en la producción lechera. Se tiene la premisa fundamental para el desarrollo del lácteo, con una producción de alfalfa que registra un satisfactorio nivel de rendimiento, al compararse con el desempeño nacional.

Cuando se examinan las relaciones económicas vinculadas a la producción del lácteo en el estado de Hidalgo para el periodo 1980-2022, el precio de la leche juega un papel fundamental. A pesar del descenso de este último, la producción ha crecido de manera sustancial. Asimismo, se observa que el descenso en el precio de la leche ha sido concomitante con reducciones aún mayores en el precio de la alfalfa. En consecuencia, el papel de la alfalfa estaría constituyendo un determinante en la producción de leche de

bovino. A su vez, el precio del referido forraje sugiere una relación inversa con respecto al precio de la leche. Adicionalmente, el precio de la alfalfa en el estado de Hidalgo permanece sistemáticamente por debajo del precio a nivel nacional. Si bien constituye una ventaja para los productores del lácteo que tienen que ocurrir al mercado, plantea la existencia de estructuras de mercado con insuficiente competencia.

Referencias

- Álvarez Macías, A.G., Barajas Gómez, V.B. y Montaña, E.** (1997). “La reorganización del sistema lechero por la Nestlé en La Fraylesca, Chiapas”, Comercio Exterior, México 47(12), pp. 947-954.
- Améndola, R., Castillo, E. y Martínez, P.A.** (2005). Perfiles por país del recurso pastura/forraje, Roma, Food and Agriculture Organization, disponible en: <https://docplayer.es/23231786-Perfiles-por-pais-del-recurso-pastura-forraje-mexico-por-ricardo-amendola-epigmenio-castillo-pedro-a-martinez.html> [julio 3, 2023].
- Arteaga, J.R.** (2013). “Se aproxima la batalla de la leche”, Forbes México, junio 25, disponible en: <http://www.forbes.com.mx/se-aproxima-la-batalla-de-la-leche/> [julio 3, 2023].
- Burstein, J.** (2007). U.S.-Mexico agricultural trade and rural poverty in Mexico. Washington: Woodrow Wilson International Center for Scholars, abril 13, disponible en: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Mexico_Agriculture_rpt_English1.pdf [mayo 11, 2023].
- Cervantes Escoto, F., Cesín Vargas, A. y Mamani Oño, I.** (2013). “La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México, Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4(1), pp. 75-86, disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v4n1/v4n1a6.pdf> [mayo 11, 2023].
- Cienfuegos, R.E., Ruiz, F.J., Valencia, M., Castañeda, E. y Herrera, J.G.** (2001). “Diagnóstico fenotípico del sistema de producción de leche con ganado Holstein en México. II. Manejo nutricional”, AMPA XIX Reunión Anual, Ciudad Victoria, Tamaulipas, pp. 371-374.
- Cuevas Reyes, V., Espinosa García, J.A., Moctezuma López, G., Romero Santillán, F., Jolalpa Barrera, J.L., Velez Izquierdo, A., y Vázquez Gómez, R.**, (2007), La cadena agroalimentaria de leche de vaca en el estado de Hidalgo: Diagnóstico y prospección al año 2020, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, y Fundación Hidalgo Produce A.C., disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282252758_La_cadena_Agroalimentaria_de_leche_de_vaca_en_el_estado_de_Hidalgo_diagnostico_y_prospeccion_al_ano_2020#fullTextFileContent, [julio 3, 2023]
- DOF** (2023). Decreto por el cual se extingue el organismo público descentralizado denominado Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero, y se abroga su ley orgánica. México: Diario Oficial de la Federación, disponible en:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5690272&fecha=29/05/2023#sc.tab=0 [julio 3, 2023].

- Downs, T.J., Cifuentes-García, E. y Suffet, I.M.** (1999). "Risk screening for exposure to groundwater pollution in a wastewater irrigation district of the Mexico City region", *Environmental Health Perspectives* 107(7), pp. 553-561, julio, disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1566683/> [julio 3, 2023].
- FAS** (2003). Mexico: Hidalgo state little recognized, Production Estimates and Crop Assessment Division, United States Department of Agriculture, Washington, Foreign Agricultural Service. Octubre 20 disponible en: http://web.archive.org/web/20121018232320/http://www.fas.usda.gov/pecad2/highlights/2002/06/hidalgo_0602/index.htm [julio 3, 2023].
- FAS** (2022). Dairy: world markets and trade, United States Department of Agriculture, Washington, Foreign Agricultural Service, diciembre, disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf> [julio 3, 2023].
- Fidler, A.P. y VanDevender, K.** (s/f). "Heat stress in dairy cattle (FSA 3040)", Agriculture and Natural Resources, Little Rock, University of Arkansas (sin fecha), disponible en: <https://www.uaex.uada.edu/publications/pdf/fsa-3040.pdf> [julio 3, 2023].
- Flores Mendiola, A.B., Cuevas Reyes, V., Romero Santillán, F., Espinosa García, J.A., Alejandra Vélez Izquierdo, Jolalpa Barrera, J.L. y Vázquez Gómez, R.** (2006). "Organización de productores para la Comercialización de Leche en la Cadena Productiva de Leche de Vaca en el Estado de Hidalgo", en V.B.A. Cavalloti, et al., *Ganadería, Desarrollo Sustentable y Combate a la Pobreza. Los Grandes Retos*, México, Universidad Autónoma Chapingo, CIAD, ALASRU y CIESTAAM.
- FSA** (2004). "Milk Price Support Program". Farm Service Agency, Washington: United States Department of Agriculture, julio, disponible en: https://www.fsa.usda.gov/Internet/FSA_File/mpsp04.pdf [julio 3, 2023].
- GBC Group** (2016). The cattle industry in Mexico, México: Global Biotech Consulting Group
- Gómez Cruz, M.Á.** (1983). "La Nestlé en Tabasco", *Geografía Agrícola* 4, pp. 29-59.
- Greene, J.L.** (2019). "Dairy Provisions in USMCA", In Focus 11149, Washington: Congressional Research Service, disponible en: <https://sgp.fas.org/crs/row/IF11149.pdf> [julio 3, 2023].
- Mireles, A., C. Solís, E. Andrade, M. Lagunas-Solar, C. Piña y Flocchini, R.G.** (2004). "Heavy metal accumulation in plants and soil irrigated with wastewater from Mexico City", *Proceedings of the Sixteenth International Conference on Ion Beam Analysis. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section B. Beam Interactions with Materials and Atoms*, volúmenes 219-220, pp. 187-190, junio.
- Münch Galindo, G.** (1994). *Etnología del istmo veracruzano*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Muñoz Rodríguez, M.** (1990). "Límites y potencialidades del sistema de la leche en México", *Comercio Exterior*, 40(9), pp. 886-893, disponible en:

<http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/166/11/RCE11.pdf> [julio 3, 2023].

Nicholson, C.F. (1997). Trade liberalization and Mexico's dairy sector: A spatial economic analysis, Ponencia presentada en la American Agricultural Economics Association, julio 27-30.

Ontiveros-Capurata, R.E., Diakite-Diakite, L., Álvarez-Sánchez M.E. y Coras-Merino, P.M. (2013). "Evaluación de aguas residuales de la Ciudad de México utilizadas para riego", *Tecnología y Ciencias del Agua* 4(4), pp. 127-140, disponible en: <http://revistatyc.a.org.mx/index.php/tyca/article/view/3662/2565> [julio 3, 2023].

POEH (2012). Decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones del decreto que modifica diversas disposiciones del diverso que creó a la Comisión Estatal de la Leche. Publicado en el Periódico Oficial del Estado el 02 de Agosto de 2010. Pachuca: Periódico Oficial del Estado de Hidalgo. Agosto 8, 2012, disponible en: <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/NormatecaE/Archivos/archivo6065.pdf> [julio 3, 2023].

Pomeón, T., Boucher, F., Cervantes, F., y Fournier, S. (2006). "Las dinámicas colectivas en dos cuencas lecheras mexicanas: Tlaxco, Tlaxcala y Tizayuca, Hidalgo", *Agroalimentaria* 22, enero-junio: pp. 49-64.

Romero Santillán, F., Espinosa García, J.A., Cuevas Reyes, V., Moctezuma López, G. y Jolalpa Barrera, J.L. (2009). "Demandas tecnológicas para mejorar la competitividad de la cadena agroalimentaria de leche en el estado de Hidalgo", *Revista Mexicana de Agronegocios*, 13(24), pp. 774-787, disponible en: https://www.researchgate.net/publication/46535827_Demandas_Tecnologicas_y_d_e_Politica_para_mejorar_la_Competitividad_de_la_Cadena_Agroalimentaria_de_Leche_e_n_el_Estado_de_Hidalgo#fullTextFileContent [julio 3, 2023].

Sagarpa (2011a). Resultados del estudio de diagnóstico sectorial en el estado de Hidalgo 2010, México y Pachuca: Secretaría Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Gobierno del Estado de Hidalgo. Marzo, 2011a, disponible en: <http://docencia.uaeh.edu.mx/estudios-pertinencia/docs/hidalgo-municipios/Hidalgo-Resultados-De-Informe-Final-Diagnostico-Sectorial-Del-Estado-SAGARPA-2010.pdf> [julio 3, 2023].

Sagarpa (2011b) Agenda de innovación tecnológica del estado de Hidalgo, México y Pachuca, Secretaría Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Fundación Hidalgo Produce, 2011b, disponible en: <https://docplayer.es/39953515-Agenda-de-innovacion-tecnologica-del-estado-de-hidalgo.html> [julio 3, 2023].

Secretaría de Economía (2012). Análisis del sector lácteo en México. Dirección de Industrias Básicas. Secretaría de Economía, marzo, 2012, disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf [julio 3, 2023].

- Shoshani, E. y Hetzroni, A.** (2013). "Optimal barn characteristics for high-yielding Holstein cows as derived by a new heat-stress model", *Animal* 7(1), pp. 176-82. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001085>.
- Tillie, P. y Cervantes Escoto, F.** (2008), "Los productores de leche y las políticas públicas durante el periodo de transición del TLCAN", *Comercio Exterior* 58(6), pp. 451-464, disponible en: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/116/4/RCE4.pdf> [julio 3, 2023].

Anexo A

A.1. Región de Ixmiquilpan. Municipios integrantes:

1. Actopan, 2. Ajacuba, 3. Alfajayucan, 4. Atitalaquia, 5. Atotonilco de Tula, 6. Chapantongo, 7. Chilcuautla, 8. El Arenal, 9. Francisco I. Madero, 10. Huichapan, 11. Ixmiquilpan, 12. Mixquiahuala de Juárez, 13. Nopala de Villagrán, 14. Progreso de Obregón, 15. San Agustín Tlaxiaca, 16. San Salvador, 17. Santiago de Anaya, 18. Tasquillo, 19. Tecozautla, 20. Tepeji del Río de Ocampo, 21. Tepetitlán, 22. Tetetango, 23. Tezontepec de Aldama, 14. Tlahuelilpan, 25. Tlaxcoapan y 26. Tula de Allende.

Anexo A.2. Rendimiento de ganado lechero según inventario ganadero

1. Producción de leche por cabeza de ganado

Entidad	Producción	Inventario	Rendimiento por cabeza		
	litros (miles)	cabezas (número)	Anual	Semanal litros	Diario
	(1)	(2)	(3) = (1)/(2)	(4) = (1)/(2)/(52)	(5) = (1)/(2)/(365)
Hidalgo	422,683	200,151.0	2,111.8	40.6	5.8
México	13,104,853	2,678,557.0	4,892.5	94.1	13.4

2. Límite superior de recepción de leche por Segalmex e inventario ganadero

Hidalgo			
Tipo de productor	Litros	Rendimiento por cabeza	Inventario cabezas
	(miles)	(litros)	(número)
	(1)	(2)	(3) = (1)/(2)
Pequeño	21,000	40.6	517
Mediano	105,000	40.6	2,586
México			
Pequeño	21,000	94.1	223
Mediano	105,000	94.1	1,116

Fuente: Estimado con base en SIAP.