

UNIVERSIDAD PANAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Con estudios incorporados a la
Secretaría de Educación Pública

**“AUMENTO EN EL ABASTO MACROECONÓMICO DE
LECHE LÍQUIDA A TRAVÉS DE LA PRODUCTIVIDAD Y
LAS PRODUCCIONES EN LOS PRIMEROS ESLABONES
DENTRO DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO
MEXICANAS”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA
CADENA DE SUMINISTRO**

P R E S E N T A

FRANCISCO ELÍAS CASTRO CANAVATI

ASESOR:

LORENA ALEXANDRA BERUMEN GLINZ

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Resumen

México es un país el cual cuenta con una amplia desigualdad social. Según cifras del 2018 del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), aproximadamente un 49% de sus habitantes se encontraba en situación de pobreza y para la medición de ese mismo año, el 20.4% de su población tenía carencias por acceso a la alimentación. Para poder contribuir a hacer frente a la desigualdad social y a la lucha contra el hambre, será necesario enfocar esfuerzos en garantizar el abasto de alimentos que por sí solos sean altamente nutritivos, que aporten una buena cantidad calórica a la dieta de los mexicanos y que sean asequibles para la economía personal o familiar; tal es el caso de la leche líquida de bovino. Hoy en día, a nivel mundial y según datos publicados por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER-SIAP), México es uno de los principales países productores de leche líquida; se encuentra en el 8° lugar. Si bien es una situación de la cual, como mexicanos debemos de estar orgullosos, no es ni cerca suficiente para cumplir con la cuota social. Al año 2019, según estimaciones de la misma Secretaría, la demanda interna nacional fue de 16,095,865 miles de litros, mientras que la oferta nacional llegó a los 12,275,865 miles de litros; generando así, un déficit productivo de 3,820,000 miles de litros.

El diferencial negativo debe ser cubierto por el gobierno a través del programa social, Leche Industrializada Conasupo S.A de C.V (LICONSA). LICONSA consiste en ser un proveedor nacional de leche líquida a precios accesibles para la parte de la sociedad mexicana económicamente menos favorecida; al tener ese déficit productivo, una de las desventajas de LICONSA es que recurre a unas muy necesarias importaciones de leche en polvo, para posteriormente rehidratar la leche y así hacerla llegar a la población. El hecho de que el abasto nacional dependa de hasta en un 25% de las importaciones, pone en desventaja al país, empezando porque los recursos que se podrían destinar al fortalecimiento e inversión como pueden ser apoyos, capital, pago de sueldos y empleos en la industria lechera nacional, debe ser erogado a países terceros, contribuyendo de manera no tan positiva a las finanzas públicas.

Las entidades federativas en el país cuentan con diferentes sistemas productivos, se pueden identificar cuatro: Intensivo o especializado, semiespecializado, familiar o de doble propósito. Evidentemente, cada uno está presente en mayor o menor cantidad en los sistemas productivos lecheros estatales. Por lo anterior, los números productivos y los rendimientos en litros por bovino se ven afectados. Las claves para que México pueda alcanzar a empatar la oferta nacional con la demanda, a corto-mediano y largo plazo, son: A corto-mediano plazo, la priorización de acrecentar los inventarios bovinos de las producciones en estados que muestren altos números de rendimiento por bovino en litros, la replicación de sus formas, hábitos y costumbres de producción y para el largo plazo, la inminente y necesaria tecnificación de la industria, que ayude al productor a ser más eficiente.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Dedicatoria y agradecimientos

El siguiente trabajo es dedicado a mis padres, **Francisco Javier Castro Barrera** y **Sylvia Aurora Canavati Miguel**, por los cuales, si no hubiera sido gracias a su apoyo, educación, paciencia, guía, amor y principalmente su esfuerzo y trabajo, yo no hubiera podido tener una educación privilegiada; la cual, me ha permitido desarrollarme no sólo profesional y personalmente sino que no estaría en donde actualmente me encuentro.

Agradezco de manera vehemente el esfuerzo de ambos, a mi madre por haber sentado todas las bases, antes y después de su acaecimiento, necesarias para que hoy en día mis proyectos de vida puedan irse concluyendo poco a poco; a mi padre, agradezco las bases que me ha provisto a lo largo de la vida y que tengo por seguro, me seguirá impartiendo como medio y ayuda para que yo pueda continuar desarrollándome en la misma.

Es imperativo mencionar, con otro énfasis especial, el agradecimiento y admiración hacia mi padre, pues a pesar de los momentos difíciles vividos como el fallecimiento de mi madre, continuó la lucha sin nunca rendirse para que yo pudiera llegar hasta este punto, permitiéndome concluir mis estudios universitarios y de posgrado.

A ambos, gracias por siempre.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Índice de contenido

<i>Introducción</i>	9
<i>Hipótesis</i>	23
<i>Objetivos de la tesis</i>	23
<i>Antecedentes o estado de la cuestión</i>	24
<i>Contextualización general del comportamiento de la cadena de suministro alimentaria y de las cadenas lecheras</i>	24
<i>Comparativo de la producción y las productividades de la industria nacional vs. las internacionales</i>	30
<i>Consumo y producción de leche</i>	34
<i>Sistemas productivos actuales, sus retos y la distribución de leche</i>	41
<i>Próximos desafíos del sistema productivo especializado y de doble propósito</i>	46
<i>Inventario bovino, número de bovinos disponibles para producción de leche por entidad federativa</i>	48
<i>Metodología</i>	51
<i>Resultados obtenidos</i>	64
<i>Análisis y discusión de resultados</i>	79
<i>Conclusiones</i>	85
<i>Sugerencias para futuros trabajos</i>	88
<i>Referencias bibliográficas</i>	90

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Niveles de pobreza por entidad federativa, 2018.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2. Comparativo de los criterios utilizados para la justificación de la selección de la leche de bovino</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3. Medición del puntaje obtenido por criterio por alimento a evaluar.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4. Porcentajes de desperdicio y pérdida de leche a través de las cadenas de suministro lecheras Latinoamericanas.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5. Comparativo del número de hatos de bovinos lecheros (miles de cabezas).</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 6. Comparativo de productividad de leche de bovino por países seleccionados (toneladas/cabeza)</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 7. Comparativo de la productividad por país.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 8. Consumo aparente y per cápita de leche de bovino.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9. Producción agrícola mensual por año leche de bovino 2011-2019 (miles de litros)</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 10. Producción anual de leche de bovino por entidad federativa 2019.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11. Producción mensual de leche de bovino por entidad federativa 2019.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 12. Elaboración y envasado de leche líquida, derivados y otros productos, 2019.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 13. Regionalización de la producción de leche de bovino.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 14. Inventario Bovino para leche. Población ganadera.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 15. Cálculo de productividad lechera por bovino, por entidad federativa.....</i>	<i>55</i>

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

[Tabla 16. Resumen y comparativo del escenario de producción actual estatal contra el escenario de producción sugerido estatal.....68](#)

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Índice de Figuras

<i><u>Figura 1. Proporción porcentual de la población en pobreza por entidad federativa, 2018.....</u></i>	<i><u>13</u></i>
<i><u>Figura 2. Diagrama Ishikawa con el porqué de los cinco criterios que justifican la selección del alimento sujeto de estudio.....</u></i>	<i><u>15</u></i>
<i><u>Figura 3. Diagrama de flujo de la cadena de suministro mexicana lechera.....</u></i>	<i><u>27</u></i>
<i><u>Figura 4. Producción anual de leche de bovino por entidad federativa, 2019.....</u></i>	<i><u>38</u></i>
<i><u>Figura 5. Inventario bovino de leche por entidad federativa, 2019.....</u></i>	<i><u>50</u></i>
<i><u>Figura 6. Productividad en litros por bovino por entidad federativa.....</u></i>	<i><u>56</u></i>
<i><u>Figura 7. Resultados de ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo.....</u></i>	<i><u>64</u></i>
<i><u>Figura 8. Distribución necesaria del inventario bovino para la autosuficiencia, por entidad federativa.....</u></i>	<i><u>69</u></i>
<i><u>Figura 9. Comparativo de la distribución de inventario bovino, por entidad federativa.....</u></i>	<i><u>70</u></i>

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) (FAO, 2014) definió la pérdida de alimentos y el desperdicio de alimentos como dos conceptos separados:

Considera como desperdicio: *“El descarte o uso alternativo (no alimentario) de alimentos que son seguros y nutritivos para el consumo humano”*.

Define como pérdida: *“Cualquier alimento que se pierde en la cadena de suministro entre el productor y el mercado. Esto puede ser el resultado de problemas previos a la cosecha, como infestaciones de plagas, o problemas en la recolección, manejo, almacenamiento, empaquetado o transporte. Algunas de las causas subyacentes a la pérdida de alimentos incluyen la falta de infraestructura, mercados, mecanismos de precios o incluso la falta de marcos legales”*.

En la última mitad de siglo, la demanda de alimentos se ha triplicado y se ha llegado a un punto en el cual el consumo humano es 30% mayor a la capacidad que tiene la naturaleza de regenerar (Govindan, 2018); se estima que para el año 2050 habrá una demanda de alimentos de nueve mil millones de seres humanos (Parfitt et al., 2010). Con la información anterior, evitar el desperdicio y la pérdida de alimentos debe ser prioridad para el ser humano; en cambio, actualmente, una tercera parte de los alimentos a nivel mundial son desperdiciados o se pierden, lo que representa un total de mil trescientos millones de toneladas anuales con un aproximado de 821 millones de personas que sufren hambre a nivel mundial (FAO. 2011).

La Organización de las Naciones Unidas, dentro de la “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” y como parte del décimo segundo “Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM)”, definió la reducción del desperdicio de alimentos como la tercera de las metas a lograr para el año 2030: *“Para 2030, reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos per cápita en la venta al por menor y a nivel de los consumidores, y reducir las pérdidas de alimentos*

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

en las cadenas de producción y distribución, incluidas las pérdidas posteriores a las cosechas”. (FAO. 2014).

Las causas precursoras de la pérdida de comida en países menos desarrollados, radica principalmente en limitaciones de índole financiera, gerencial y tecnológicas encontradas en las técnicas utilizadas dentro de los procesos de cosecha, almacenamiento y de las cadenas frías, rodeados de entornos adversos como son situaciones climáticas complicadas o desfavorables, infraestructura, empaque e incluso la mercadotecnia. En estos países, una preocupación de fuerza mayor es la seguridad en los alimentos. La seguridad en los alimentos es definida por la FAO como: “Cuando toda persona en todo momento, tiene acceso tanto económico como físico a comida inocua, suficiente y nutritiva para poder satisfacer sus necesidades y preferencias con el fin de lograr una vida sana y activa” (FAO. 2011).

En México se tiene una pérdida y desperdicio de 20.4 millones de toneladas, alrededor del 37.26 por ciento de la producción mexicana y que en términos económicos se traduce en un costo de 25,000 millones de dólares. Con el desperdicio y la pérdida anterior, se podría alimentar aproximadamente a 7.4 millones de mexicanos (Forbes, 2018; CienciaMX Noticias “Agencia Informativa Conacyt”, 2018; FAO, 2015).

Urquía-Fernández expone que en el periodo 2006-2010, la pobreza alimentaria aumentó de 13.8% a 18.2%. Al mismo tiempo, la parvedad alimentaria creció de 21.7 a 24.9% de la población entre 2008 y 2010 (Urquía-Fernández, 2014). Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el 2008 trajo consigo una crisis alimentaria en la cual México fue severamente afectado. Las cifras publicadas en 2019, indican que, en el año 2008, el porcentaje de mexicanos con carencia por acceso a la alimentación fue del 21.7%, equivalente a 24.3 millones de connacionales de una población total aproximada de 111.981 millones de personas; mientras que, en el 2018 fue del 20.4%, equivalente a 25.5 millones de connacionales de una población total aproximada de 125 millones de personas. (CONEVAL, 2019). Con estos datos, se puede constatar como el hambre ha ido acompañando al país en el siglo XXI, está presente y es un mal que aqueja a los mexicanos.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Existe una gran área de oportunidad como país, pues es evidente que al haber o permitir el desperdicio y la pérdida de alimentos se genera un círculo vicioso. Si se considera una demanda y necesidad constante o incluso creciente, el desperdicio y la pérdida reducen la oferta de los alimentos, lo que en consecuencia genera un aumento inflacionario en el valor del precio al consumidor, lo que como resultado genera un efecto altamente negativo en un país como México, donde a finales del 2018, 52,425,887 (41.9% de la población total) de personas vivían en pobreza extrema (CONEVAL, 2019). Al existir desigualdad socio económica y un aumento de precios, el poder adquisitivo del consumidor se ve afectado y por ende el acceso a la seguridad alimentaria se ve comprometida o disminuye, por lo que se genera hambre. Cuando se restringe el acceso a los alimentos, la demanda no podrá adquirir y acceder a la oferta por el alza en precios, de tal forma que el número de consumidores potenciales que puedan solventar el gasto se verá reducido, lo que en consecuencia generará poca adquisición de alimentos y por ende se terminará desperdiciando aún más comida.

A continuación, con información del CONEVAL, la tabla 1 presenta a detalle los niveles de pobreza presentados por entidad federativa al 2018, para posteriormente mostrar, en la figura 1, un mapa de calor el cual permite identificar de manera gráfica, cuáles son los estados de la nación que cuentan con el mayor porcentaje de escasez económica, siendo el valor mínimo el estado con los menores niveles de necesidad y el valor máximo el estado con mayor porcentaje de pobreza por número de habitantes.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 1. Niveles de pobreza por entidad federativa, 2018.

Entidad federativa	2018			
	Pobreza (miles de personas)	Porcentaje de la población	Pobreza Extrema (miles de personas)	Porcentaje de la población
Aguascalientes	351.5	26.18%	15.6	1.17%
Baja California	848.4	23.26%	59.3	1.63%
Baja California Sur	151.7	18.07%	12.6	1.50%
Campeche	440.4	46.25%	93.0	9.77%
Coahuila	691.1	22.49%	44.5	1.45%
Colima	235.6	30.87%	18.2	2.39%
Chiapas	4,174.6	76.41%	1,623.3	29.71%
Chihuahua	1,005.7	26.28%	99.8	2.61%
Ciudad de México	2,682.7	30.55%	153.3	1.75%
Durango	680.0	37.35%	40.4	2.22%
Guanajuato	2,587.8	43.38%	253.3	4.25%
Guerrero	2,412.2	66.47%	971.4	26.77%
Hidalgo	1,311.1	43.85%	181.5	6.07%
Jalisco	2,337.6	28.43%	244.5	2.97%
México	7,546.5	42.72%	865.7	4.90%
Michoacán	2,161.9	46.04%	284.4	6.06%
Morelos	1,013.3	50.82%	147.0	7.37%
Nayarit	451.0	34.77%	76.2	5.88%
Nuevo León	773.0	14.53%	25.2	0.47%
Oaxaca	2,714.7	66.35%	951.8	23.26%
Puebla	3,763.7	58.92%	551.9	8.64%
Querétaro	579.2	27.58%	41.2	1.96%
Quintana Roo	474.8	27.57%	59.8	3.47%
San Luis Potosí	1,229.0	43.40%	207.6	7.33%
Sinaloa	946.9	30.88%	82.3	2.68%
Sonora	863.0	28.19%	80.6	2.63%
Tabasco	1,320.2	53.65%	302.5	12.29%
Tamaulipas	1,287.9	35.07%	121.8	3.32%
Tlaxcala	645.8	48.38%	41.7	3.13%
Veracruz	5,088.6	61.78%	1,457.9	17.70%
Yucatán	900.5	40.80%	147.1	6.66%
Zacatecas	755.2	46.76%	54.4	3.37%
Estados Unidos Mexicanos	52,425.9	41.90%	9,310.2	7.44%

Fuente: CONEVAL. Informes de pobreza y evaluación 2018.
https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

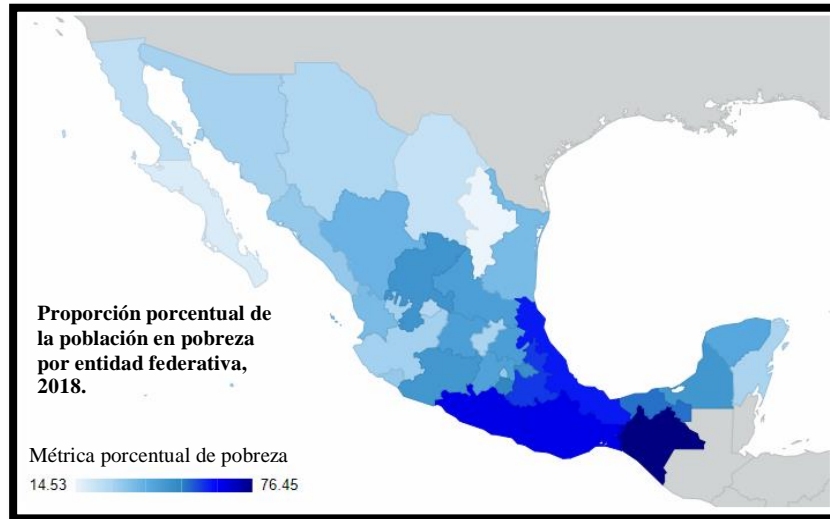


Figura 1. Mapa de calor representando en porcentaje el nivel de pobreza por entidad federativa en 2018. Fuente: Elaboración propia con información del CONEVAL.

La figura 1 muestra que los mayores niveles de pobreza en el país, se presentan de manera grave en los estados ubicados en el corredor del Istmo de Tehuantepec y en la parte sur de la nación; lo anterior no contempla las entidades federativas de la Península de Yucatán. Los niveles de pobreza moderados, en relación a la situación socioeconómica del país, se encuentran en los estados del Bajío. Chiapas es el estado de la República que cuenta con el mayor índice de pobreza dentro de su población; al 2019, el CONEVAL registró que el 76.41% de la población chiapaneca se encuentra en estado de pobreza, mientras que, en contraste, Nuevo León es el estado con el menor índice de pobreza del país con un 14.53% de su población.

En México, la desigualdad social es una de las causas que originan el hambre; ésta provoca un difícil acceso de los más pobres a los alimentos y esto impide que tengan seguridad alimentaria (Aguilar, 2000). Actualmente, el 24% de la producción alimentaria en el país se destina al autoconsumo (CCA, 2019). Según Urquía-Fernández, 2014 la seguridad de alimentos en México, radica y tiene su base en cuatro pilares fundamentales:

- La disponibilidad de los alimentos.
- Estabilidad en la oferta.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

- Acceso a los alimentos.
- Uso de los alimentos.

El cumplimiento de los cuatro pilares mencionados y la garantía de la seguridad alimentaria, fungen como precursores que posibilitan al mexicano a tener una adecuada y buena nutrición, por lo mismo, el no éxito en su ejecución podría traer consigo malos hábitos nutricionales y alimenticios. La Organización Mundial de la Salud define la mala nutrición como la inadecuada ingesta de energía, proteína, vitaminas y minerales que generan deficiencias. [Camberos, 2000](#) y [Sosa y Ruíz, 2017](#) concluyen que la disponibilidad de comida en el mundo es suficiente para poder satisfacer las necesidades inmediatas de todas las personas (aproximadamente, 2,300 kilocalorías al día por individuo). México no es la excepción a lo anterior y según [Camberos](#), el requerimiento diario en México se encuentra en un rango de 2,150 a 2,365 calorías por mexicano; tanto [Camberos](#) como [Sosa y Ruíz](#), concluyen que la agricultura mexicana cuenta con la capacidad y los recursos para poder satisfacer la demanda. Aún con las aseveraciones anteriores, en el año 2014 hubo desperdicio y pérdida en 34 productos de la canasta básica de alimentos. Lo anterior, sumó un total de 11,057,700.47 toneladas de alimento ([Aguilar, 2018](#)).

Dentro de la dieta nacional de los mexicanos, se ha podido determinar que nueve alimentos constituyen el 53.7% del total de la ingesta energética de la dieta de los mexicanos mayores a 5 años. Los alimentos mencionados y sus porcentajes contributivos son los siguientes: La tortilla y productos de maíz representan el 20.5%, pan dulce el 6.6%; aceites vegetales ascienden al 4.9%, el pan blanco y derivados de trigo al 4.9%, bebidas azucaradas carbonatadas al 4.6%, leche entera al 4.0%, carnes rojas constituyen el 4.0% y el frijol y plátano fueron los alimentos que más porcentaje contribuyen en sus respectivos grupos (leguminosas y oleaginosas y al grupo de frutas y verduras, respectivamente) ([García-Chavez et al., 2020](#)).

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Para la selección del alimento a estudiar se utilizan, el principio de Pareto (principio en donde aproximadamente el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados) y un diagrama Ishikawa (diagrama que busca enlistar varias causas para poder determinar un efecto). En la figura 2, a través del diagrama Ishikawa, se enlistan cinco criterios y la justificación de su elección para evaluar cuál es el alimento al cual esta tesis dará enfoque, tomando en cuenta que debe ser un alimento que realmente contribuya a la calidad de vida de los mexicanos, tanto económicamente como en cuestión de necesidades diarias de energía y donde realmente haya un desperdicio y pérdida significativo a nivel nacional, así generando la base para poder determinar qué cadena de suministro habrá que estudiar.

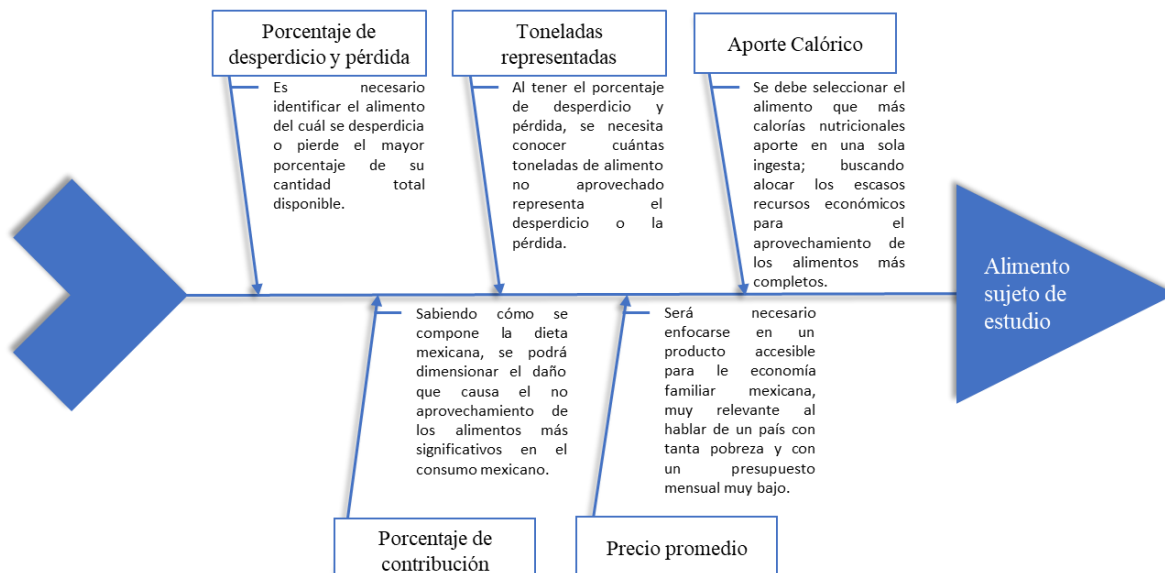


Figura 2. Elaboración propia. Diagrama Ishikawa con el porqué de los cinco criterios que justifican la selección del alimento sujeto de estudio.

La tabla 2 busca enlistar los alimentos que constituyen el 75% del total de toneladas desperdiciadas y/o pérdidas para los 34 productos. Con el análisis de ambas herramientas se generará la base y justificación necesaria para poder determinar cuál cadena de suministro para qué alimento habrá que estudiar. Fue elaborada con información base obtenida de un reporte de Genaro Aguilar Gutiérrez (Aguilar, 2018), éste presenta los números de desperdicio y pérdida por alimento del año 2014; del reporte “La Línea de Pobreza por Ingresos (canasta alimentaria más no alimentaria) y Línea de Pobreza Extrema por Ingresos

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

(canasta alimentaria)” generada por el CONEVAL para el mes de octubre del año 2020; de la “Guía de Alimentos para la Población Mexicana” publicada por el Instituto Mexicano del Seguro Social y la contribución a la ingesta energética (García-Chavez et al., 2020).

Tabla 2. Comparativo de los criterios utilizados para la justificación de la selección de la leche de bovino.

Alimento	Toneladas disponibles	Toneladas desperdiciadas	Porcentaje de desperdicio	Precio X KG/L	Aporte Calórico (kcal)	Contribución a la ingesta energética en la dieta mexicana
Pan (productos de trigo)	3,405,977.64	1,728,533.65	50.75%	\$ 34.60	70	4.90%
Leche de bovino	4,088,380.70	1,700,766.37	41.60%	\$ 18.30	150	4.00%
Carne de Pollo	1,738,669.99	766,405.73	44.08%	\$ 61.80	40	3.50%
Tortilla	6,651,599.81	699,748.30	10.52%	\$ 17.20	70	20.50%
Naranja	2,966,377.31	668,028.17	22.52%	\$ 11.10	60	0.50%
Huevo blanco y rojo	1,355,690.78	571,830.37	42.18%	\$ 33.70	55	2.50%
Jitomate	1,554,544.52	502,428.79	32.32%	\$ 30.80	25	0.40%
Chile	883,456.82	436,781.05	49.44%	\$ 47.80	25	0.30%
Carne de Res	1,094,627.32	427,451.97	39.05%	\$ 143.20	40	4.00%
Carne de Puerco	817,730.36	374,684.05	45.82%	\$ 84.50	55	2.10%
Plátano verde y tabasco	707,465.70	368,943.36	52.15%	\$ 14.90	60	0.90%
Papa	870,501.64	361,780.48	41.56%	\$ 19.00	70	0.50%

Elaboración propia con información de varias fuentes: (Aguilar, 2018), CONEVAL, (García-Chavez et al., 2020) y el IMSS.

La importancia de la tabla 2 y la tabla 3 radica en que, gracias a los cinco criterios presentados y el puntaje asignado por valor, el alimento el cual se habrá de analizar es la leche de bovino y los eslabones productivos dentro de su cadena de suministro. La metodología empleada para seleccionar un alimento se basó en un sistema “de mayor puntaje total” por los valores presentados por cada alimento para cada criterio: A través de una ponderación igualitaria de 20% en importancia, para cada uno de los cinco criterios, sin darle mayor relevancia a uno u otro de los mismos (se considera que todos afectan de manera importante al país, ya sea a nivel individual como mexicano o a nivel colectivo como nación) para cuatro de los cinco criterios: *Porcentaje de desperdicio, Toneladas desperdiciadas, Aporte Calórico (kcal), Contribución a la ingesta energética en la dieta mexicana*, se asignó

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

un puntaje máximo de 10 para el valor más alto registrado por alimento en cada uno de los criterios; se requiere enfocar en el alimento con mayor porcentaje desperdiciado, en el alimento con el mayor número de toneladas desperdiciadas, en el alimento que mayor número de calorías contribuya al individuo por ingesta y se debe enfocar en el alimento que tenga el mayor consumo y relevancia en la dieta de los mexicanos, con el fin de causar un impacto relevante a través de un alimento considerado por el país. En el caso del *Precio X KG/L*, se utilizó una regla de tres inversa, en donde el valor mínimo registrado en este criterio debe tener el máximo puntaje de 10, debido a que en este criterio lo que se busca es el alimento menos caro para la economía mexicana y al alimento más caro asignarle el puntaje más bajo.

Valores máximos referencia con puntaje de 10:

- Toneladas desperdiciadas: 1,728,533.65 (Pan (productos de trigo)).
- Porcentaje de desperdicio: 52.150% (Plátano verde y tabasco).
- Aporte Calórico (kcal): 150 (Leche de bovino).
- Contribución a la ingesta energética en la dieta mexicana: 20.50% (Tortilla).

Valores mínimos referencia con puntaje de 10:

- Precio X KG/L: \$11.10 (Naranja).

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

En la tabla 3 se observa el puntaje que obtuvo cada uno de los alimentos para cada uno de los criterios evaluados, en la última columna “Puntaje total”, se aprecia que la leche de bovino obtuvo el mayor puntaje de 35.38.

Tabla 3. Medición del puntaje obtenido por criterio por alimento a evaluar.

Alimento	Porcentaje de desperdicio	Toneladas desperdiciadas	Precio X KG/L	Aporte Calórico (kcal)	Contribución a la ingesta energética en la dieta mexicana	Puntaje total
Pan (productos de trigo)	10.00	9.73	3.21	4.67	2.39	30.00
Leche de vaca	9.84	7.98	6.07	10.00	1.95	35.83
Carne de Pollo	4.43	8.45	1.80	2.67	1.71	19.06
Tortilla	4.05	2.02	6.45	4.67	10.00	27.19
Naranja	3.86	4.32	10.00	4.00	0.24	22.43
Huevo blanco y rojo	3.31	8.09	3.29	3.67	1.22	19.58
Jitomate	2.91	6.20	3.60	1.67	0.20	14.57
Chile	2.53	9.48	2.32	1.67	0.15	16.14
Carne de Res	2.47	7.49	0.78	2.67	1.95	15.35
Carne de Puerco	2.17	8.79	1.31	3.67	1.02	16.96
Plátano verde y tabasco	2.13	10.00	7.45	4.00	0.44	24.02
Papa	2.09	7.97	5.84	4.67	0.24	20.81

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que el pan (productos de trigo) cuenta con el mayor desperdicio en porcentaje y toneladas; la leche cuenta con números muy cercanos en cantidad de toneladas, la decisión de analizar la cadena de suministro de la leche de bovino está marcada en que tiene un precio por litro 47.10% menor al del pan, siendo un alimento económicamente más asequible para la economía familiar mexicana y que, aunado a lo anterior, cuenta con un aporte calórico de 2.14 veces mayor que los productos de trigo por ingesta. Siendo así, el producto que más aporte calórico tiene por la menor cantidad de dinero pagado, situación que debe beneficiar a los mexicanos con menos recursos económicos y mayor hambre.

Según estadísticas de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, el consumo anual per cápita de leche líquida en el 2014 fue de 112.6 litros. Si se observa en la tabla 2 el

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

porcentaje de desperdicio y pérdida generado para la leche líquida de bovino, éste ascendió al 41.60% (sólo considera leche líquida, excluye derivados, fermentados, leche condensada, evaporada y demás) de la disponibilidad de ese alimento en el año 2014. Ese 41.60% se traduce en 1,700,766.37 toneladas, que dividido entre el consumo per cápita considerado para ese mismo año por la Secretaría (considerando cero desperdicio y pérdidas), el producto desperdiciado y/o perdido pudo haber alimentado a 15.1045 millones de mexicanos más. Dentro del gasto corriente dedicado a la alimentación en los hogares mexicanos, la leche fue el cuarto producto y lo anterior es indicativo de la importancia que tiene este alimento para México (Rodríguez y Armenta, 2018). Si bien el desperdicio y pérdida de leche de bovino es ligeramente menor al número de toneladas desperdiciadas y/o perdidas en el caso del pan y los productos de trigo, tomando en cuenta el porcentaje de desperdicio y pérdida, es imperativo tener presente que actualmente existen estas dos formas de desecho, pues al analizar y comparar los porcentajes con el total de toneladas por cada alimento, se puede inferir que el universo y la disponibilidad total de la leche de bovino es mayor al pan y a los productos de trigo. Aunado a lo anterior, al comparar el precio por kilogramo o litro de la leche de bovino contra los demás precios de otros alimentos, tomando en consideración las mediciones y estadísticas de acceso a la alimentación de los mexicanos (en 2008, 21.7 por ciento de la población, lo que representó 24.3 millones de mexicanos y para 2018, 20.4 por ciento, lo que representó 25.5 millones de mexicanos) generadas por el CONEVAL, se puede observar que se encuentra en el límite inferior del segundo cuartil de la tabla, no entrando así al primer cuartil sólo por 25 centavos, haciéndolo un producto relativamente barato y que contribuye a la economía de las familias mexicanas; lo anterior de la mano del hecho de que es casi hasta un 50% más barato que el alimento con mayor número de toneladas desperdiciadas en el país, el pan y los productos de trigo.

Por último, se debe prestar atención a la columna que contiene el aporte calórico que generan los alimentos. Partiendo de la premisa de que el ser humano requiere de cierta ingesta calórica por día, se debe buscar la combinación óptima entre gasto y aprovechamiento del alimento para las calorías diarias. Según la segunda tabla, es la leche de bovino la cual provee el mayor beneficio en este sentido. Si se compara contra el pan y los productos de trigo, éstos

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

cuestan casi el doble que la leche de bovino y aportan la mitad de kilocalorías; cabe aclarar que las kilocalorías presentadas en la tabla son para porciones calculadas como el “consumo regular o diario” en los hogares, según la “Guía de Alimentos para la Población Mexicana” publicada por el Instituto Mexicano del Seguro Social. La leche y sus derivados lácteos proveen un paquete nutritivo de alta calidad que puede ser difícil de replicar sin alimentos de origen animal dentro de la dieta (Tricarico, et al. 2020).

Con la información anterior, *¿Será posible enfocar los esfuerzos de la industria en estados que actualmente no son considerados en el potencial productivo lechero? ¿Es factible aumentar los índices de productividad bovina lechera de México para lograr la autosuficiencia de leche bovina? ¿Se podrá producir bajo ambientes productivos que dependan 100% de la gestión productiva de la industria y contar con procesos productivos adecuados para tales fines? ¿Qué vanguardia tecnológica se debe estudiar, para posteriormente adaptar y utilizar en el primer eslabón, la producción ganadera o extracción lechera, de las cadenas de suministro lecheras en México para reducir la dependencia de las importaciones?*

Es menester mencionar que, si bien el enfoque de esta tesis no es el de reducir los desperdicios y deshechos generados dentro de la cadena de suministro lechera mexicana, sí se considera que enriquece el contexto y fortalece la urgencia de ser más eficientes y efectivos en cuanto al abastecimiento y la oferta de alimentos que se puede hacer llegar a varios niveles socioeconómicos de la sociedad mexicana: Principalmente cuando es imperativo en un país como México, que cuenta con un alto índice de población con poco acceso a la alimentación. La investigación y el estudio del tema en cuestión es de suma importancia a nivel social para la nación; en primer instancia, con los datos presentados como problemática y por las estadísticas reveladas, se vuelve evidente que la falta de garantía en seguridad alimentaria y cumplimiento de los cuatro pilares de la misma en la cadena de suministro de leche líquida tiene un impacto altamente negativo; comenzando principalmente por el costo de oportunidad en cuanto a posibles mexicanos en situación de vulnerabilidad que podrían estar beneficiando del consumo de leche de bovino; segundo, porque no garantizar la

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

seguridad de leche va en contra de cumplir con los objetivos de la autosuficiencia interna y la necesaria cobertura de demanda.

Tomando en consideración el alto índice de pobreza en México y que, según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), más del 50% de los hogares en el país sufren algún tipo de inseguridad alimentaria y la población está afectada por varias formas de malnutrición: Desnutrición, carencias en micronutrientes y sobrepeso/obesidad. [Tricarico et al., 2020](#), habla de países con bajos ingresos que cuentan con recursos ganaderos sustanciales, que, si son intensificados de manera sustentable, podrían promover la producción de leche y su consumo con el fin de mejorar la nutrición, salud, ingresos y los estilos de vida de las personas con bajos recursos. ¡Este es el caso exacto de México! Con una producción lechera e industria lechera con enorme potencial para ayudar y contribuir a satisfacer las necesidades básicas de una población, la cual, en su mayoría es de recursos económicos bajos, pero que, por no tener un desempeño óptimo de la misma industria, crea de manera natural una gigantesca área de oportunidad con un vacío de suministro igual al 24% de la demanda y un enorme saldo social negativo. Por la aseveración anterior, esta tesis se enfocará en la contraparte a la pérdida y desperdicio, al aumento en producción y aumento de productividad como las salidas generadas por bovino en un determinado lapso de tiempo.

En el capítulo de “**Antecedentes y Estado de la cuestión**”, se revisan tres temas principales: 1. El comportamiento, los eslabones y el desperdicio de alimentos dentro de las cadenas de suministro para países desarrollados y para los países en vías de desarrollo, con el fin de poder determinar y específicamente identificar en qué eslabones de la cadena de suministro se va a enfocar el análisis documental. 2. Análisis sobre el desempeño general de la industria lechera mexicana, su producción (nacional y desagregada a nivel estatal), demanda, el nivel de productividad y cómo se contrasta contra las producciones de los mayores países productores a nivel global. 3. Se describirán los diferentes sistemas productivos que se pueden encontrar en México, sus características, productividades, riesgos, fortalezas y desventajas, estados que los utilizan, su contribución a la producción nacional agregada y los retos futuros para dos de los cuatro sistemas mencionados.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

En el capítulo de “**Metodología**”, se hace una descripción sobre el procedimiento que se va a emplear, medir y estudiar para poder determinar un plan óptimo alternativo que, por ende, lleva a la solución. La metodología consiste en tres pasos: Realización de un ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo; el planteamiento, solución y modelado de un problema de programación lineal que busca redistribuir los recursos/inventario bovino lechero y el estudio/investigación de las mejores prácticas productivas de ciertos países desarrollados.

En el capítulo de “**Resultados**”, se procede a la interpretación de los datos generados por el ANOVA, los generados por el modelo de programación lineal y optimización de recursos y a la recopilación y descripción informativa sobre las industrias lecheras de Canadá y Estados Unidos: el crecimiento derivado de la vanguardia implementada y lo más importante, al estudio y explicación de las técnicas, prácticas, sistemas y usos de tecnología que les ha permitido reflejar el desempeño actual de su producción y productividad lechera.

En los capítulos de “**Discusión**” y “**Conclusiones**”, se lleva a cabo el análisis, comparación y contraste de los resultados del ANOVA, la programación lineal y los métodos productivos de países desarrollados contra la situación actual mexicana. Al mismo tiempo en que ambos capítulos tratan de dar razón y validar tanto la hipótesis como los objetivos general y específicos. En el capítulo de “**Sugerencias para trabajos futuros**” se van a hacer sugerencias necesarias y propuestas de líneas de investigación y/o desarrollo que sean consecuentes al estudio aquí presentado. Se recomendarán las líneas que se creen necesarias para poder llevar a cabo y que validen la viabilidad sustentable de las ideas aquí presentadas.

Para los datos presentados a lo largo del documento, se toman referencias, años y series de tiempo diferentes debido a que para ciertos temas la información fue limitada; en algunos casos, las últimas actualizaciones fueron reportes con datos del 2018 o 2019. Por lo anterior, no fue posible homologar un mismo rango de tiempo para todo el trabajo. Para explicaciones con rangos de tiempos como décadas, se busca explicar comportamientos y tendencias de año tras año que den razón a los resultados que se obtuvieron o se pueden observar en el 2018 o 2019; aprovechando el amplio registro de datos encontrado y la riqueza estadística.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Hipótesis

A través de analizar, comparar y evaluar las prácticas productivas lecheras de los países con la mayor productividad por bovino (Estados Unidos y Canadá); junto con una necesaria redistribución del ganado lechero entre las entidades federativas y por medio del aumento en la producción nacional de leche líquida a través de la productividad por bovino encontrada en ciertos estados de la República, se logrará alcanzar la autosuficiencia nacional para poder satisfacer la demanda interna nacional, disminuir el hambre en México y erradicar la necesidad de importar leche en polvo al país.

Objetivos de la Tesis

Objetivo general.

- Proponer un plan integral que sirva como sugerencia de alternativas para el aumento en la producción nacional de los eslabones productivos dentro de las cadenas lecheras de México, con base en las prácticas ejercidas en países con los mayores índices de productividad, la redistribución del inventario bovino mexicano y las productividades observadas en ciertas entidades federales.

Objetivos específicos.

- Resolver el desabasto de leche para el cumplimiento de la demanda nacional.
- Contribuir a la lucha contra el hambre en México.
- Eliminar la dependencia de las importaciones en el sector lechero y alcanzar la autosuficiencia, a nivel nacional.
- Plantear el escenario para que México aumente drásticamente los niveles de exportación de su industria lechera.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Objetivo propio del investigador.

- Poner al servicio nacional y aplicar el conocimiento adquirido en la maestría a una importante problemática con afectaciones económicas y de salud, con el fin de poder generar un bien a México.

Antecedentes o estado de la cuestión

Contextualización general del comportamiento de la cadena de suministro alimentaria y de las cadenas lecheras

La complejidad del problema en la pérdida, las bajas productividades y la falta de autosuficiencia nacional en leche líquida; podría radicar en gran medida por el número de interacciones presentes entre los miembros que conforman y participan en los diferentes procesos integrados dentro de la cadena de aprovisionamiento, tomando en cuenta que esto involucra a varios sectores y múltiples actores o participantes (Yetkin y Coskun, 2019). Las cadenas de suministro, de cualquier índole, son un sistema integrado por elementos, atributos y actores que interactúan de múltiples formas tomando en consideración el tamaño que puede contener una cadena de suministro de alimentos, siendo desde muy grande, compuesta por un gran número de eslabones hasta muy pequeña con un reducido número de los mismos.

El nivel de complejidad se engrandece debido a las múltiples transferencias que se pueden dar dentro de la cadena, ya sean de materias primas, ingredientes, procesadores de alimentos, distribuidores, productos terminados directamente de los puntos productivos agricultores y los minoristas o mayoristas en punto de venta hacia consumidor final (Chaturvedi et al., 2014). Son una red la cual consiste de varios niveles y de varios actores, los cuales interactúan de manera muy relacionada y dependiente dentro de un territorio establecido, teniendo una participación en mayor o menor medida en la creación, ejecución y desarrollo de procesos para la generación de valor, como: La distribución, el transporte, almacenaje, producción, etc. que detonan el flujo de servicios, bienes o productos con la

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

finalidad de abastecer y satisfacer la demanda basada en necesidades alimentarias de uno o más clientes y/o consumidores (Ramírez y Girón, 2014).

Según Porter et al., 2016, la cadena de suministro alimenticia se puede dividir en cinco etapas: 1. Producción agropecuaria, 2. Almacenaje y manipulación, 3. Procesamiento, 4. Distribución y 5. Consumidor final. Los autores consideran que la cadena de suministro de alimentos se puede dividir en dos partes, la primera siendo de manera ascendente u “upstream”, la segunda siendo de forma descendente o “downstream”. La parte ascendente comprende los tres primeros niveles, mientras que la descendente contempla las etapas cuatro y cinco de la cadena integrada.

Como Gustavsson et al., 2011 indica, el desecho o pérdida a través de la cadena se puede dar en cualquiera de las cinco etapas. Puntualiza en qué momentos y formas se puede manifestar la pérdida de comida a través de los diferentes eslabones: La pérdida agrícola dentro de la primera etapa se genera por el desecho dentro de la actividad de cosechar, pérdidas que pueden ser dados por daños o la calidad resultante en los alimentos. Dentro del almacenaje y la manipulación, actividades económicas consecuentes al ciclo de la cosecha, la pérdida de alimentos se puede manifestar en el transporte y/o en el almacenaje anterior al proceso productivo fabril y de transformación. La pérdida dentro del proceso de transformación se presenta como pérdida o merma industrial y en gran parte como resultado de una degradación en la composición alimenticia, en ambos casos la pérdida es irrecuperable. Para la etapa de la distribución, la pérdida se genera dentro del sistema de los mercados tanto minoristas como mayoristas y en el último eslabón de la cadena la pérdida se genera en el punto de consumo.

Las investigaciones llevadas a cabo, sugieren que para los países en vías de desarrollo las pérdidas se dan principalmente en las etapas ascendentes o en las primeras tres, mientras que en países desarrollados la pérdida se da las etapas descendentes (Parfitt et al., 2010). Según la definición de pérdida citadas al inicio del planteamiento del problema, se puede distinguir de manera clara en qué etapas dentro de la cadena de suministro se acentúa cada una. La pérdida se hace presente en las primeras tres etapas de la cadena y el desperdicio se

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

genera en mayor medida en los dos últimos eslabones del sistema; por extensión y según lo descrito al inicio del párrafo, para países subdesarrollados el desecho se acentúa en los primeros tres niveles de la cadena por falta de infraestructura que de soporte a los procesos, siendo esto la pérdida, mientras que para los países desarrollados el desecho radica en el desperdicio de los alimentos, siendo el consumidor el principal causante.

En el caso de los países desarrollados el mayor desperdicio se identifica en la distribución y en los hogares del consumidor, lo anterior a raíz de la percepción negativa de la estética visual del alimento, en la cual se da por hecho que el consumidor rechazará el producto; por otro lado, en un país en vías de desarrollo, el desecho de alimentos está presente en todas las fases de la cadena, pero se acentúa en las primeras etapas de la cadena de suministro debido a una falta de acceso a la tecnología o vanguardia tecnológica e infraestructura (Raak et al., 2016, CienciaMX Noticias, 2018).

La cadena de suministro de la leche líquida, se encuentra compuesta principalmente por seis eslabones interrelacionados entre sí y que cuentan con interacción directa. El primer eslabón son los proveedores de insumos y materias primas agropecuarios; seguido de los sistemas productivos, siendo éstos, granjas o centros de ordeña; como tercer eslabón están los centros de acopio; seguido de la industria de procesamiento; distribuidores de producto y como último eslabón de la cadena, el consumidor final (Cuevas et al., 2007). Una disrupción en cualquiera de los eslabones, evidentemente afectará la confiabilidad y la eficiencia de la cadena de suministro. Para poder garantizar la seguridad del alimento se debe tener certeza de que en éstos se va a mantener y procurar el estado adecuado a lo largo de toda la cadena (Chaturvedi et al., 2014).

La figura tres es una representación gráfica por medio de un diagrama de flujo el cual muestra la configuración de la cadena de suministro mexicana de leche líquida; yendo desde la producción primaria o la ordeña de bovinos hasta el consumidor final.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

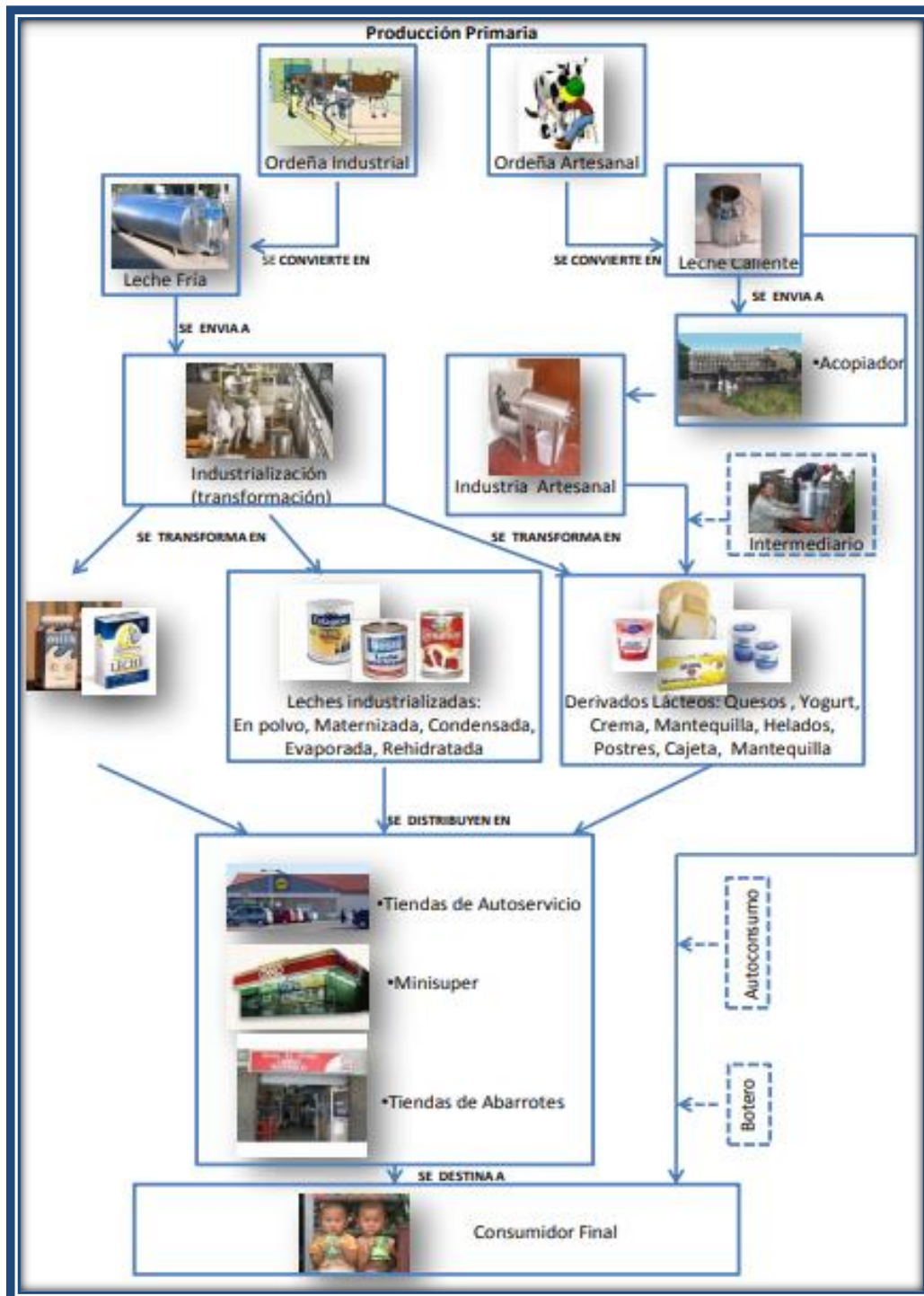


Figura 3. Diagrama de flujo de la cadena de suministro mexicana lechera. Fuente: Secretaría de Economía. Análisis del Sector Lácteo en México. https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

En las cadenas de suministro lecheras, la pérdida y el desperdicio del producto se da en todos los eslabones; es de esperar que en unos el desecho se dé más que en otros; la tabla 4 muestra cómo se compone y configura por eslabón el desperdicio y la pérdida de leche líquida en las cadenas latinoamericanas. Para éstas, los mayores desechos se encuentran dentro de las etapas de abastecimiento y transporte logístico; ya sea en la logística de entrada de materias prima, como en la logística de salida y distribución de producto terminado. Los porcentajes de desperdicio que corresponden son 9.50% (considera producción primaria agrícola como primer eslabón y la manipulación y almacenamiento den la pos cosecha, como segundo eslabón) y al 8%, respectivamente (FAO, 2012). Para efectos de este documento y por las aparentes necesidades del país, el análisis se va a enfocar en el primer eslabón de la cadena, siendo éste, la producción ganadera.

[Tabla 4. Porcentajes de desperdicio y pérdida de leche a través de las cadenas de suministro lecheras Latinoamericanas.](#)

	Producción Agrícola	Manipulación y almacenamiento en la poscosecha	Procesamiento y envasado	Distribución	Consumo
Leche	3.50%	6%	2%	8%	4%

Fuente: FAO 2012. *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo.* <http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf>

La tecnología funge como un factor primordial en la seguridad de la leche y en el aseguramiento del abasto de leche líquida; lo anterior debido a que cuando hablamos de ésta, se habla de un producto perecedero, en el cual el tiempo a disponer desde la producción hasta el consumo, es contado y altamente limitado. Se debe reconocer que dentro los sectores ganaderos (y por extensión los agropecuarios), para poder maximizar la producción y rentabilidad, se debe implementar una tecnificación enfocada en la eficientización y automatización total de los procesos: Al ser productos que se consideran básicos y “comodities”, la utilidad sobre el producto no se va a dar en el valor agregado del mismo y la diferencia generada entre productores será poca, ésta será evidente en la producción a

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

escala y con volúmenes altos. La problemática de lo anterior es que, sin un sólido apoyo tecnológico, se convierte una tarea extremadamente repetitiva, laboriosa y manual, en donde para poder gestionar y sostener una producción de esas escalas; o se contrata una gran fuerza laboral, lo cual haría poco rentable el negocio por los altos gastos productivos y de mano de obra generados o se busca la tecnificación y automatización, que traería beneficios a mediano y largo plazo, una vez recuperada la inversión.

Existen factores externos los cuales pueden afectar de manera directa el estado de los alimentos durante la producción primaria, almacenamiento y distribución, por ejemplo: El calor y las altas temperaturas encontradas en ciertas zonas, la falta de una buena y organizada logística, la carencia de tecnología en los procesos y la falta de almacenamiento adecuado son detonadores principales de la pérdida y el desperdicio de alimentos dentro de una cadena de suministro.

En general y según los datos presentados en la tabla 4, el desperdicio de leche dentro de las cadenas de suministro latinoamericanas se genera en los eslabones logísticos, o sea dentro de las etapas de abastecimiento de materia prima (leche líquida considerada bronca) y el transporte de la leche como producto terminado, lo que significa la distribución del producto de fábrica a almacén y/o de almacén a punto de venta.

Por lo anterior es posible llegar a una aseveración crucial: Debido a la naturaleza y el alto riesgo de generación de desperdicio encontrado en la leche de bovino, necesariamente se deben plantear y desarrollar modelos, esquemas, sistemas o soluciones que fácilmente sean receptores de la sensibilidad de los insumos/productos manejados dentro de la cadena de suministro lechera, poniendo siempre como “redes de seguridad” mecanismos que ayuden a los diferentes actores y agentes dentro del sistema a mantener sus productos en el estado deseado u óptimo, basándose en el uso de técnicas sustentables.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Comparativo de la producción y las productividades de la industria nacional vs. las internacionales

Para poder tener un marco de referencia robusto sobre los números de desempeño en cuanto a la producción lechera primaria de México, es necesario hacer las comparaciones pertinentes y analizar los números de los países productores de leche en el mundo.

La Tabla 5 muestra el comparativo de cabezas bovinas o las capacidades productivas con las que contaron los países a lo largo de los años, del 2010 al 2019. De todos los países mostrados en la tabla, India fue el único país que tuvo un crecimiento considerable en cuanto a inventario bovino; México tuvo un incremento muy pequeño, casi inexistente. En términos de inventario de bovinos productores de leche, México cuenta con números altos y es el sexto país con más bovinos.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 5. Comparativo del número de hatos¹ de bovinos lecheros (miles de cabezas).

País/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Norteamérica										
Canadá	981	983	960	961	955	954	945	945	970	969
Estados Unidos	9,122	9,199	9,236	9,224	9,260	9,320	9,334	9,406	9,399	9,330
México	6,480	6,400	6,350	6,300	6,350	6,400	6,450	6,550	6,550	6,500
América del Sur										
Argentina	2,100	2,150	2,193	2,100	1,826	1,786	1,720	1,672	1,640	1,598
Brasil	15,952	16,154	16,455	16,599	16,825	17,426	17,430	16,262	16,300	16,500
Unión Europea										
Europa del Este										
Rusia	8,858	8,650	8,600	8,250	8,050	7,750	7,235	7,080	6,815	6,655
Ucrania	2,736	2,631	2,582	2,554	2,509	2,322	2,226	2,170	2,078	2,000
Asia										
China	7,320	7,620	8,000	8,350	8,400	8,400	8,000	7,000	6,200	6,100
India	43,600	44,900	46,400	48,250	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,600
Japón	830	805	813	798	773	750	752	735	731	730
Oceanía										
Australia	1,596	1,589	1,700	1,688	1,647	1,689	1,562	1,512	1,525	1,475
Nueva Zelanda	4,680	4,816	5,010	5,005	5,176	5,056	4,998	4,861	4,993	4,937

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.
<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

La tabla 5 muestra las diferentes cantidades de hatos bovinos lecheros con los que contó y cuenta cada uno de los países con mayor producción de leche a nivel global en la última década. Al observar la tabla 6, se puede comparar el índice productivo nacional, contra los números internacionales: El resultado es que México se encuentra con una productividad paupérrima, lo que se puede traducir en una producción pírrica de leche fluida contra la demanda interna. Lo anterior puede ser explicado por los diferentes sistemas productivos adoptados a lo largo del país, los bajos niveles de tecnificación dentro de los procesos o falta del aprovechamiento a través de los rendimientos del recurso natural, los bovinos.

1. Hato. Porción de ganado mayor o menor. [hato | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE](#) Conjunto de cabezas de ganado, como bueyes, bovinos, ovejas, etc. [hato - Definición - WordReference.com](#)

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 6. Comparativo de productividad de leche de bovino por países seleccionados (toneladas/cabezas).

País/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Norteamérica										
Canadá	8.51	8.55	8.97	8.79	8.83	9.2	9.61	10.24	10.3	10.31
Estados Unidos	9.59	9.68	9.85	9.9	10.1	10.2	10.3	10.39	10.5	10.63
México	1.7	1.73	1.78	1.79	1.81	1.83	1.85	1.85	1.89	1.94
América del Sur										
Argentina	5.05	5.33	5.33	5.49	6.2	6.47	5.93	6.03	6.61	6.66
Brasil	1.35	1.39	1.4	1.46	1.51	1.42	1.3	1.45	1.46	1.48
Unión Europea	5.75	5.98	6.03	6.04	6.24	6.38	6.41	6.52	6.63	6.78
Europa Del Este										
Rusia	3.6	3.66	3.7	3.7	3.79	3.94	4.22	4.37	4.46	4.59
Ucrania	4.01	4.11	4.29	4.38	4.44	4.56	4.66	4.74	4.85	4.95
Asia										
China	4.15	4.08	3.97	3.59	3.76	3.79	3.83	4.34	4.96	5.08
India	1.15	1.29	1.29	1.29	1.32	1.4	1.43	1.48	1.5	1.51
Japón	9.3	9.28	9.39	9.41	9.49	9.84	9.83	9.91	9.97	10.01
Oceanía										
Australia	5.85	6.01	5.76	5.51	5.95	5.97	6.07	6.2	6.2	5.93
Nueva Zelanda	3.67	3.94	4.11	4.04	4.23	4.27	4.25	4.43	4.41	4.43

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.
<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

Tanto la tabla 5 como la 6, deben ser analizadas en conjunto para poder generar una aproximación a uno de los muchos patrones problemáticos que se podrían presentar en un sistema productivo tan amplio y complejo como lo es la industria lechera nacional. Si se analizan los números de producción de manera aislada, generados por México, resultan números altos comparados con la producción internacional, pero si el indicador se analiza de forma conjunta con los niveles de productividad en toneladas por cabeza, se puede entender que los números productivos de leche en México, son gracias al elevado inventario en número de miles de cabezas con las que cuenta el sistema, más no gracias a un alto nivel de productividad de los sistemas productivos, dentro de los cuales existe una enorme área de oportunidad. Lo anterior, especialmente si se hace la comparación contra el país con mayor productividad, Estados Unidos. México cuenta con el 70% de bovinos con los que cuenta Estados Unidos, pero con 1/10 parte de la productividad que tiene el país vecino del norte.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 7. Comparativo de la productividad por país.

País	Hatos (Miles de cabezas)	Producción (miles de litros)	Productividad de leche (toneladas/cabeza)
Estados Unidos	9,330	99,155	10.63
Canadá	969	9,995	10.31
Japón	730	7,305	10.01
Unión Europea	22,909	155,300	6.78
Argentina	1,598	10,640	6.66
Australia	1,475	8,750	5.93
China	6,100	31,000	5.08
Ucrania	2,000	9,900	4.95
Rusia	6,655	30,560	4.59
Nueva Zelanda	4,937	21,855	4.43
México	6,500	12,615	1.94
India	60,600	91,300	1.51
Brasil	16,500	24,450	1.48

Fuente: Elaboración propia con información de la SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.
<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

La tabla 7 presenta información del 2019: El inventario bovino lechero en hatos, la producción anual en miles de litros y la productividad de leche para varios países (incluidos los 28 de la Unión Europea).

Dadas las estadísticas, indicadores e información presentada en las tablas 4, 5 y 6; resulta preocupante y contradictorio la comparativa de los niveles de producción lechera que tiene México, siendo de los países con mayor producción a nivel mundial. Poniendo de relieve la productividad nacional contra las estadísticas mundiales con la información comparativa de la tabla 6, hay que considerar que: México, estando dentro de los países con mayor producción de leche líquida y considerando a la Unión Europea como un sólo país; al año 2019 contó con un total de 6,500 miles de cabezas bovinas, representando el 4.6% de cabezas productoras en el mundo, siendo el sexto país con más cabezas; pero el octavo país en cuanto a miles de litros productivos, siendo superado por el séptimo lugar, Nueva Zelanda, con un 73% más de producción que México y siendo superado por un poco menos del doble en producción nacional que Brasil.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Según los datos presentados por la SADER, México todavía no ocupa un lugar en la cúpula en producción de toneladas por bovino; la productividad del sistema mexicano es del 1.94, mientras que Nueva Zelanda cuenta con una productividad de 4.43 toneladas por cabeza y el país con mayor productividad es Estados Unidos, con una productividad casi 10 veces mayor a la mexicana. De igual forma, los casos que más deben llamar la atención son el de Japón y Canadá, pues con 1/10 parte del ganado bovino que tiene México, cuentan con una productividad 10 veces mayor a la mexicana y teniendo 13 veces menos el inventario bovino de Estados Unidos, mantienen la misma productividad que la norteamericana.

El párrafo anterior y las tablas, denotan un sistema de producción mexicano deficiente e ineficiente, el cual da como resultado la no autosuficiencia en el abasto interno para la demanda y consumo de los mexicanos. Es por lo anterior que, se debe optimizar y encontrar prácticas adecuadas que maximicen la productividad del ganado mexicano y sin aumentar el inventario bovino (entradas del sistema), lo que en consecuencia traería un aumento en la producción lechera (salidas del sistema).

Consumo y producción de leche

México se encuentra ubicado como el octavo país en consumo de leche a nivel mundial. En 2018, el consumo de leche fue de 15,288 millones de litros, del cual el 78.5% fue producción nacional y el 21.5% fue importado en forma de leche en polvo, principalmente proveniente de Estados Unidos (FIRA, 2019). En 2019, el consumo doméstico de leche fluida fue de 4,190 millones de litros, mientras que el consumo industrial de leche fluida fue de 8,600 millones de litros (USDA, 2019).

En la tabla 8 se puede apreciar con mayor detalle la balanza comercial del sector, del 2011 al 2019. Entre estos años, la razón de cambio para en la oferta nacional; año con año, fue un aumento promedio de 193,947.13 millones de litros mientras que la razón de cambio en demanda fue de 429,069.50 millones de litros: Lo que se traduce en que, a través de los años, el diferencial de razones de cambio en litros, del aumento de la demanda contra la oferta en litros fue de 2.21 veces; el crecimiento promedio porcentual anual de la oferta fue

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

de 1.7%, contra 3.1% de la demanda, dando una diferencia de crecimiento porcentual promedio anual entre un concepto y otro de 1.4% (sólo considera 8 años, pues se midió en cambios de un periodo a otro). Durante estos 9 años, el crecimiento porcentual promedio anual de la demanda ha sido 1.79 veces el crecimiento. Del 2011 al 2019, la oferta creció un 14.46%, mientras que la demanda creció hasta un 27.10%, lo que representa un aumento de 1,551,577 millones de litros y 3,432,556 millones de litros respectivamente; un cambio de porcentajes 1.87 veces mayor a favor de la demanda. Los datos anteriores exponen un crecimiento de industria claramente insuficiente y una demanda con un factor de crecimiento mucho mayor. En el 2011, el porcentaje de las importaciones necesarias para cubrir la demanda de leche fueron del 16.32% mientras que, en el año 2019 son del 25.19%. Lo anterior quiere decir que el ritmo de crecimiento en la producción nacional de leche se está quedando rezagada contra el crecimiento en la demanda y, por ende, el de las importaciones.

[Tabla 8. Consumo aparente y per cápita de leche de bovino \(miles de litros\).](#)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Producción	10,724,288	10,880,870	10,965,632	11,129,622	11,394,663	11,607,493	11,767,556	12,005,693	12,275,865
Importaciones	2,067,224	2,196,573	2,400,000	2,426,000	2,970,000	3,201,000	3,721,000	4,121,000	4,055,000
Exportaciones	128,204	138,761	119,752	90,000	120,000	125,000	599,000	841,000	235,000
Consumo aparente	12,663,309	12,938,682	13,245,880	13,465,622	14,244,663	14,683,493	14,889,556	15,285,693	16,095,865
Consumo per cápita (lt)	109.5	110.5	106.9	112.6	114	118.1	120	122	127

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.
<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

La tabla 9 presenta las producciones anuales de leche líquida en México, para el año 2011 al 2019. Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), en el año 2017 en México se produjeron 11,807,556,000 litros de leche. En el 2018 hubo un aumento del 1.67%, con una producción de 12,008,239,000 litros. En el 2019 hubo un aumento del 2.18%, cerrando este último año con una producción de 12,275,865,000 litros.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 9. Producción agrícola mensual por año leche de bovino 2011-2019 (miles de litros).

Mes	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	846,827	839,474	868,179	875,046	892,746	909,607	930,146	944,751	961,425
Febrero	824,083	823,862	831,730	848,510	867,057	886,937	901,354	918,658	939,156
Marzo	845,019	848,364	863,556	871,578	895,419	907,492	927,279	944,467	966,632
Abril	840,583	863,510	860,998	883,256	906,204	926,459	947,207	963,774	987,490
Mayo	862,882	894,448	892,946	914,975	938,239	949,834	974,352	989,729	1,007,313
Junio	887,924	916,531	928,019	946,998	964,702	972,823	989,748	1,007,567	1,033,854
Julio	947,583	976,949	965,669	994,785	1,019,368	1,039,282	1,046,711	1,053,390	1,080,912
Agosto	965,584	969,387	975,299	979,622	1,003,405	1,034,567	1,050,014	1,069,583	1,084,435
Septiembre	964,629	962,538	965,445	970,110	1,000,277	1,007,923	1,030,053	1,057,656	1,067,266
Octubre	949,682	948,917	956,881	960,257	990,230	1,011,847	1,018,340	1,036,352	1,073,530
Noviembre	913,340	935,881	936,182	954,148	960,774	973,196	1,001,154	1,008,624	1,042,682
Diciembre	876,152	901,009	920,728	930,636	956,242	987,527	991,199	1,013,685	1,031,169
Total	10,724,288	10,880,870	10,965,632	11,129,921	11,394,663	11,607,493	11,807,556	12,008,239	12,275,865

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.
<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

La tabla 10 presenta los números productivos por estado. Las entidades con mayor producción fueron Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato, Veracruz, Puebla, México, Aguascalientes y Chiapas, representando el 79% del total de producción anual. Las estadísticas presentadas por la SADER en su “Boletín de Leche” indican que, Jalisco ocupó el primer lugar en producción de leche, con el 20.7% de la producción nacional, representando 2,541,914 miles de litros; seguido de Coahuila con un 11.36% o 1,394,915 miles de litros; el tercer estado fue Durango con un 10.1% y un total de 1,242,954 miles de litros; el cuarto corresponde a Chihuahua con un 9.4% y 1,160,433 miles de litros. Estos cuatro estados, contribuyeron concentrando el 51.7% de la producción nacional en 2019. Con información presentada por la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC), actualmente México cuenta con 130 empresas formales dedicadas a la industrialización y procesamiento del 86% de la producción nacional.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 10. Producción anual de leche de bovino por entidad federativa 2019.

Entidad federativa	Total (miles de litros)
Jalisco	2,541,914
Coahuila	1,394,915
Durango	1,242,954
Chihuahua	1,160,433
Guanajuato	859,943
Veracruz	747,349
Puebla	446,822
México	444,715
Chiapas	443,025
Aguascalientes	421,018
Hidalgo	416,520
Querétaro	399,236
Michoacán	356,655
Baja California	191,667
Zacatecas	185,529
San Luis Potosí	150,300
Oaxaca	147,834
Sonora	113,430
Tabasco	104,553
Sinaloa	97,333
Guerrero	87,190
Tlaxcala	83,177
Campeche	42,837
Colima	41,343
Nayarit	38,183
Baja California Sur	33,671
Nuevo León	22,957
Morelos	20,925
Tamaulipas	19,651
Ciudad De México	12,401
Quintana Roo	4,661
Yucatán	2,721

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.
<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

En la figura 4 y con información de la tabla 9, se aprecia la representación gráfica de los niveles productivos de leche líquida de bovino en el año 2019.

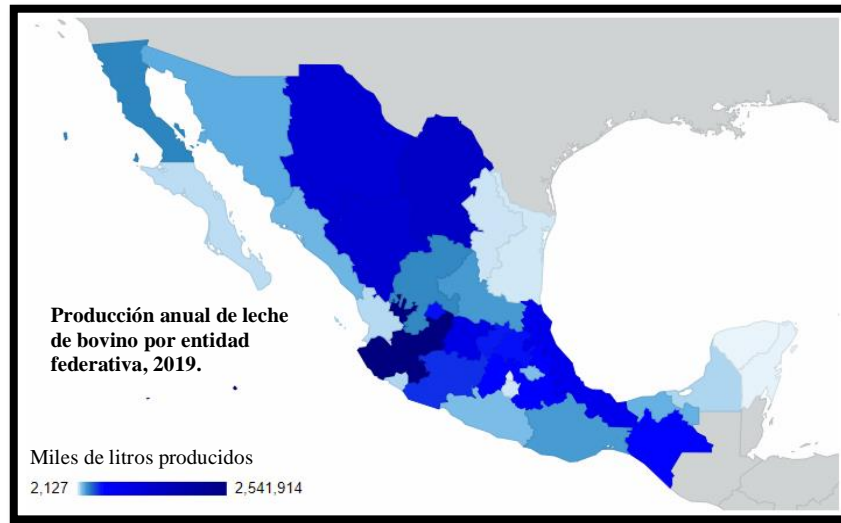


Figura 4. Mapa de calor representando en miles de litros la producción de leche líquida de bovino por entidad federativa. Fuente: Elaboración propia con información de SADER.

Al hacer una comparación entre los colores presentados en la Figura 1 y la Figura 4, en cuanto a la producción anual de leche de bovino es evidente una mayor homogeneidad en los estados del Bajío; cabe resaltar que Chiapas, el estado con el mayor índice de pobreza en la República y un número no tan bueno de cabezas de bovino, tiene una tonalidad azul indicativa de una alta producción de leche anual.

A continuación, en la tabla 11 se presentan los números de producción mensual de leche líquida en miles de litros para cada uno de los estados de la República Mexicana, a lo largo de los diferentes meses del 2019.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 11. Producción mensual de leche de bovino por entidad federativa 2019.

Entidad federativa/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aguascalientes	37,054	34,792	34,365	35,402	34,222	35,253	35,287	39,465	35,884	32,927	33,179	33,188
Baja California	15,500	15,310	14,491	15,289	15,034	15,804	15,828	16,932	16,987	17,004	17,094	16,394
Baja California Sur	2,781	2,702	2,988	2,811	2,846	2,787	2,800	2,842	2,750	2,820	2,734	2,810
Campeche	3,357	3,090	3,138	3,478	3,117	3,621	3,739	3,915	3,788	3,883	3,890	3,821
Coahuila	116,345	105,761	114,169	112,369	116,352	112,749	120,262	119,164	115,950	122,343	119,716	119,735
Colima	2,465	2,335	2,114	2,045	1,914	2,453	2,586	4,390	6,217	6,942	4,384	3,498
Chiapas	34,088	33,416	31,854	33,542	32,932	38,635	45,445	40,860	38,889	37,717	37,615	38,032
Chihuahua	89,685	91,013	95,919	95,986	96,020	97,851	96,383	99,389	96,501	105,051	99,821	96,814
Ciudad De México	984	961	947	943	961	1,018	1,015	1,041	1,162	1,215	1,198	956
Durango	102,937	93,404	102,154	100,371	110,824	101,774	108,961	104,223	104,161	106,448	101,539	106,158
Guanajuato	68,319	65,747	66,180	73,930	73,351	73,556	71,017	72,625	72,526	73,954	74,337	74,401
Guerrero	7,027	6,328	6,033	6,728	6,710	6,959	7,710	7,375	7,329	8,012	8,233	8,746
Hidalgo	28,606	30,784	31,022	37,471	38,134	39,117	39,622	36,635	36,033	33,740	32,080	33,276
Jalisco	191,559	196,385	193,641	199,415	201,961	215,441	225,969	228,875	225,623	224,729	222,353	215,963
México	30,066	29,357	30,906	30,374	33,216	37,029	44,737	48,028	47,805	44,015	38,344	30,838
Michoacán	28,652	28,054	28,559	28,471	28,230	29,737	30,771	30,456	31,507	30,692	31,056	30,470
Morelos	1,716	1,657	1,692	1,695	1,728	1,726	1,836	1,728	1,739	1,774	1,804	1,830
Nayarit	3,092	2,998	2,865	2,780	2,628	2,758	3,030	3,445	3,746	3,796	3,639	3,406
Nuevo León	1,757	1,893	1,910	1,990	1,929	1,990	1,899	2,007	1,995	1,910	1,869	1,808
Oaxaca	10,280	10,337	11,276	11,624	11,912	12,313	12,621	12,910	12,938	13,615	13,429	14,579
Puebla	36,117	35,760	35,899	36,046	36,489	37,892	37,650	39,651	37,855	38,573	37,082	37,808
Querétaro	32,405	30,672	33,390	33,521	33,543	34,201	33,482	33,459	33,395	33,753	33,662	33,753
Quintana Roo	406	406	347	397	321	430	465	606	300	339	324	320
San Luis Potosí	11,855	11,660	12,555	11,965	12,113	13,576	12,793	12,721	12,687	13,316	12,832	12,227
Sinaloa	8,155	8,031	7,985	8,003	8,004	7,910	7,528	7,821	8,078	8,823	8,500	8,495
Sonora	9,313	9,388	9,611	9,680	10,635	9,785	9,319	9,010	9,349	9,027	9,141	9,172
Tabasco	5,639	6,107	7,181	8,671	10,644	12,418	12,316	12,517	9,506	7,282	6,388	5,884
Tamaulipas	1,556	1,459	1,469	1,602	1,506	1,686	1,621	1,806	1,929	1,827	1,675	1,515
Tlaxcala	6,548	6,575	6,697	6,095	6,939	7,399	7,190	7,401	6,994	6,510	6,821	8,008
Veracruz	57,321	56,136	58,623	59,446	57,030	60,854	72,289	67,834	68,415	65,592	62,214	61,595
Yucatán	233	226	232	234	225	221	228	229	223	234	228	208
Zacatecas	15,605	16,413	16,422	15,117	15,842	14,910	14,513	15,074	15,006	15,664	15,503	15,460

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.

<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Los datos de la SADER presentados en la tabla 12 muestran que, en el año 2019, a la producción, elaboración y envasado de la leche líquida en presentaciones y como productos diferentes por el proceso de producción, se destinaron 3,922,474 miles de litros, mientras que para la exportación se destinaron un total de 8,804 miles de litros, lo que representa 0.22% de la producción de leche líquida envasada.

La producción nacional menos las exportaciones dan una diferencia de 3,913,670 miles de litros, si a eso se le resta el monto total de desperdicio que mostraron las estadísticas del 2014, en un estimado y de forma aproximada por la diferencia de años, se está hablando de que en el 2019 hubo una disponibilidad de producto envasado para satisfacción de la demanda nacional de 2,212,903.63 miles de litros; si de igual manera se considera que, según los números de la Secretaría de Agricultura, el consumo *per cápita* de los mexicanos en el año 2019 fue de 127 litros anuales, la capacidad para satisfacer la demanda con la oferta nacional, sería para un total aproximado de 17,424,438.03 mexicanos. Considerando que el Comunicado de Prensa Número 337/19 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), indica una población mexicana de casi 125 millones de personas en el año 2018; la cantidad de leche de bovino que se ofertó en 2019, cubriría apenas al 14% de la población. Esta es una de otras muchas razones por la cual México no puede darse el lujo de carecer de la capacidad para cubrir la demanda interna de leche de bovino, procesada y envasada.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 12. Elaboración y envasado de leche líquida, derivados y otros productos, 2019.

Leche (Miles de litros)									
Año / Mes	Entera			Descremada		Rehidratada		De sabores	Suma Total
	Pasteurizada	Pasteurizada y homogeneizada	Ultra pasteurizada	Pasteurizada y homogeneizada	Ultra pasteurizada	Descremada	Producto lácteo	De sabores	
2019	671,599	1,049,467	123,938	23,390	1,191,703	485,832	255,679	120,866	3,922,474
Enero	57,132	91,847	13,247	2,331	98,562	41,201	21,911	11,352	337,583
Febrero	51,635	79,597	12,693	1,940	94,276	37,958	19,051	11,141	308,291
Marzo	57,114	88,119	10,883	2,011	99,938	40,989	22,333	12,338	333,725
Abril	56,147	84,087	9,212	2,133	99,201	37,675	20,509	11,587	320,551
Mayo	59,058	90,441	10,891	2,131	100,233	42,201	21,396	11,857	338,208
Junio	55,423	86,491	7,938	1,753	94,251	39,802	20,621	10,777	317,056
Julio	55,413	92,251	8,072	2,166	105,754	40,503	22,352	10,497	337,008
Agosto	59,363	91,066	8,846	1,825	105,538	40,314	21,794	10,338	339,084
Septiembre	52,489	85,915	8,881	1,510	102,369	42,442	20,179	7,914	321,699
Octubre	58,524	89,533	11,907	1,942	98,446	44,473	21,877	8,452	335,154
Noviembre	55,012	85,946	10,780	1,958	94,441	41,762	21,422	8,158	319,479
Diciembre	54,289	84,174	10,588	1,690	98,694	36,512	22,234	6,455	314,636

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.
<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

Sistemas productivos actuales, sus retos y la distribución de leche

Al analizar los sistemas de producción de leche en México, se observa que existen cuatro tipos diferentes: el semiespecializado, doble propósito, familiar y especializado (intensivo). Las características de los sistemas de producción, son los siguientes:

- **Especializado:** Utiliza a las razas Holstein, Suizo y Jersey, cuenta con bovinos de alta calidad, grandes niveles de producción, mayor tecnología como apoyo y base del proceso de extracción lechera, mayor infraestructura en establos y contribuye al 50% de la producción mexicana (Robledo, 2018). Un bovino productor dentro de este esquema, puede producir hasta 25 litros de leche por día (aproximadamente 8,000 litros por bovino al año), generalmente con 3 ordeñas automatizadas. Tiene como ventaja la integración vertical y el trato comercial con

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

grandes empresas industrializadoras, pues le asegura estabilidad y precios convenientes al ganadero. Tiene como restricción la alta necesidad de recursos hídricos y altos costos productivos (Álvarez et al., 2018). Los estados de la República con mayor presencia de este sistema de producción son: Durango, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Baja California (Robledo, 2018)

- **Semiespecializado:** Este sistema productivo emplea a las razas Suizo y Holstein. Los niveles de eficiencia (como indicador de los ciclos de tiempo), producción y tecnología son menores que el especializado. La tecnología se utiliza en un nivel intermedio, se llevan a cabo procesos de extracción lechera manual, no existe tecnificación en cuanto a refrigeración y un esquema de manejo de ganado semiestablo; este sistema contribuye al 20% de producción mexicana (Robledo, 2018). La producción promedio por bovino es de cuatro a cinco mil litros por año, generalmente con 2 ordeñas mecanizadas. Este sistema productivo oferta a las grandes empresas y negocios locales. La necesidad de agua y granos en este sistema es grande, pero menor que la utilizada en el sistema especializado (Álvarez et al., 2018). Los estados de la República con mayor presencia de este sistema de producción y en donde predomina el sistema son: Baja California, Baja California Sur, Colima, Chihuahua, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas (Robledo, 2018).
- **Familiar:** Utiliza las razas Holstein y Suizo. La tecnología empleada es baja, el proceso de extracción y ordeña es manual y las instalaciones son básicas y pequeñas. La forma de alimentación del ganado es a través del pastoreo y la producción generada va dirigida al autoconsumo y al abastecimiento local y de pequeñas poblaciones. Cuenta con una contribución nacional del 21% (Robledo, 2018). La producción promedio por bovino es de dos a tres mil litros por año, generalmente con ordeña manual o mecanizada. Este sistema productivo oferta a

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

las grandes empresas y negocios locales (Álvarez et al., 2018) Cuenta con ambos extremos del espectro productivo, tanto intensivos o con una especialización alta y los pequeños negocios de familia ganadera. Los estados de la República con mayor presencia de este sistema de producción son: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Hidalgo, Sonora, Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chihuahua, Ciudad de México, Durango y Nuevo León (Robledo, 2018).

- **Doble propósito:** Emplea las razas jorobadas y cruza con Suizo, Holstein y Simmental. Dentro de este sistema se puede encontrar la producción de cárnicos y lácteos, de ahí el doble propósito; al igual que el sistema familiar, las instalaciones son rústicas, muy básicas y la extracción manual es altamente utilizada. La forma de alimentación de ganado es a través del pastoreo y es por esto que principalmente se da en climas tropicales. Tiene una contribución del 9% nacional. Un bovino productor dentro de este esquema, puede producir entre 4 y 11 litros de leche por día y la primera ordeña se da entre los 7 u 8 meses de edad del animal. Los estados de la República con mayor presencia de este sistema de producción son: Chiapas, Veracruz, Jalisco, Guerrero, Tabasco, Nayarit, San Luis Potosí, Yucatán, Campeche, Oaxaca, Quintana Roo y Tamaulipas (Robledo, 2018).

A partir del año 1994, los sistemas productivos de leche líquida en México fueron cambiando debido a las condiciones comerciales y económicas (firma del Tratado de Libre Comercio de Norte América y la liberación de la industria al comercio exterior), los sistemas familiares y de doble propósito fueron perdiendo contribución a la oferta nacional; dando lugar a la consolidación del especializado; aumentando así, los niveles de inventarios bovinos y la productividad. (Álvarez et al., 2018).

Las ganaderías beneficiadas por esto fueron aquellas las cuáles se encuentran integradas de manera vertical a las cadenas de suministro de las grandes empresas productoras, transformadoras y comercializadoras de leche. La producción en México se concentra en centros especializados, tal como es la región Lagunera (Coahuila y Durango) y de ahí se

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

abastecen las grandes ciudades. Estas empresas a su vez mantienen robustas relaciones comerciales con las empresas en la industria minorista, quienes venden y comercializan los productos lácteos en las medianas y grandes ciudades ([Álvarez et al., 2018](#)).

La producción especializada se ubica principalmente al norte del país y en el centro, específicamente en Querétaro. Los sistemas familiar y semiespecializado se ubican en el centro, Aguascalientes y Jalisco. Los sistemas de doble propósito se ubican en las zonas tropicales del país, tanto en las costas del Pacífico como del Golfo de México. ([Álvarez et al., 2018](#)).

Los sistemas productivos mexicanos cuentan con una determinada estacionalidad, para los sistemas especializados (con estacional menos marcada), semiespecializados y familiares, donde la mayor producción se da en los meses intermedios del año y la menor en los últimos y los primeros; es en los meses intermedios donde se dan las mejores condiciones para el crecimiento de forraje y las condiciones óptimas de clima. Para el sistema de doble propósito, en donde en los meses intermedios es cuando más intenso se encuentra el clima, la mayor disponibilidad de comida para ganado, así como para concepción y crecimiento de crías, se da en los primeros meses del año ([Álvarez, et al., 2018](#))

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

En la Tabla 13 se presenta qué estados se consideran en qué región, según su situación climática general.

Tabla 13. Regionalización de la producción de leche de bovino.

Región	Estados
Árida y semiárida	Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.
Templada	Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Distrito Federal
Tropical	Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán

Fuente: Secretaría de Economía. Análisis del Sector Lácteo en México. https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf

De la literatura revisada, se puede concluir: Existe información limitada sobre las dinámicas, desempeños, el número y la conformación por raza de inventario bovino y las mediciones de productividades estándar en litros diarios que puede generar cada uno de los cuatro sistemas productivos del país. El departamento de Agricultura de Estados Unidos, en su reporte anual; “Diary and Products Annual” 2019, expone: “La carencia de México en tener los números certeros en cuanto al tamaño de los hatos dificulta la evaluación definitiva de la producción por tipo de sistema, tamaño de establos o incluso por región” (USDA, 2019).

Es por lo anterior que en capítulos posteriores el enfoque no será sobre los sistemas productivos; en cambio, se comprobará y validará si la región y las condiciones climatológicas generales de las entidades federativas tienen la suficiente importancia y relevancia como para incidir de manera significativa en los resultados productivos de la industria. ¿Será suficiente como para generar un cambio en los datos estadísticos de las producciones a lo largo del año?

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Próximos desafíos del sistema productivo especializado y de doble propósito

En la tabla 10 se puede notar que los estados mencionados en la descripción del sistema de doble propósito, en su mayoría son los que cuentan con los menores niveles de producción. De igual forma, son los estados que tienen una de las mayores oportunidades/potenciales de producción, debido a la cantidad de agua y tierras de cultivo para el alimento bovino, como es el forraje, encontradas en los climas tropicales (Robledo, 2018; Rivera et al., 2019).

Varios autores e investigadores indican que los retos principales para desarrollar la industria productiva lechera en estados ubicados en regiones tropicales derivan en el clima o en la falta del uso de tecnología (Robledo, 2018). Las investigaciones realizadas indican que las principales causas que evitan el avance de la producción, son: “Falta de financiamiento, de asesoría técnica, de infraestructura, de información sobre mejoras en el manejo del hato ganadero, del bajo nivel de escolaridad del productor, entre otras”. (Robledo, 2018).

Por ejemplo, en el caso de la preservación de la leche, la incidencia del clima es un factor muy importante el cual influye y se debe considerar en la seguridad alimentaria de la leche para evitar su desperdicio y el no aporte a la oferta total del sistema mexicano, pues una vez ordeñada debe permanecer refrigerada, debido a que es susceptible a la rápida descomposición y por lo mismo, las cadenas frías juegan un rol esencial. Durante el almacenamiento, la leche debe ser refrigerada en contenedores especiales a 2.2° C y constantemente mezclada para evitar la separación de sus componentes. Durante el transporte, ya sea que se traslade a granel, en contenedor o entarimada, debe ir envasada en acero inoxidable para que el producto no vaya a sufrir alteraciones en su composición. (Rodríguez y Armenta, 2018).

Por el otro lado, en las regiones áridas se adoptó el sistema productivo especializado, el cual también puede ser considerado como de producción intensiva o Holstein. A diferencia del sistema de doble propósito, este modelo utiliza elementos tecnológicos y de vanguardia que ayudan a la producción de leche, como por ejemplo: “La inseminación artificial para el mejoramiento genético, la introducción en el alimento de mejores forrajes como la alfalfa, la

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

incorporación de la ordeña mecanizada y el desarrollo de la cadena de frío con el fin de mantener en condiciones adecuadas la leche desde su recepción primaria, así como su traslado y posterior distribución y venta”. (Robledo, 2018).

Por varias razones, México debe estar preparado para los retos futuros que pueden contravenir en sus sistemas de producción intensivos. Debe buscar descentralizar la producción de leche que se encuentra concentrada en una tercera parte de los estados del país, recordando que el desarrollo de la producción se ha priorizado en estados áridos con poca disponibilidad hídrica y un sistema de producción sustentado por grandes cantidades de agua y forraje. En segundo plano, otro problema de los sistemas intensivos es la alta demanda energética, hídrica y el impacto ambiental que generan por desechos (Álvarez et al., 2018).

La idea expresada por Álvarez et al., 2018 en el párrafo anterior debe ser considerada como muy relevante. México debe buscar homogeneizar su industria lechera a lo largo del país; debe apostar por posiblemente hacer evolucionar varios sistemas productivos como el de doble propósito y el familiar al especializado o intensivo y al semi especializado. Debe buscar reforzar el sistema productivo actual con alternativas paralelas, aprovechando las ventajas y fortalezas que se pueden encontrar en los diferentes sistemas debido a las diferentes características presentadas por regiones, como el caso de las regiones tropicales, por ejemplo. Como se mencionó anteriormente, éstas son regiones con abundante agua y precursores de grandes cantidades de alimento bovino, para el forraje.

Lo anterior no quiere decir, ni sugiere que sólo se debe optar por desarrollar industria lechera en una región u otra, pues se podría pensar que, si bien el clima es un factor importante a considerar en la preservación del producto una vez extraído del bovino, no lo es tanto para la producción lechera y el rendimiento por bovino; ya que ha sido en las regiones áridas donde se han establecido los centros productivos y de procesamiento que sostienen a la actual industria nacional, a pesar de las condiciones climatológicas generales “adversas” o no tan favorables presentadas en zonas calurosas y al mismo tiempo secas.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Inventario bovino, número de bovinos disponibles para producción de leche por entidad federativa

La tabla 14 presenta una radiografía al 2019 del inventario que tienen los estados de la República Mexicana. Según información recabada de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, el total de bovinos disponibles para la producción de leche fue de 2,563,822 cabezas.

La distribución de bovinos que se puede encontrar en los diferentes estados del país es completamente heterogénea, se tiene una concentración muy marcada en ciertas regiones, lo cual conlleva varias consecuencias: Desde el enfoque de una industria en ciertas entidades de la República y la concentración de inversión y captación de capital, como lo es en la región Lagunera y/o los estados de Jalisco y Chihuahua; hasta la tecnificación de sólo unas cuantas regiones.

Por lo anterior se puede especular que, a mayor número de bovinos, mayor producción de leche, lo cual en parte es cierto si se analiza un comparativo entre el inventario bovino contra la producción anual del 2019 mostrada en la tabla 9; en donde sí se cumple la especulación anterior: Es posible ver que son Jalisco, Chihuahua y los estados de la región Lagunera (Coahuila, Durango), aquellos que manejan el mayor número de inventario bovino lechero y por ende, tienen los mayores números de producción en miles de litros anuales.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 14. Inventario Bovino para leche. Población ganadera.

Estado/Delegación	2019
Jalisco	374,411
Durango	303,001
Chihuahua	294,629
Coahuila	244,750
Hidalgo	198,823
Guanajuato	197,758
Puebla	176,731
Querétaro	115,855
México	105,072
Zacatecas	84,490
Aguascalientes	77,645
Michoacán	64,916
Veracruz	61,024
Baja California	43,421
Chiapas	31,779
Oaxaca	22,164
Guerrero	18,935
Sonora	18,651
San Luis Potosí	18,092
Sinaloa	17,147
Nayarit	15,306
Tlaxcala	14,782
Tabasco	14,206
Nuevo León	13,730
Baja California Sur	13,110
Colima	7,662
Campeche	5,614
Ciudad de México	4,769
Yucatán	3,993
Tamaulipas	848
Morelos	508
Quintana Roo	0

Fuente: SADER-SIAP. Boletín de leche, octubre-diciembre 2019.

<http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletin%20leche%20cuarto%20trimestre%20final%20paginas.pdf>

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

La figura 5 muestra de manera gráfica la distribución y representación de bovinos lecheros en cabezas por entidad federativa y a lo largo del país, al final del año 2019.

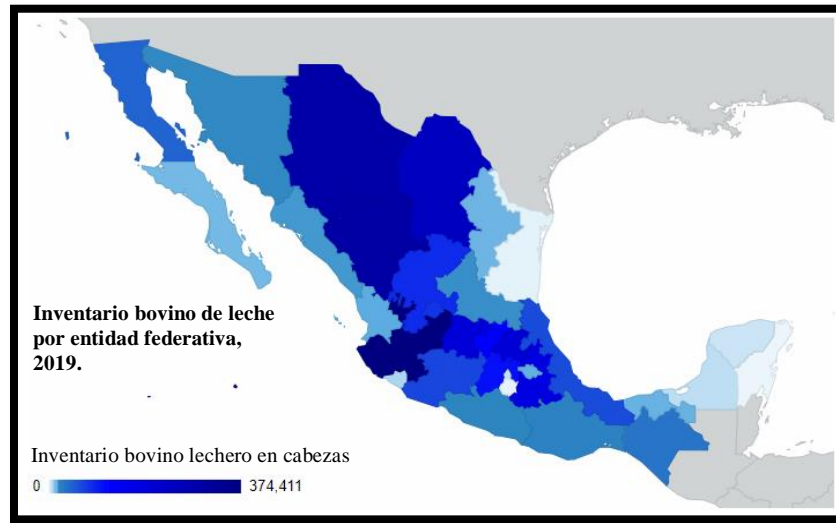


Figura 5. Mapa de calor representando la población ganadera en cabezas por entidad federativa. Fuente: Elaboración propia con información de SADER.

Con los colores mostrados en el mapa, se observa que los estados de la zona del Bajío y la zona centro norte, por la tonalidad azul que presentan, cuentan y concentran el mayor número de cabezas de bovino. Son los estados del sur, aquellos que no tienen un número elevado de inventario bovino en comparación a las entidades federativas que cuentan con el ganado lechero más grande.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Metodología

Existen múltiples variables que afectan o inciden en la producción lechera de un país tan complejo y diverso como lo es México. Es por lo anterior que, para poder sugerir un plan alternativo, más completo y con un mayor fundamento estadístico, numérico y cuantitativo, que *ayude a incrementar la producción (salidas) y la productividad en la industria nacional*, dejando fijo el número de recursos bovinos (entradas), la metodología o el procedimiento que va a acercarse a la solución se debe dividir en tres pasos:

1. Generar un análisis de varianza (ANOVA), que ayude a determinar cuál es la influencia e importancia de las regiones, ejercida sobre los montos de producción mensual del 2019 por estado presentados por la SADER; la producción de cada estado por mes se considerará como una muestra. El ANOVA, consistirá en una prueba estadística que va a comparar si existe una diferencia entre las medias estadísticas de los valores de producción para dos variables/factores: El tipo de región por conjunto de estados y los meses o las estacionalidades que se pueden presentar a lo largo del año.

La prueba constará del análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo. La matriz (MxN) a utilizar tendrá el siguiente arreglo: Para el primer factor, “Región” (M), se van a considerar tres grupos: Región tropical, árida y templada; dentro de cada grupo se van a considerar las producciones, con la región por estado asignado por la Secretaría de Economía, reportados en la tabla 12. Es necesario puntualizar que México cuenta con 32 estados, y para poder aplicar un ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo es necesario que cada grupo cuente con el mismo número de elementos. Al revisar la tabla 12, se nota que la Secretaría de Economía asignó 11 estados a la región árida, 11 a la templada y 10 a la tropical. Es por lo anterior que para poder correr ANOVA, se debe no considerar dos estados con el fin de homogeneizar el número de elementos por grupo, siendo estos, 10 elementos por grupo. Al analizar los números de producción mensuales por entidad federativa de la tabla 10, el que cuenta con la menor producción para los estados áridos es Tamaulipas y para los estados templados, es la

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Ciudad de México; éstos no se van a considerar como muestras. Para el segundo factor, “mes” (N), se va a acomodar la producción en miles de litros de enero a diciembre, comenzando por la izquierda con enero y concluyendo con diciembre hasta la derecha. El análisis ANOVA se va a ejecutar por medio de Excel 2016. El propósito del ANOVA, será poder determinar si el primer factor (región) es significativo y por ende genera un efecto sobre la variable de producción, si el segundo factor (mes/estacionalidad) es significativo y por ende genera un efecto sobre la producción y si al considerar ambos factores se vuelven significativos y generan un efecto sobre la producción mensual de leche. Se va a considerar un nivel de significancia o alfa de 0.05; lo anterior debido a que se busca generar medias estadísticas en la región crítica de las dos colas para la distribución de probabilidad el 5% de los eventos; si la media estadística se ubica en la región crítica se rechazará H_0 .

Las hipótesis a contrastar en el ANOVA, son:

- H_0 : No hay diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos. Lo que se traduciría en tres hipótesis nulas diferentes:
 - Se acepta H_0 o la hipótesis nula. No existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los tipos de región, o sea que los tipos de región no generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche.
 - Se acepta H_0 o la hipótesis nula. No existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los meses/estacionalidades, o sea que los meses o estaciones no generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche.
 - Se acepta H_0 o la hipótesis nula. No existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los meses/estacionalidades y tipos de región cuando se ejercen ambas variables, o sea que los tipos de región y los meses/estacionalidades no generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

- H1: Al menos un par de medias son significativamente distintas una de la otra. Lo que se traduciría en tres hipótesis diferentes:
 - Se rechaza H_0 o la hipótesis nula. Sí existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los tipos de región, o sea que los tipos de región sí generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche.
 - Se rechaza H_0 o la hipótesis nula. Sí existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los meses/estacionalidades, o sea que los meses o estacionalidades sí generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche.
 - Se rechaza H_0 o la hipótesis nula. Sí existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los meses/estacionalidades y tipos de región cuando se ejercen ambas variables, o sea que los tipos de región y los meses/estacionalidades sí generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche.

Una vez se tenga el resultado de la prueba ANOVA, se acepte H_0 o H_0 se rechace, se va a definir la importancia que deberá asignársele a los sistemas productivos. Al aceptar H_0 , el enfoque de la solución estaría en desarrollar un plan que priorice o replique características de los sistemas productivos como el intensivo, pues no habría relevancia en cuanto al efecto que tenga la región y ésta sería irrelevante en la solución, lo que se traduciría en que el número de litros producidos se puede controlar desde el interior del piso productivo, con las medidas y atmósfera pertinente para que el ganado bovino aumente su productividad. Al rechazar H_0 , el enfoque de la solución estaría en desarrollar un plan que dé la misma prioridad tanto al sistema productivo, como al tipo de región. Desafortunadamente, no se podrá correr un análisis ANOVA para buscar el nivel de significancia generado entre el ambiente productivo y los números de producción, puesto que no se encontró información sobre el porcentaje o en qué proporción incide/contribuye cierto sistema de producción a la producción mensual por estado.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

2. El segundo objetivo, constará de la determinación en la asignación del ganado bovino por estado de la forma menos arbitraria posible. Lo anterior quiere decir que, al analizar y relacionar las tablas presentadas por la SADER y la CANILEC con los resultados de la industria en 2019, principalmente las tablas de producción anual por estado e inventario bovino (cabezas) por entidad federativa 2019, tablas 9 y 13 respectivamente, se llegó a obtener los números de productividad por bovino.

“La productividad es una medida de salida (los resultados) dividida entre la entrada (los recursos). Si se habla de la productividad laboral, entonces se está definiendo un número de unidades de producción por hora trabajada” (Meyers y Stephens, 2005).

La fórmula para los cálculos de productividad fue obtenida de [Meyers y Stephens, 2005](#). Misma que es ajustada al cálculo diario de productividad de los bovinos en litros para el 2019. Por estados será la siguiente, ajustada de manera anual:

$$\text{Productividad (litros producidos por día)} = \frac{\text{Salidas (producción anual en miles de litros)}}{(\text{Entrada (número de bovinos por estado)} \times \text{Lapso de tiempo trabajado (365 días)} / 1000)}.$$

Nota: La fórmula mencionada, normalmente se calcula y utiliza con el denominador como un lapso de tiempo expresado en horas de trabajo continuo dentro de turno fabril (normalmente de 7 a 8 horas de producción continua). Este no es el caso, pues la producción de leche no se hace sobre horas jornaleras y continuas de producción; se realiza sobre los bovinos con una frecuencia de ordeña promedio, de dos a tres veces por día, por evento discreto. Por lo anterior, se ajustará la fórmula de productividad a días trabajados, asumiendo que al bovino se le ordeña de dos a tres veces al día por los 365 días al año.

En la tabla 15 se presenta el cálculo de productividad individual por bovino, para cada entidad federativa.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 15. Cálculo de productividad lechera por bovino, por entidad federativa.

Estado/Delegación	Producción en miles de litros 2019	Cabezas de vaca, 2019	Productividad 2019 (litros de leche por día, por vaca)	Producción anual por vaca 2019 (miles de litros)
Morelos	20,926.00	508.00	112.857297	41.19
Tamaulipas	19,649.00	848.00	63.482166	23.17
Chiapas	443,024.00	31,779.00	38.193914	13.94
Veracruz	747,350.00	61,024.00	33.552934	12.25
San Luis Potosí	150,302.00	18,092.00	22.760684	8.31
Campeche	42,837.00	5,614.00	20.905173	7.63
Tabasco	104,554.00	14,206.00	20.163967	7.36
Jalisco	2,541,915.00	374,411.00	18.600283	6.79
Oaxaca	147,833.00	22,164.00	18.273864	6.67
Sonora	113,429.00	18,651.00	16.662076	6.08
Coahuila	1,394,913.00	244,750.00	15.614625	5.70
Sinaloa	97,332.00	17,147.00	15.551584	5.68
Tlaxcala	83,179.00	14,782.00	15.416566	5.63
Michoacán	356,653.00	64,916.00	15.052245	5.49
Aguascalientes	421,018.00	77,645.00	14.855741	5.42
Colima	41,343.00	7,662.00	14.783150	5.40
Guerrero	87,190.00	18,935.00	12.615617	4.60
Baja California	191,667.00	43,421.00	12.093574	4.41
Guanajuato	859,944.00	197,758.00	11.913606	4.35
México	444,714.00	105,072.00	11.595806	4.23
Durango	1,242,953.00	303,001.00	11.238744	4.10
Chihuahua	1,160,432.00	294,629.00	10.790743	3.94
Querétaro	399,236.00	115,855.00	9.441088	3.45
Ciudad de México	12,402.00	4,769.00	7.124781	2.60
Baja California Sur	33,670.00	13,110.00	7.036352	2.57
Puebla	446,822.00	176,731.00	6.926741	2.53
Nayarit	38,184.00	15,306.00	6.834816	2.49
Zacatecas	185,531.00	84,490.00	6.016145	2.20
Hidalgo	416,520.00	198,823.00	5.739531	2.09
Nuevo León	22,957.00	13,730.00	4.580910	1.67
Yucatán	2,723.00	3,993.00	1.868338	0.68
Quintana Roo	4,663.00	-	0.000000	0.00
Total	12,275,865.00	2,563,822.00	13.69938348	5.000274969
			Mediana	Mediana



Fuente: Elaboración propia con información de la SADER.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

La Figura 6 muestra el mapa de calor con los colores para la productividad por bovino o cuántos litros genera cada bovino por estado.

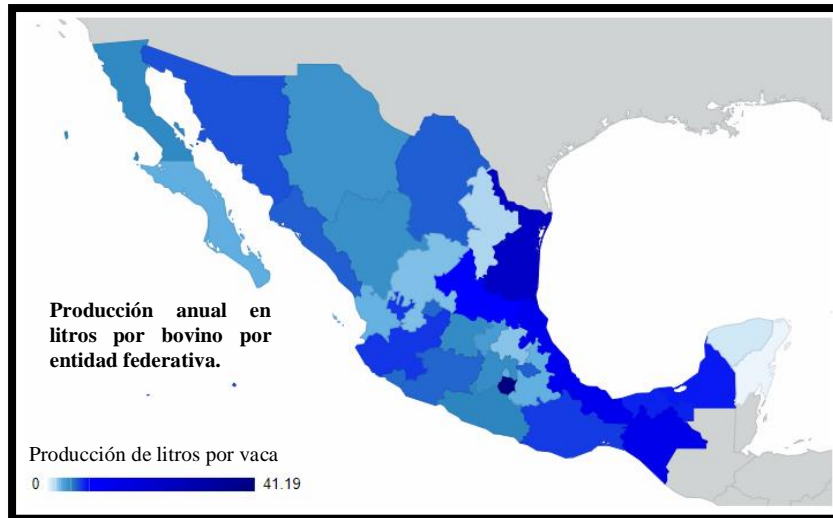


Figura 6. Mapa de calor representando la productividad por bovino en litros por entidad federativa. Fuente: Elaboración propia con información de SADER.

Se observa que Morelos es el estado con mayor productividad por bovino, alcanzando hasta 112.85 litros por día de trabajo por bovino y 41.19 miles de litros de producción anual por bovino, para el paupérrimo número de 508 bovinos con las que cuenta ese estado. Otros tres estados que cuentan con una alta productividad por bovino son: Veracruz, Tamaulipas y Chiapas.

Si se remite a la Figura 5 y contrasta con la Figura 6, se observa que Tamaulipas y Morelos, son las entidades federativas que mayor productividad obtienen por día de sus bovinos, pero al mismo tiempo son de los estados con menor inventario de cabezas y las menores producciones en total de litros al año.

Gracias al aumento en los números de productividades diarias por estado, se podrá establecer la relación entre el potencial productivo de cada entidad federativa contra las salidas/producciones aportados al sistema nacional, sin aumentar los recursos de entrada (en este caso el número de bovinos por estado) para poder alcanzar la

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

autosuficiencia nacional, eliminar la necesidad de importaciones, beneficiando así, la balanza comercial del país al reducir la dependencia con países terceros y lo más importante, haciendo frente al hambre, pobreza y desnutrición que sufre un elevado número de mexicanos. Este segundo ejercicio, como parte de la solución del problema es en extremo importante, pues presenta una posible solución de manera sencilla, sin necesidad *a priori* de invertir en recursos nuevos, al menos en ganado nuevo proveniente de otros países. Lo que busca este segundo ejercicio, es la redistribución de bovinos entre entidades federativas, pues al encontrar la relación de productividad por estado, se vuelve evidente que, sin necesidad de aumentar sus recursos bovinos y generando un mayor provecho a las productividades que presentan sus recursos animales, sus números de producción anual incrementarán. Por lo tanto, se deberá considerar y tener presente los siguientes enunciados:

1. Al tener un estado con una mayor productividad por bovino, sin necesidad de aumentar el inventario bovino se podría pensar que: La entidad federativa en cuestión, lleva a cabo mejores prácticas, sistemas y formas, con las cuales, a pesar de su alto o bajo nivel de tecnificación, su clima, región y los sistemas de producción predominantes en la zona, de alguna u otra manera la producción total generada por bovino, en litros, aumentará.
2. La restricción o consideración más importante tomada en cuenta para el ejercicio cuantitativo, implica que no se debe incrementar el número de ganado lechero en el país, se debe buscar la autosuficiencia nacional con el número de bovinos disponibles en el país y buscar la optimización en la producción por medio de la colocación del inventario vacuno en los estados con los números productivos por bovino más altos.
3. La redistribución que plantea el punto anterior, busca evitar la disminución total del ganado en cualquier estado, o sea llevar su número de inventario bovino a cero pues hacer eso, sin una sustitución de estas actividades económico productivas, tendría como resultado un impacto económico en la actividad económica del estado al cual se le solicitará que ceda inventario bovino para producir en otros estados, por lo anterior, el ejercicio cuantitativo también deberá restringir el número de bovinos que

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

pueden ser cedidas por entidad federativa, para minimizar el impacto negativo en la actividad económica del estado que cede inventario.

4. La viabilidad económica, los estudios medioambientales e incluso la investigación de las razones/causas puntuales del porqué un estado u otro tiene los números de productividad por bovino, en litros, no son alcance de esta tesis, pues como ya se ha dicho con anterioridad, este trabajo busca dar alternativas de solución a la problemática de la falta de autosuficiencia productiva lechera mexicana e impactar de manera positiva, tanto económicamente como el combate al hambre en México, reduciendo las importaciones y no incrementando la deuda pública. Los estudios de viabilidad de las soluciones aquí presentadas, son tema de discusión y análisis de otros estudios como un paso consecuente a lo aquí expuesto, con una investigación profunda en esos mismos rubros.

Para poder cumplir con el segundo objetivo y hacer la redistribución de bovinos de forma imparcial y dejándolo a un cálculo cuantitativo, se construirá y resolverá un modelo de programación lineal con su respectiva función objetivo, restricciones y condicionantes, basadas en la producción anual de litros, la productividad individual y el inventario de bovinos por estado, teniendo como restricción principal que no se debe aumentar el número de bovinos en el país, el cual, según la tabla 13 de la SADER, se encuentra en un total de 2,563,822 de cabezas. Este modelo se construirá y ejecutará en Excel 2016, su resolución será con la ayuda del algoritmo “Solver”. Las preguntas a resolver son *¿Cuánto inventario bovino necesita tener qué estado, para que, con base en su actual producción anual individual por cabeza bovina (tabla 14 de esta tesis), México pueda alcanzar la autosuficiencia nacional en producción de leche líquida? ¿Cuánto inventario bovino pueden ceder ciertos estados de manera igualitaria, sin que sea un número significativo y presuponga la desintegración de toda la industria estatal para poder no necesitar importar leche a nivel nacional y cubrir la demanda?*

¿Cuál será la función objetivo a alcanzar del problema de programación lineal? Será la demanda total agregada a nivel nacional de litros de leche, el número necesario de producto

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

que satisfaga el número de demanda que actualmente tiene el país y que tiene que estar cubriendo con importaciones de leche en polvo a través del programa gubernamental de “Abasto Social de Leche”, a cargo de LICONSA. El número objetivo de demanda a considerar será el presentado por la tabla 7, fila “Consumo Aparente”, columna 2019; 16,095,865 miles de litros de leche líquida. Se correrá el ejercicio con el único fin de llegar a la autosuficiencia, no así buscando generar superávit lechero para cubrir demanda y aparte exportar: Sin permitir ingresar bovinos extra al sistema, buscar el superávit productivo para exportación requeriría que el número de bovinos a ceder por parte de los estados menos productivos por unidad animal sea mayor; de esta manera, debilitando la actividad económica local. Se deberá redistribuir entre estados el mínimo indispensable.

La Función Objetivo (F.O) estará compuesta por la suma de las producciones necesarias por cada estado para poder alcanzar el objetivo de demanda; las variables de decisión, en este caso producciones estatales, se conforman por el número de bovinos requerido (X_{n-1}) multiplicado por su coeficiente, la producción anual por bovino (en miles de litros), por estado. Por lo tanto, así queda la función objetivo del modelo:

$$F.O = 41.19X_1 \text{ (Morelos)} + 23.17X_2 \text{ (Tamaulipas)} + 13.94X_3 \text{ (Chiapas)} + 12.25X_4 \text{ (Veracruz)} + 8.31X_5 \text{ (San Luis Potos)} + 7.63X_6 \text{ (Campeche)} + 7.36X_7 \text{ (Tabasco)} + 6.79X_8 \text{ (Jalisco)} + 6.67X_9 \text{ (Oaxaca)} + 6.08X_{10} \text{ (Sonora)} + 5.70X_{11} \text{ (Coahuila)} + 5.68X_{12} \text{ (Sinaloa)} + 5.63X_{13} \text{ (Tlaxcala)} + 5.49X_{14} \text{ (Michoacán)} + 5.42X_{15} \text{ (Aguascalientes)} + 5.40X_{16} \text{ (Colima)} + 4.60X_{17} \text{ (Guerrero)} + 4.41X_{18} \text{ (Baja California)} + 4.35X_{19} \text{ (Guanajuato)} + 4.23X_{20} \text{ (Estado de México)} + 4.10X_{21} \text{ (Durango)} + 3.94X_{22} \text{ (Chihuahua)} + 3.45X_{23} \text{ (Querétaro)} + 2.60X_{24} \text{ (Ciudad de México)} + 2.57X_{25} \text{ (Baja California Sur)} + 2.53X_{26} \text{ (Puebla)} + 2.49X_{27} \text{ (Nayarit)} + 2.20X_{28} \text{ (Zacatecas)} + 2.09X_{29} \text{ (Hidalgo)} + 1.67X_{30} \text{ (Nuevo León)} + 0.68X_{31} \text{ (Yucatán)}.$$

Notas sobre la F.O:

- No se considera Quintana Roo, puesto que, según la SADER, su inventario vacuno al 2019 fue de 0 unidades. Lo que genera una productividad por bovino inexistente.
- Aunque el orden en la asignación de X_n por estado, no afecta el resultado de la programación lineal, el ordenamiento se determinó de manera descendente, siendo

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

X1 el estado con mayor producción anual individual por bovino y siendo X31 la entidad federativa con menor producción anual individual por bovino.

Es por lo anterior y como se aprecia en la tabla 14, que los estados se dividieron en dos cuartiles. El cuartil uno, o el más bajo, corresponde a los estados que presentan una productividad por bovino menor a la mediana de todas las entidades federativas; mientras que el cuartil dos, o el más alto, corresponde a los estados que presentan una productividad por bovino mayor a la mediana de todas las entidades federativas. Según los cálculos hechos con base en la información de la SADER, el cuartil 2 inicia con los estados que presentan un indicador mayor a 5.0 miles de litros producidos por bovino, por lo tanto, la mediana será igual a 5. Son los estados con una producción anual por bovino menor a 5,000 litros aquellos que deberán ceder un porcentaje de su inventario bovino a las entidades federativas que se encuentran dentro del mayor cuartil, pues son ellos quienes le sacan el mayor provecho al potencial productivo de un bovino, son aquellos estados quienes con el número limitado o no tan limitado de ganado bovino lechero actual, cuando se mira la producción de manera disgregada a unidad productiva y no como colectivo estatal, aportan mayor cantidad al sistema productivo nacional.

Al ser una restricción preponderante el no permitir aumentar el número de inventario bovino dentro del sistema, buscando no superar las 2,563,822 cabezas, se debe buscar la flexibilidad en las restricciones e igualdades del problema, pues al no poder acrecentar el inventario sistémico, se establecieron rangos de máximos y mínimos para ciertos estados, siempre apuntando a hacer las selecciones y las condicionantes de la forma menos arbitraria posible, dejando la solución del problema completamente en manos del modelo matemático lineal. Las restricciones valorarán los números de bovinos que se deberán asignar por estado, considerando del lado izquierdo la variable de inventario que asignará el modelo y considerando del lado derecho de la igualdad el inventario actual, máximo o mínimo permitido por estado.

Las condicionantes de los estados en el menor cuartil, corresponden a dos tipos de restricciones, inventario menor o igual al número de bovinos que al 2019 poseía el estado e

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

inventario mayor o igual al número de bovinos que al 2019 poseía el estado menos un porcentaje tal de ese mismo inventario, que la suma de las restas de los porcentajes de inventario que van a hacerse a los estados del menor cuartil, sean suficientes para que los estados del mayor cuartil tengan recursos animales suficientes como para producir leche líquida suficiente, satisfacer la demanda nacional y que al mismo tiempo todos los estados del cuartil uno compartan el mismo porcentaje de ganado, sin hacer diferencias entre las entidades federativas. La forma de las restricciones quedaría así:

Restricciones para los estados del primer cuartil:

Mayor o igual:

- Inventario bovino asignado \geq Inventario actual de la SADER¹ * (1- Porcentaje de disminución permitido).

Menor o igual:

- Inventario bovino asignado \leq Inventario actual de la SADER.

O sea,

- Inventario actual de la SADER * (1- Porcentaje de disminución permitido) \leq Inventario bovino asignado \leq Inventario actual de la SADER.

En términos matemáticos:

$$X_{n-1} \geq X_{\text{inventario con disminución permitida}}$$

$$X_{n-1} \leq X_{\text{inventario actual de la SADER}}$$

Restricciones para los estados del segundo cuartil:

Mayor o igual:

- Inventario bovino asignado \geq Inventario actual de la SADER.

$$X_{n-1} \geq X_{\text{inventario actual de la SADER}}$$

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

1. Para consultar el inventario bovino reportado por la SADER, revisar la tabla 13.

Restricción del total de bovinos a nivel nacional:

$$\sum_{n=1}^{31} X_n - 1 + X_n - 1 + X_n - 1 + \dots X_n = 2,563,822 \text{ cabezas.}$$

En total, se considerarán 47 restricciones para todo el problema:

- 30 del primer cuartil.
- 16 del segundo cuartil.
- 1 restricción nacional de no sobrepasar el total actual a nivel nacional.

Al hacer varias iteraciones, buscando que el sistema cubra la demanda nacional, no se sobrepase el número total de bovinos a nivel nacional y que todos los 15 estados que corresponden al cuartil menor cedan el mismo porcentaje de su inventario bovino. Para que la F.O se vea satisfecha se tendrá que considerar un factor máximo de “Porcentaje de disminución permitido” del 6.39%.

3. El tercer paso consiste en buscar a través de literatura suficiente, las prácticas generales, los sistemas productivos empleados, técnicas, metodologías en el negocio de producción lechera, estrategias y consideraciones importantes que presentan los países desarrollados dentro de sus sistemas de producción primarios y que hayan contribuido al aumento de su eficacia, efectividad, productividades y eficiencias (como indicador de los ciclos de tiempo de proceso) a lo largo del tiempo. Dentro de esta búsqueda será necesario identificar los indicadores esenciales que demuestren los beneficios que han tenido los productores de leche al utilizar e implementar la vanguardia dentro de sus centros productivos o granjas.

Es por lo anterior que, en este apartado de metodología, será necesario y relevante revisar la literatura disponible presente en bases de divulgación científica de artículos como son: SpringerLink, ScienceDirect, Scopus y Ebsco Host, entre otros, sobre los sistemas actuales de producción lechera bovina en ambos países desarrollados. El propósito es estudiar, analizar y discernir sobre las mejores prácticas, elementos y/o sistemas de producción que les permite obtener tales rendimientos y niveles de producción en su industria lechera.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

La revisión anterior será con el fin de más adelante tener los elementos suficientes poder comparar y contrastar la situación actual mexicana con las prácticas internacionales, buscando sugerir y proponer alternativas para la adopción de dichas prácticas, elementos y/o sistemas de producción que posibiliten el aumento en la productividad de leche en México.

Como esta parte de la metodología utilizada en la tesis no cuenta con el uso de una herramienta estadística, matemática, algoritmo o la aplicación de una herramienta econométrica, la discriminación de la información que se va a investigar y a tomar en cuenta para la solución del problema, será directamente sopesada contra la información expuesta en el capítulo 1, “Antecedentes y Estado de la cuestión”, pues habrá que adoptar un enfoque realista que permitirá adecuar y/o tropicalizar esas mejores prácticas al sistema nacional.

Para entender por qué se seleccionaron los países desarrollados a estudiar y poder continuar la elaboración de una propuesta que contribuya a la mejora de la productividad en la generación de leche del sistema productivo mexicano, es necesario remitirse nuevamente a la tabla 6. Es importante darle un énfasis especial a la información presentada en la misma, debido a los tres indicadores presentados: Capacidad productiva (número de cabezas), Producción (miles de litros) y la Productividad (toneladas/cabeza).

Los países objeto de estudio serán Canadá y Estados Unidos, coincidentemente los socios regionales de México; Estados Unidos es el país individual con mayor producción a nivel mundial y cuenta con el mejor índice de productividad, mientras que Canadá cuenta con productividades extraordinarias considerando que cuenta con una capacidad productiva muy restringida en número de bovinos.

Si bien es cierto que, en su conjunto, los niveles de rendimiento y de producción en miles de litros de Estados Unidos son los que mejor desempeño presentan en la tabla, es necesario tener en cuenta también, que su extensión territorial le permite tener una amplísima capacidad productiva con su inventario bovino, el cual es diez veces mayor a los mostrados por Canadá. Canadá también cuenta con una vasta extensión territorial, tal como lo hace Estados Unidos, pero los climas presentados por región en este país reducen las cantidades de suelo que se pueden destinar a los sistemas de producción ganaderos de leche. Este punto se puede

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

entender si se toma en cuenta que el tamaño territorial de Canadá y de Estados Unidos es muy similar, 9.985 millones de km² y 9.834 millones de km² respectivamente, incluso, el territorio canadiense es ligeramente mayor. Lo anterior levanta una interrogante: ¿Qué prácticas se adoptaron e implementaron en los sistemas productivos lecheros, tanto canadienses como norteamericanos, para tener tales índices de productividad por bovino?

Resultados Obtenidos

RESULTADOS ANOVA.

Como se comentó en el capítulo de “Metodología”, se corrió un análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo en Excel. Los resultados del ejercicio son presentados en la figura 7:

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	81,440,532,658.85	2	40,720,266,329.42	19.64	0.00	3.02
Columnas	917,287,077.50	11	83,389,734.32	0.04	1.00	1.82
Interacción	305,209,761.55	22	13,873,170.98	0.01	1.00	1.58
Dentro del grupo	671,827,247,369.60	324	2,073,540,886.94			
Total	754,490,276,867.50	359				

Figura 7. Resultados de ANOVA de dos factores con varias muestras. Fuente: Elaboración propia.

Primer factor: Región.

Debido a que F (proviene de la prueba estadística F, en ANOVA representa: la variación que puede haber de una media con otra para las muestras / variación encontrada en las muestras) es mayor al valor crítico calculado en tablas para F, se rechaza H₀ o la hipótesis nula. Sí existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los tipos de regiones, o sea que los diferentes tipos de regiones, analizados de forma aislada y por sí solos, sí generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche. El valor de P o probabilidad es igual a 8.911×10^{-09} , menor al valor de significancia, el cual se consideró como 0.05. Esta aseveración hace sentido, pues al tener

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

sistemas productivos predominantes por región, con diferentes características que han incidido en los números de producción lechera, sí habrá diferencias significativas entre una región y otra, como es el caso de la región árida de la Región Lagunera con sus sistemas productivos intensivos.

Segundo factor: Meses/Estacionalidad.

Debido a que F es menor al valor crítico calculado en tablas para F ; y el valor P es mayor a alfa, se acepta H_0 o la hipótesis nula. No existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los meses/estacionalidades, o sea que los diferentes meses del año o estacionalidades no influyen algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche. El valor de P o probabilidad es igual a $\overline{0.9999}$, mayor al valor de significancia, el cual se consideró como 0.05.

Región y Meses/Estacionalidad.

Debido a que F es menor al valor crítico calculado en tablas para F ; y el valor P es mayor a alfa, se acepta H_0 o la hipótesis nula. No existe una diferencia significativa entre las medias estadísticas en los números de producción para cada uno de los meses/estacionalidades y las regiones cuando se ejercen ambas variables, o sea que las regiones y los meses/estacionalidades no generan algún tipo de efecto sobre los resultados en producción de leche. El valor de P o probabilidad es igual a 1, mayor al valor de significancia, el cual se consideró como 0.05.

Ya que el interés de la prueba es ver si tanto la estacionalidad mensual como el tipo de región en su conjunto influyen estadísticamente en la producción nacional de leche líquida mexicana, se va a tomar en cuenta como resultado la interacción de ambos factores.

RESULTADOS EJERCICIO PROGRAMACIÓN LINEAL.

Al correr el ejercicio de programación lineal, buscando encontrar el número óptimo de bovinos necesarios por entidad federativa, multiplicado por las productividades individuales por bovino lechero, se obtuvo una solución viable al problema, una solución en la cual se

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

puede satisfacer, con el número de bovinos actuales y sin incrementar una más, la producción necesaria de leche líquida en miles de litros.

Parte de la solución de este problema requiere de la suma de esfuerzos a nivel nacional: Al permitirle cierta holgura al sistema y a las restricciones, tomando la decisión de disminuir y de que sean los estados con los menores rendimientos por bovino aquellos quienes deberán ceder un determinado número de bovinos (*6.39% de su inventario bovino*) a los estados con los mayores rendimientos, con el fin de que se pueda aprovechar las prácticas y formas productivas de las entidades federativas eficientes, teniendo como objetivo sacar el mayor beneficio potencial de los bovinos y sumar nuevos recursos productivos a sus números de inventario y poder aumentar la producción lechera hasta alcanzar los niveles necesarios de litros para cubrir la demanda nacional.

El resultado del ejercicio de programación lineal indica que será necesario incrementar, de manera dramática, el inventario bovino en un solo estado, el Estado de Morelos. El Estado de Morelos es el cual, según la información obtenida con base en las tablas y reportes tanto de la SADER como la CANILEC, 2019, cuenta con el rendimiento productivo más alto del país, pues cada bovino, en promedio a nivel estatal, está dando 41.2 mil litros al año y actualmente sólo cuenta con un pírrico inventario de 508 bovinos. El modelo indica que se debe aumentar el ganado bovino en 101,447 unidades. Si multiplicamos (101,447 bovinos necesarias + 508 bovinos actuales) * un rendimiento individual de 41.19, se obtendrá una producción estatal morelense anual de 4,199,526.45 miles de litros. Considerando que actualmente el sistema productivo lechero mexicano, sólo puede generar 12,275,865 miles de litros de los 16,095,865 miles de litros necesarios o demandados, tenemos una diferencia de 3,820,000. Es Morelos, el estado con sus rendimientos bovinos, el cual puede llevar la producción del país a la autosuficiencia nacional, produciendo la diferencia de litros necesaria. Es importante mencionar que no se tendría superávit productivo, pues hay que considerar que a los estados menos productivos se les va a disminuir el número de bovinos, por lo tanto, el modelo está diseñado para que los resultados obtenidos den como producto,

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

la generación exacta de 16,095,865.00 miles de litros anuales, sin incrementar el ganado bovino dentro del sistema.

La tabla 16 muestra el resumen del resultado del ejercicio de programación lineal para la redistribución de inventario bovino productor de leche y la reconfiguración de inventarios a lo largo del país.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tabla 16. Resumen y comparativo del escenario de producción actual estatal contra el escenario de producción sugerido estatal.

Entidad Federativa	Producción anual por vaca (miles de litros)	Inventario actual	Producción actual	Inventario sugerido	Producción potencial sugerida
Morelos	41.19	508.00	20,926.00	101,954.97	4,199,822.38
Tamaulipas	23.17	848.00	19,649.00	848.00	19,649.00
Chiapas	13.94	31,779.00	443,024.00	31,779.00	443,024.00
Veracruz	12.25	61,024.00	747,350.00	61,024.00	747,350.00
San Luis Potosí	8.31	18,092.00	150,302.00	18,092.00	150,302.00
Campeche	7.63	5,614.00	42,837.00	5,614.00	42,837.00
Tabasco	7.36	14,206.00	104,554.00	14,206.00	104,554.00
Jalisco	6.79	374,411.00	2,541,915.00	374,411.00	2,541,915.00
Oaxaca	6.67	22,164.00	147,833.00	22,164.00	147,833.00
Sonora	6.08	18,651.00	113,429.00	18,651.00	113,429.00
Coahuila	5.70	244,750.00	1,394,913.00	244,750.00	1,394,913.00
Sinaloa	5.68	17,147.00	97,332.00	17,147.00	97,332.00
Tlaxcala	5.63	14,782.00	83,179.00	14,782.00	83,179.00
Michoacán	5.49	64,916.00	356,653.00	64,916.00	356,653.00
Aguascalientes	5.42	77,645.00	421,018.00	77,645.00	421,018.00
Colima	5.40	7,662.00	41,343.00	7,662.00	41,343.00
Guerrero	4.60	18,935.00	87,190.00	17,725.05	81,618.56
Baja California	4.41	43,421.00	191,667.00	40,646.40	179,419.48
Guanajuato	4.35	197,758.00	859,944.00	185,121.26	804,993.58
México	4.23	105,072.00	444,714.00	98,357.90	416,296.78
Durango	4.10	303,001.00	1,242,953.00	283,639.24	1,163,528.30
Chihuahua	3.94	294,629.00	1,160,432.00	275,802.21	1,086,280.40
Querétaro	3.45	115,855.00	399,236.00	108,451.87	373,724.82
Ciudad de México	2.60	4,769.00	12,402.00	4,464.26	11,609.51
Baja California Sur	2.57	13,110.00	33,670.00	12,272.27	31,518.49
Puebla	2.53	176,731.00	446,822.00	165,437.89	418,270.07
Nayarit	2.49	15,306.00	38,184.00	14,327.95	35,744.04
Zacatecas	2.20	84,490.00	185,531.00	79,091.09	173,675.57
Hidalgo	2.09	198,823.00	416,520.00	186,118.21	389,904.37
Nuevo León	1.67	13,730.00	22,957.00	12,852.65	21,490.05
Yucatán	0.68	3,993.00	2,723.00	3,867.78	2,637.61
Quintana Roo	-	-	4,663.00	-	-
Total		2,563,822.00	12,275,865.00	2,563,822.00	16,095,865.00



Fuente: Elaboración propia, con información de la SADER.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

La figura 8 muestra una representación de la nueva distribución y colocación de inventario bovino por entidad federativa a nivel nacional; como es visible, existe un cambio en las tonalidades de azul que reciben ciertos estados, lo anterior debido a que se redujo en un 6.39% el inventario bovino lechero de: Guerrero, Baja California, Guanajuato, Estado de México, Durango, Chihuahua, Querétaro, Ciudad de México, Baja California Sur, Puebla, Nayarit, Zacatecas, Hidalgo, Nuevo León y Yucatán por un total de 101,447 cabezas y se aumentó en un 19,969.88% el número de bovinos en Morelos.



Figura 8. Mapa de calor representando la nueva distribución sugerida de bovinos por entidad federativa. Fuente: Elaboración propia con información de SADER.

En la figura 9, se aprecia el comparativo en el cambio de tonalidades de azul mostradas por 2 mapas de calor, figuras 6 y 8. En algunas entidades federativas no es tan perceptible el cambio de tonalidad de un escenario a otro, pues de entrada ciertos estados ya contaban con un número muy reducido de ganado lechero en comparación a otros estados con tonalidades mucho más marcadas.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Comparativo de la distribución de inventario bovino, por entidad federativa.

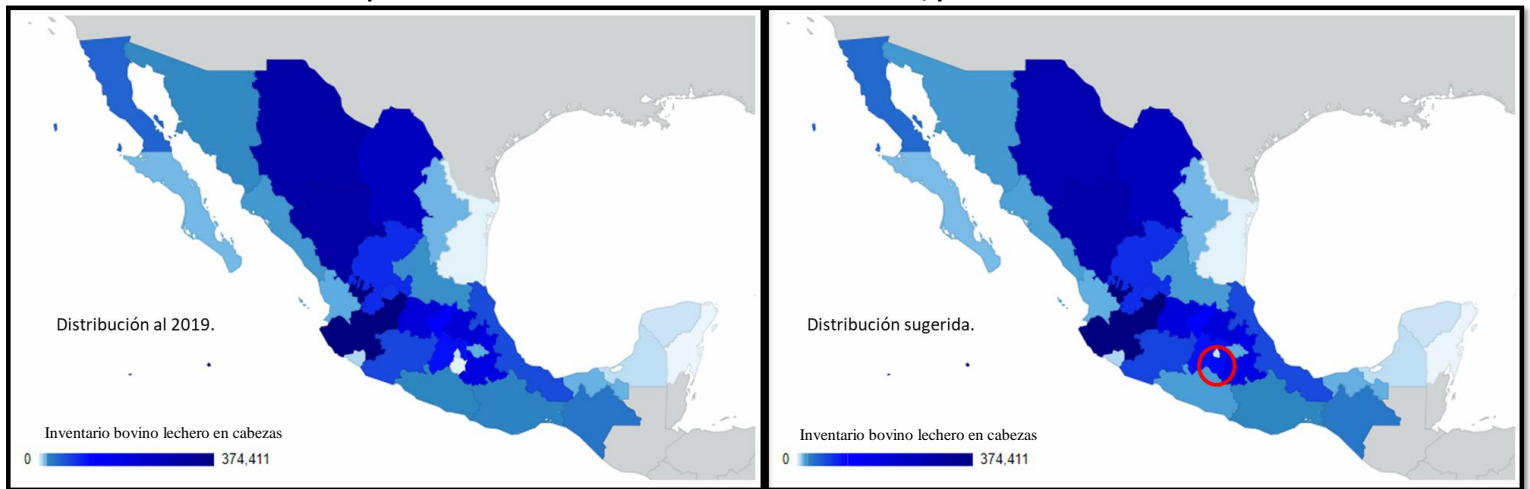


Figura 9. Mapas de calor comparativos entre la distribución de bovinos al 2019 por estado y el nuevo arreglo sugerido para alcanzar la autosuficiencia nacional. Fuente: Elaboración propia con información de SADER.

SISTEMAS PRODUCTIVOS Y PRÁCTICAS EXITOSAS EN PAÍSES DESARROLLADOS COMO CANADÁ Y ESTADOS UNIDOS.

Después de llevar a cabo una extensa investigación literaria sobre las diferentes metodologías y sistemas de producción encontrados para Estados Unidos (el mayor productor de leche a nivel internacional) y Canadá (un país con un índice de productividad extraordinario por bovino), los siguientes son los resultados de dicha búsqueda literaria.

La industria lechera en países desarrollados ha sufrido cambios drásticos a lo largo de las décadas recientes. La productividad promedio por bovino ha ido en incremento debido a varias razones: Mejoras en la nutrición; prácticas administrativas; la selección genética de leche para la producción; la adopción de nuevas tecnologías, como pueden ser alimentadores automatizados, monitoreo de actividad bovina, y sistemas de producción automatizados; la reducción de enfermedades como la mastitis y la cojera, entre otras.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Prácticas productivas, tecnologías y aplicaciones.

Durante las últimas dos décadas, la industria lechera norteamericana ha sufrido importantes cambios estructurales y ha adoptado técnicas productivas enfocadas al aumento de la producción y la productividad toneladas/cabeza en sus sistemas de producción. (Gillespie et al., 2014).

La industria lechera estadounidense ha tenido un crecimiento en el cual el promedio de producción por bovino se ha doblado y la producción por granja ha crecido en el orden de las 12 veces. (Khanal et al., 2010). A lo largo de las dos décadas, la producción total de la industria lechera norteamericana tuvo un incremento del 30%; el número de granjas decreció en un 66%, lo que indica que el número de bovinos por granja y el tamaño del hato se incrementó de manera drástica, necesariamente incrementando de igual forma la infraestructura en granjas y centros productivos y la producción de leche por bovino creció por un 42%; en Estados Unidos, la producción anual de leche por bovino se ha triplicado, de 2404 kilogramos en 1953 a 9049 en 2007, mientras que el inventario bovino se ha ido reduciendo, tuvo su pico alto en 1944 con 25 millones, para 2011 tuvo 9 millones (Jacobs y Siegford, 2012) y el 2019 cerró con 9,336 miles de cabezas (SADER, 2019). Estos aumentos se han dado gracias a la adopción de tecnologías que influyen la productividad, prácticas administrativas y sistemas productivos (TMPPS, por sus siglas en inglés) (Gillespie et al., 2014). Al analizar los datos se puede notar un cambio inverso entre el inventario bovino disponible y la productividad por cabeza, que a su vez aumentó el número total de producción lechera.

Por lo general, el productor adoptará el TMPPS si sirve para incrementar la utilidad económica de la fábrica y si se ajusta a las restricciones de recursos con las que cuenta el productor. Para la adopción de los mismos se deben analizar varias cosas, como: Aumento de sus números de producción, el precio de venta y/o los precios productivos, si la adopción puede suceder con la tierra disponible, el capital en mano, la fuerza laboral y los accesos a opciones crediticias. (Gillespie et al., 2014).

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Tradicionalmente, las operaciones en esta industria lechera han dependido en gran medida de la mano de obra y la fuerza laboral; pero gracias a los avances tecnológicos y la innovación la industria norteamericana ha podido ir evolucionando hacia un mejor desempeño. Las siguientes son algunas de las tecnologías, prácticas y sistemas que se adoptaron de manera paulatina desde inicios del siglo: Sostenimiento de pluma con una arandela de ubres, la recombinación de somatotropina bovina (“La somatotropina es la hormona de crecimiento liberada naturalmente de la glándula pituitaria bovina y muchos otros tejidos (especialmente del hígado), se añade a receptores externos de las células, los cuales desencadenan la secreción de la sustancia IGF1, Factor-1 de crecimiento parecido a la insulina, como molécula de señalización autócrina y endócrina (Lawrie’s Meat Science (Eighth Edition), 2017)), membresía en la “Asociación para el mejoramiento del ganado lechero”, sistemas computarizados de entrega de alimento vacuno, sistemas computarizados de ordeña, empleo de nutriólogo para la correcta formulación de raciones, controles especializados de veterinarios, la ordeña de bovinos 3 veces al día, salas especializadas de ordeño, unidades de ordeña con inicio automático y prácticas inteligentes de abastecimiento de insumos, entre otros. (Khanal et al., 2010).

La producción de leche en Estados Unidos ha tenido su mayor y reciente crecimiento en la parte oeste del país, en una región que tradicionalmente no se dedicaba a la producción de lácteos, ya que la industria se encontraba centralizada en ciertas regiones, como son la noreste y el centro oeste superior (esta descripción de actividad regional de la industria puede ser fácilmente extrapolada a México, donde la producción está centralizada en ciertos estados/regiones y donde hay estados con enorme potencial de aumento productivo, pero con producción actual paupérrima) (Khanal et al., 2010).

Varios autores han establecido y subrayado la importancia que ha adquirido la tecnología, “cambiando la manera en la que se produce” aportando una alta especialización y facilitación de procesos.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

TMPPS.

Innovaciones tecnológicas y computarizadas.

Pluma sostenida con arandela de ubres.

Las ubres bovinas pueden ser lavadas y enjuagadas en la pluma antes de entrar a la cámara de ordeña. Estos sistemas utilizan agua caliente y sistemas de rocío automatizado o enjuagado por medio de la inmersión de ubre. Esta tecnología hace gran contraste con el lavado y limpieza manual de ubres. (Khanal et al., 2010).

Sistemas computarizados de alimentación.

Los costos de alimentación representan una gran parte del costo productivo de la leche. De esta forma, mejorando los sistemas de alimentación se puede afectar de manera positiva la utilidad o las ganancias. Una manera de alimentar al ganado de forma automatizada es usar un sistema computarizado integrado que identifica al bovino y con base en sus necesidades energéticas, velocidades de alimentación vacuno, etapa de lactancia, entre otros, suministra la cantidad de alimento requerida. (Khanal et al., 2010).

Sistemas computarizados de ordeña o sistemas automatizados de ordeña.

Los Sistemas Automatizados de Ordeña (SAO, por sus siglas en inglés AMS, Automatic Milking Systems), pueden variar dentro de un largo espectro de actividades, desde sistemas que automatizan el posicionamiento de las copas de succión a las ubres hasta sistemas completos y automatizados. Por lo general se encuentran ligados a los sistemas automatizados de alimentación y podrían tener sistemas de lavado automático (Khanal et al., 2010). Estos sistemas tienen el potencial de incrementar la producción de leche hasta en un 12%, al mismo tiempo que tiene la capacidad de reducir el trabajo en un 18%. Un beneficio excelente de este sistema es que permite y posibilita al bovino tomar la decisión de cuándo desea ser ordeñada; permiten que el bovino visite de manera voluntaria la estación de ordeña en múltiples ocasiones a lo largo del día (Jacobs y Siegford, 2012). Una granja exitosa que trabaja con los SAO, es aquella en la que se tienen altos índices productivos, bovinos con

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

buena salud y evita la necesidad de que el productor o su recurso humano tenga que seleccionar de entre todo el rebaño y tenga que arriarla desde el punto de origen hasta la estación de ordeña (King et al., 2016), actividad que hace al productor incrementar el tiempo estándar del proceso, generando un costo de oportunidad en los números de producción por mes.

Como en cualquier instalación productiva, un importante punto a considerar para el éxito en la implementación y sostenibilidad de una granja enfocada en el uso de los sistemas automatizados es una buena planificación de instalaciones; es el paso anterior que va a definir el éxito en la sostenibilidad y productividad de una granja enfocada en el uso de los SAO. Es por lo anterior que una gran cantidad de estudios tienen enfoque en el diseño de las instalaciones. (King et al., 2016).

Las granjas lecheras que hoy en día operan a través de SAO, cuentan con un promedio de 2 robots lecheros y pueden atender a un promedio de 51 bovinos. A través de un estudio realizado a productores de 217 SAO en Canadá en 8 provincias, lo que sería el símil al estado mexicano, se pudo constatar que en las granjas que adoptaron el sistema automatizado, el tamaño del ganado lechero promedio pasó de 77 bovinos a 85, dando un incremento del casi 10%. Los beneficios obtenidos, según las encuestas realizadas a los productores fueron: Reducción en los índices de mastitis clínica y una mejora en la salud bovina (“Inflamación de la ubre que afecta al menos un cuarto de la glándula mamaria” (Handbook of Organic Food Safety and Quality, 2007)); aumento de un 63% en los índices de concepción bovina; aumento en la producción de leche líquida, mejora en la comodidad del ganado e incluso una mejor calidad de vida para el productor, debido a la reducción de tareas gracias al apoyo de los sistemas automatizados. Al transicionar a un sistema SAO, el 55% de los productores cuestionados tuvo que construir nuevos graneros, mientras que el 71% hizo cambios en su sistema de vivienda. Los cambios fueron necesarios para poder instalar los sistemas automáticos. De las granjas consultadas el 40% contaba con un robot, el 43% contaba con 2, el 10% con 3 y el 7% contaba con más de cuatro robots lecheros (Tse C et al., 2017).

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Existen dos problemas con la ordeña exagerada y la carente, al ordeñar de forma exagerada, en donde ya no existe un flujo de leche se aumentan los riesgos de que el bovino contraiga mastitis y la ordeña carente o no suficiente genera bajos niveles de productividad, rentabilidad y bajos niveles de producción. Es por esto, que estos sistemas cuentan con sensores los cuales indican cuándo se ha detenido el flujo de leche. Una vez que el indicador da la señal a la unidad de ordeña, la unidad apagará el sistema de succión, liberando así la ubre del bovino y retrayéndose de forma automática del espacio del bovino. Estas unidades traen consigo el beneficio de aumentar la productividad del animal, el número de bovinos ordeñados por trabajador, mejora ergonómica del trabajador y cuidado de la salud bovina. (Khanal et al., 2010). Conforme avanza la tecnología, la recolección de datos se vuelve cada vez más y más relevante. Los SAO, representan una alternativa viable e inteligente para administrar la producción lechera. Gracias a la instalación, uso y aplicación de estas estaciones, a través de los sensores los sistemas automáticos generan inmensas cantidades de información detallada por bovino, particularmente información sobre la salud de las ubres, la producción de leche y su calidad, el estatus reproductivo y la ingesta de alimentos, entre muchos otros indicadores. La alta generación y recopilación de datos con alto valor informativo es mucho más complicada de obtener con los anteriores sistemas productivos, posibilitando al monitoreo a detalle. (Jacobs y Siegford, 2012). Las ventajas aportadas por estos sistemas son de suma importancia, pues permiten al productor estudiar tendencias sobre su ganado, sustentadas por cantidades masivas de información en tiempo real.

El índice de éxito en la instalación y uso del SAO en ganado comercial se encuentra dentro de un rango del 85% al 98%, los estudios recientes indican índices de éxito más altos, lo cual indica mejoras tecnológicas a los SAO para la producción lechera (Jacobs y Siegford, 2012).

Sistemas computarizados de alimentación.

Los sistemas tradicionales de producción en Norte América tenían la práctica de alojar al ganado de manera individual y de alimentar a los bovinos lecheros de forma manual a

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

través de cubetas y/o botellas; los sistemas automáticos de alimentación, permiten una mayor frecuencia en la alimentación y los bovinos por lo general son alojadas en grupos.

Los costos de alimentación representan una gran parte del costo productivo de la leche, de esta forma, mejorando los sistemas de alimentación se puede afectar de manera positiva la utilidad o las ganancias. Una manera de alimentar al ganado de forma automatizada usa un sistema computarizado integrado que identifica al bovino y con base en sus necesidades energéticas, velocidades de alimentación vacuno, etapa de lactancia, entre otros, suministra la cantidad de alimento requerida. (Khanal et al., 2010).

Tecnologías biológicas y de crianza.

Tecnologías de cruce como parte de la selección genética.

Un estudio del 2006 elaborado por Shook, sugiere que la mejora genética ha contribuido al 55% del aumento de productividad por bovino y ha reducido en una tercera parte el tiempo para el concebimiento bovino. La selección genética mejorada puede darse por medio de la inseminación artificial, la transferencia de embriones o los métodos de cría convencionales. Tanto la inseminación artificial como la transferencia de embriones (consiste en transferir embriones de un bovino donante a una bovino receptora con menor valor de mercado) permiten el uso de ciertas tácticas y rasgos específicos al incrementar los genes disponibles. (Khanal et al., 2010). El semen sexuado de toro es otra tecnología de índole genética que se podría implementar, una vez recolectado el semen de toro, por medio de la manipulación genética se puede determinar el sexo del animal para después llevar a cabo la inseminación artificial (Gillespie et al., 2014).

Somatotropina recombinante.

El uso de la somatotropina trae consigo dentro de la productividad y la producción un extra de 4.45 kg de leche por día y el proceso de lactancia del bovino puede ser extendido. El uso de esta tecnología suena un poco controversial, pues cada vez más consumidores se

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

están haciendo conscientes del origen de los productos que consumen y optan por alternativas orgánicas y más naturales. (Khanal et al., 2010).

Prácticas administrativas.

Utilización y supervisión de un nutriólogo para el diseño de alimento y compras alimentarias.

Como en cualquier ser vivo, la alimentación lo es todo; es de gran relevancia entender y suministrar una nutrición de calidad al ganado bovino, pues esta práctica pone las bases inmediatas para la mejora en la salud de los bovinos y los rendimientos o productividades lecheras. De igual forma evita que ciertos nutrientes se pierdan con el excremento. Es por lo anterior que la alimentación del ganado bovino debe ser supervisada por un profesional. (Khanal et al., 2010).

Consulta regular y servicios de un veterinario profesional.

Promueve la salud de la manada y la eficiencia en cuanto a alimentación, el objetivo siempre será la productividad a través de la salud bovina. Como en cualquier sistema productivo, se deben tener los elementos productivos en buen estado, cuidados, bien mantenidos y con una buena administración (Gillespie et al., 2014).

Registro de información individual por bovino e información general del desempeño de la granja.

A través de esta práctica en donde se podrían utilizar datos sobre la minería de datos y el big data, se podría almacenar información sobre el desempeño de cada bovino, de la granja, y de esa manera emplear técnicas de análisis de datos. Estas prácticas ayudan al productor a la cría, sacrificio (por cuestiones de salud) y la toma de decisiones para aumentar la productividad, la eficiencia, eficacia y efectividad (Gillespie et al., 2014).

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Compra anticipada de insumos.

El propósito de esta buena práctica administrativa/productiva es el aseguramiento en el suministro de materias primas e insumos necesarios para poder llevar a cabo la producción. Un ejemplo de compra anticipada sería, la contratación de un servicio de entrega y abastecimiento del alimento de ganado bovino, pactando un precio específico con el proveedor y así reduciendo el riesgo operativo. (Gillespie et al., 2014).

Negociación de descuentos y reducción de precios en insumos.

Este punto va muy de la mano con el anterior, pues al contratar un servicio con un flujo estable de materias prima, condicionadas bajo un volumen de compra (entre mayor volumen mejor). Conforme la operación vaya creciendo, se podrán pactar precios mucho más competitivos bajo los modelos de economías de escala. (Gillespie et al., 2014).

Sistemas productivos

Ordeña bovina tres veces al día.

Para maximizar de manera eficiente los salones de ordeña por bovino, los productores pueden llegar a ordeñar al mismo bovino tres veces al día. Los estudios hechos han mostrado un incremento del 6 al 19% en la producción, esto asociado a una tercera ordeña. Una ventaja adicional de esta estrategia productiva es que ayuda a resolver el problema encontrado con el deterioro de la calidad lechera en las últimas etapas de lactancia (Khanal et al., 2010).

Salones de ordeña especializados.

La ordeña de ganado bovino, en mayor o menor escala se lleva a cabo dentro de salones de ordeña especialmente contruidos para ese propósito. Existen varios formatos y arreglos de los salones, se tiene en espina de arenque, en paralelo, en columpio, apertura lateral, en polígono, plano, etc. Generalmente, los bovinos ingresan a los salones de plataformas elevadas. Una alternativa al sistema de sala es el granero de candelero o corbata, generalmente utilizando ordeñadoras de cubos o sistemas de tuberías alrededor del granero.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Los sistemas de puntales, son por lo general utilizados en granjas más pequeñas, tienden a requerir más mano de obra. Para las fincas pequeñas, el costo de la tecnología de puntales es generalmente más bajo que el de la tecnología de sala, la cual es más rentable en establos con números mayores a 160 bovinos, lo que sugiere importantes economías de tamaño asociadas (Khanal et al., 2010).

Por lo general, el granjero adoptará el TMPPS si sirve para incrementar la utilidad económica de la fábrica y si se ajusta a las restricciones de recursos con las que cuenta el productor. Para la adopción de los mismos se deben analizar varias cosas, como: Aumento de sus números de producción, el precio de venta y/o los precios productivos; si la adopción puede suceder con la tierra disponible, el capital en mano, la fuerza laboral y los accesos crediticios.

Análisis y discusión de resultados

Como ya se ha planteado anteriormente, la alternativa integral que busca dar solución al problema de la producción nacional de leche, en cuanto a que no se logra cubrir la demanda interna y se recurre a la importación de leche en polvo, constó de tres componentes y de los cuales, en este apartado se va a discutir el resultado obtenido para cada uno de los ejercicios:

1. ANOVA.

El propósito del uso de la herramienta estadística de ANOVA (análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo), fue ver si tanto la estacionalidad mensual como el tipo de región influyen estadísticamente en la producción nacional de leche líquida mexicana. Los resultados obtenidos indican que no existe una diferencia significativa entre las variables “tipo de región” considerado para cierto grupo de estados y “el mes o la estacionalidad” que inciden en los números productivos de leche líquida.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Lo anterior quiere decir y hace pensar que, al aislar los resultados del ANOVA a las producciones sólo por tipo de región, el tener la producción en una u otra, sí detonará diferentes resultados productivos, sin embargo eso no quiere decir que necesariamente será por las diferentes estacionalidades o meses que se pueden presentar a lo largo del año (a pesar de que influya directa o indirectamente en ciertos escenarios como el de la abundancia de agua y de forraje, los cuales contribuyen de manera positiva a aumentar producciones), ya que de forma aislada los meses y estacionalidades no presentaron diferencias significativas en sus medias estadísticas, y en su conjunto ambos factores no influyen. Por lo tanto, los estados podrían producir un número deseado de litros al mes o en su defecto, por año, en un ambiente artificialmente planeado (trabajando bajo el sistema productivo deseado/necesario) bajo condiciones que el productor puede controlar. Estas condiciones pueden ser: Tecnologías a utilizar; estrategias y planes productivos; mano de obra deseada y seleccionada con un nivel deseado de conocimientos técnicos; trato, alimentación y mantenimiento de los recursos productivos (bovinos lecheros); control de insumos y materia prima para ganado; etc. Así, el productor puede supeditar una planeación productiva basada específicamente en cuestiones propias de sus formas y prácticas productivas y no deberá producir bajo un ambiente influenciado por el clima, el cual no sólo no está bajo su control, sino que su planeación de la producción no tendrá que estar adaptado de manera obligatoria a las condiciones climatológicas presentadas en su entidad federativa.

El resultado del ANOVA en este caso es beneficioso para la alternativa de solución, pues permite planear y ejecutar diferentes planes para aumentar rendimientos y producciones de leche con mayor libertad y debilitando el argumento de que, debido a las estacionalidades y el clima, el sistema productivo lechero se enfrenta a barreras e impedimentos por los cuales se debe priorizar en ciertos estados que presenten cierto clima o estén en cierta región.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Al no buscar influenciar los resultados de los ejercicios (ANOVA y programación lineal) con decisiones arbitrarias, ahora que quedó demostrado con datos y de manera estadística que no existe influencia significativa de dos importantes variables sobre el desempeño productivo, el plan de acción para lograr la autosuficiencia nacional lechera, depende del resultado que determinó el modelo de programación lineal.

2. MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL.

El modelo de programación lineal, muestra qué se debe hacer para poder alcanzar la autosuficiencia nacional, dejar de depender de importaciones, impulsar la economía nacional y el consumo doméstico y poder hacer frente con medios propios al hambre dentro del país. De toda la información investigada, notas, noticias y artículos consultados para poder generar un documento informado, el centro de atención siempre han sido los estados tecnificados; hablando principalmente de aquellos en los que empresas grandes productoras de lácteos como Lala, Alpura y Santa Clara han establecido sus centros productivos, fábricas y operaciones de producción intensiva o especializada.

Según el resultado del ejercicio de programación lineal, es momento de voltear a ver otros estados y preguntarse ¿Por qué estados como Morelos, Chiapas y Tamaulipas, tienen rendimientos bovinos extremadamente altos? A pesar de que estados como Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua cuentan con los mayores números de inventario bovino y tienen sistemas de producción predominantemente intensivos, ¿no tienen los mejores números de productividad por bovino? Si se vuelve a estudiar la tabla 6, dentro de los primeros lugares en producción a nivel mundial está la India: Este país cuenta con un ganado bovino de 60,600 cabezas, es un número enorme de inventario, pero en cuanto a rendimientos lecheros, es extremadamente improductivo, con una productividad lechera de 1.51 toneladas/cabeza, mientras que Estados Unidos cuenta con 1/6 parte de ese inventario bovino y una excelente

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

productividad de 10.63 toneladas/cabeza, produciendo mucha más leche con mucho menos inventario en recurso animal. Con lo anterior se puede concluir que la India tiene altos números productivos solamente gracias al gran tamaño de inventario bovino que poseen. Algo similar se puede concluir para las entidades federativas; los estados de la Región Lagunera, Chihuahua y Jalisco, son medianamente productivos contra el promedio y la mediana de rendimiento productivo por bovino, a nivel nacional. Tienen altos números de producción lechera gracias a que, como la India, cuentan con cantidad de inventario bovino muy altas; en cambio, Tamaulipas y Morelos cuentan con el mínimo número de inventario bovino, pero en cuanto a aprovechamiento por bovino, son los mejores estados de la República.

Morelos, Tamaulipas y Chiapas, en su conjunto de inventario bovino cuentan con el 2.72% de lo que en suma tienen estados como Chihuahua, Coahuila, Durango y Jalisco (33,135 contra 1,216,791 cabezas); si los primeros estados tuvieran el mismo número de ganado bovino y mantuvieran un rendimiento promedio de (Morelos 41.19, Tamaulipas 23.17 y Chiapas 13.94) de 26.10 miles de litros por cabeza de bovino, las tres primeras entidades federativas podrían generar por sí solas hasta 31,758,245.1 miles de litros, casi el doble de la demanda interna actual, convirtiendo así a México en el cuarto productor de leche líquida a nivel mundial y uno de los principales exportadores.

Es por los números de rendimiento por bovino presentados por Morelos, que el problema de programación lineal en su resolución matemática del modelo asignó y cedió el 6.39% de todo el inventario bovino de estados menos eficientes a esta entidad federativa. Seleccionó a la entidad federativa con mayor productividad para levantar los números de producción en litros y alcanzar a cubrir su objetivo de demanda interna.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Regresando al segundo párrafo de este apartado, ¿Qué están haciendo Morelos, Tamaulipas y Chiapas (recordando que cada uno de estos estados cuenta con clima diferente, templado, árido y tropical, respectivamente) para generar tanto producto, con tan poco o nulo recurso productivo?

3. SISTEMAS PRODUCTIVOS Y PRÁCTICAS EXITOSAS.

De las tres partes de la solución integral, hay que reconocer que, a corto plazo, ésta es la solución más complicada o menos viable pues requiere de una gran inyección de capital e inversión monetaria; pero a largo plazo debe ser una solución necesaria para poder mantener competitivo a México a nivel nacional (con su propia demanda interna) y global, debe ser grandemente considerada para tener la industria lechera mexicana a la vanguardia y que la producción nacional no se vea rezagada por los avances tecnológicos que otros países vayan implementando en sus industrias lecheras locales.

La solución provista por el modelo de programación lineal funciona a corto y mediano plazo, pero a largo no es viable, pues llegará un punto en el cual, la producción manual y carente de tecnología no va a poder seguirle el paso a los crecientes números de población y por ende a la creciente demanda interna. A largo plazo, la solución al problema del abasto en la demanda, es una combinación, una combinación entre el crecimiento paulatino de la industria, esto es: Mayores productores, mayor infraestructura, mayores apoyos a la mano de obra, capacitaciones al personal y productores, un crecimiento constante en el inventario total a nivel nacional, y un muy importante aumento y homogeneización de los rendimientos generados por bovino en todos los estados por medio de la inversión en tecnología que ayude a los productores a ser más eficientes y a los bovinos a tener mayores rendimientos, por ejemplo, hacer crecer el muy ineficiente rendimiento

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

lechero de Yucatán, que no llega ni a los mil litros producidos anualmente por bovino y apenas cuenta con 0.70 miles de litros.

Como cualquier sector o actividad económica, se debe tender a la tecnificación responsable y sustentable, pues esto incrementará de manera sustentable el resultado de la industria en su conjunto, desafortunadamente, como en muchas industrias mexicanas, el capital y los apoyos económicos no se ven reflejados en desarrollo, aun y cuando estas industrias tengan un enorme potencial y una latente capacidad de riqueza para ser potencia a nivel mundial. La tecnología y el capital no deberían estar concentrados en zonas y estados donde las grandes corporaciones lácteas instalen sus operaciones, pues como se ve a lo largo de toda la tesis, el 96.87% de los estados en el país cuentan con capacidad de producir cierta cantidad de leche al año.

Los resultados de los tres ejercicios en su conjunto, indican que México podría alcanzar la autosuficiencia nacional si así se lo propusiera; podría dejar de tener la necesidad de importar leche en polvo para posteriormente rehidratarla, circulando el dinero que se destina a eso dentro del país, en forma de empleos, capacitaciones y apoyos económicos a la industria.

A través de los altos rendimientos que tienen ciertos estados, ya sea por prácticas productivas, conocimiento del personal y mano de obra involucrada, tecnología empleada y demás, se podría aprovechar cada bovino para generar de manera individual altos números en miles de litros que aporten lo suficiente al sistema de suministro mexicano, pasando de los doce mil millones de litros a los dieciséis mil millones de litros. Por medio de la reasignación de inventario se lograría la autosuficiencia y a través de la tecnificación de varios estados, se lograría aumentar los rendimientos por bovino, para así una vez cubierta la demanda interna, poder generar un superávit de producto y crecer las exportaciones de leche líquida mexicana. Por todo lo anterior, la hipótesis principal del trabajo se cumple y se acepta:

¡México sí puede alcanzar la autosuficiencia lechera!

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Conclusiones

La tesis presentada le trajo al autor la posibilidad y la satisfacción de poder contribuir, desde su punto de vista, de manera satisfactoria y relevante a una causa de índole económica y social que en varios aspectos beneficie a su país. Es un tema que genera un círculo virtuoso en muchos aspectos. Desde la óptica profesional, trajo consigo la complacencia de aplicar la teoría aprendida desde la academia en una situación real, tangible y con impacto macroeconómico.

México puede alcanzar la autosuficiencia y el abasto necesario de leche a través de la reasignación del inventario bovino a entidades federativas que cuenten con rendimientos altos por bovino, en estados como Morelos, Tamaulipas y Chiapas que sacan el mayor provecho a nivel nacional de sus bovinos. Se debe comenzar a prestar atención al potencial productivo que presentan otros estados, pues hoy en día pareciera que sólo se habla de los estados con la industria ya establecida, avanzada y madura, y no necesariamente quiere decir que estos estados tecnificados y con grandes corporaciones lecheras sean los más eficientes. Con la cantidad de recursos que manejan, acomodados en otras regiones, se podría hacer mucho más con menos.

Genera un gran contento saber que el país puede subir en la lista de países productores y exportadores de leche, sumar otra industria que va a poner en alto la grandeza del país, esto a partir del aumento de rendimientos productivos a nivel nacional, por medio del estudio de las prácticas productivas de entidades federativas altamente eficientes y por medio de la inversión en tecnología, pues es la tecnología presente en esta industria, la que da pie a que países como Estados Unidos y Canadá tengan altos números productivos y altísimos rendimientos promedio por bovinos a nivel nacional. El primer indicador de la baja productividad en el sistema productivo lechero mexicano, es la gran variedad de sistemas productivos que se tienen instalados. A lo largo del país, se tienen cuatro esquemas muy diferentes que buscan el mismo resultado: La ordeña de bovinos lecheras para la producción de leche fluida. Si se hace una comparación entre un sistema y otro, se puede notar la

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

sustancial diferencia, especialmente entre el esquema de “doble propósito” contra el esquema de producción “especializada”, donde el contraste de productividad y nivel de tecnificación es muy superior uno de otro. Aun así, las contribuciones del sistema familiar y de doble propósito contribuyen al 30% de la producción nacional, lo que quiere decir que aproximadamente 3,862,759.5 miles de litros de la oferta nacional se obtuvieron bajo estos esquemas, con producción rudimentaria, con poca tecnología detrás de la misma y con un sistema de alimentación bovino no sistemático ni masivo, sino por pastoreo, el cual es un sistema de alimentación de ganado mucho más lento. Según la información de la SADER-SIAP, para el año 2018, el inventario bovino productor de leche fue de 2,529,672 y del 2919 fue de 2,563,822 cabezas. Si se considera la estadística de los párrafos anteriores, donde el 30% de la contribución total de leche corresponde a los sistemas familiares y de doble propósito se podría deducir que, en el 2018, 758,901.6 bovinos produjeron leche bajo un esquema productivo poco eficiente. Si se buscara homogeneizar los sistemas productivos a lo largo del país o mirar a convertir los esquemas familiares y de doble propósito en esquemas especializados, México podría tener una producción mayor, con números cercanos a los 6,924,977,100 litros de leche fluida extra, lo que daría un total aproximado de 15,338,082.6 miles de litros, poniendo al país mucho más cerca de lograr la autosuficiencia lechera y disminuir el total de las importaciones. Impulsando así el sistema productivo nacional, generando mayor economía, ingresos, empleos e infraestructura para toda la industria lechera nacional.

Los tres tipos de clima considerados, tropical, árido y templado, no influyen de manera significativa las producciones a lo largo del año; lo anterior quiere decir que la producción de leche, al final, depende en mayor medida de las prácticas, tecnología, usos y costumbres de los productores bajo un ambiente artificialmente controlado, el clima, la región y los meses o estacionalidades no tienen efecto significativo en la misma producción. Se debe aprovechar esta afirmación para impulsar el crecimiento homogéneo de toda la industria, en todas las entidades federativas, independientemente de sus condiciones climatológicas. Es necesario recordar que los tres estados con mayores rendimientos en el país, cuentan con clima árido, tropical y templado.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Un aspecto importante en el cual se debe hacer énfasis como mexicanos: Es imperativo examinar y generar información más precisa y certera sobre la industria, debe llamar más la atención que no se tenga datos estándares de la productividad, producciones, eficiencias y demás sobre los diferentes sistemas productivos en el país; lo que no se mide o no está bien medido, no se puede mejorar. ***Con lo anterior se podrá analizar de manera profunda y con datos certeros por qué sistema de producción debe apostar el país, cuál le conviene más, cuál agrega mayor valor a la industria nacional tomando en cuenta la situación socioeconómica del país y cuáles son los sistemas rezagados que se deben apoyar, para hacerlos evolucionar y transicionar las salidas del sistema al alza.***

Los objetivos presentados al inicio de la tesis fueron cumplidos y fueron cubiertos a lo largo de todo el estudio; poco a poco cada uno se fue fundamentando con información, datos, mediciones y estadísticas, hasta cumplir con los objetivos específicos, el objetivo general y la hipótesis.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Sugerencias para trabajos futuros

Con el fin de poder darle continuidad a la tesis aquí presentada, en este apartado se van a sugerir posibles estudios, análisis e investigaciones consecuentes, los cuales busquen la viabilidad de las ideas presentadas en cuanto al aumento de las productividades y aprovechamientos, a través de la redistribución del ganado; los rendimientos, eficiencias, efectividades y eficacias productivas por medio de la tecnificación del sector lechero mexicano. Todo lo anterior en la búsqueda del aumento de producción en miles de litros de leche.

Se sugieren los siguientes estudios o trabajos a llevar a cabo y ejecutar de manera exitosa los objetivos mencionados en el párrafo anterior:

- Estudios económicos para la medición del impacto positivo y negativo del aumento y/o disminución del ganado bovino en varias entidades federativas.
- Análisis medio ambientales para la medición y control del incremento del ganado bovino en suelo morelense, tomando en consideración el impacto en suelos y generación de gases en el aire del estado.
- Estudios económico ambientales para buscar la viabilidad y gasto del transporte en la reasignación de más de 100,000 cabezas de bovino al estado de Morelos.
- Investigaciones medio ambientales que determinen la sustentabilidad del suelo y territorio disponible morelense al recibir a más de 100,000 cabezas de bovino nuevas en su territorio.
- Estudios socio demográficos que evalúen las capacidades en mano de obra, del recurso humano ocioso, y la población no ocupada de Morelos que pueda ser designada a la generación de leche líquida en el estado.
- Indagaciones económicas comparativas entre un esquema con autosuficiencia nacional y la conveniencia de seguir preservando el programa LICONSA.
- Análisis de viabilidad económica y de recursos para buscar la inversión, captación de capitales y el aumento de la tecnificación de la industria y los requerimientos

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

necesarios para obtener e implementar dichos sistemas en las unidades productoras de leche, principalmente para los sistemas productivos de doble propósito o familiares.

- Análisis y planes emergentes de acción para sustituir la actividad económica de los estados de la República que van a ceder un porcentaje de su inventario bovino, o más adelante, estudiar la capacidad y sustentabilidad del país para aumentar el inventario total de bovinos lecheros en México, ya sea con importación vacuna o con planes agresivos de cruce y cría de ganado lechero.
- ***Censos nacionales, serios, en los cuáles se mida y estudie de manera puntual: Las dinámicas, desempeños, el número y la conformación por raza de inventario bovino y las mediciones de productividades estándar en litros diarios que puede generar cada uno de los cuatro sistemas productivos del país.***

Lo anterior, en combinación del entendimiento del estado de Morelos, estudiando sus prácticas, formas productivas, tradiciones dentro del gremio y replicándolas en los procesos productivos de otros estados y en la inversión monetaria y de capacitación para la tecnificación de muchas unidades productivas a través del país, esto, buscando impulsar el sector en estados los cuales tienen números improductivos y producciones bajas, para poder no sólo ser autosuficiente en un alimento tan benéfico y completo como lo es la leche, sino que poder aumentar el valor de las exportaciones nacionales hacia el resto del mundo, generando una balanza comercial más sana para las finanzas públicas del país.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

Referencias bibliográficas

➤ **Libros:**

Meyers, F. E. (2006). Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales. Tercera edición. Pearson educación.

➤ **Sitios Web:**

Ana Luisa Guerreo (6 de septiembre de 2018). La lucha por abatir el desperdicio de alimentos en México. CienciaMX Noticias-Agencia Informativa Conacyt. <http://cienciamx.com/index.php/reportajes-especiales/22910-desperdicio-alimentos-iniciativas-mexico>

<https://www.unicef.org/mexico/comunicados-prensa/agencias-de-la-onu-llaman-hacer-frente-vulnerabilidad-alimentaria-en-m%C3%A9xico>

Forbes México (octubre 12, 2018). Forbes Staff: Desperdicio de alimentos en México cuesta 25,000 mdd al año. <https://www.forbes.com.mx/desperdicio-de-alimentos-en-mexico-cuesta-25000-mdd-al-ano/>

Evolución anual de la población total en México entre 2010 y 2020. <https://es.statista.com/estadisticas/572384/evolucion-del-numero-de-habitantes-totales-en-mexico/>

➤ **Reportes:**

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <http://www.fao.org/3/i5504s/i5504s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, 2014). <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. 2011. Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome. [Global food losses and food waste \(fao.org\)](http://www.fao.org/global-food-losses-and-food-waste/)

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL, (2019). Diez años de medición de pobreza multidimensional en México: avances y desafíos en política social. Medición de la pobreza serie 2008-2018. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Pobreza_18/Pobreza_2018_CONEVAL.pdf
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. <http://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>
- FIRA. Panorama agroalimentario; leche y lácteos. <https://brioagropecuario.com/index.php/2019/06/18/fira-panorama-agroalimentarioleche-y-lacteos-2019/>
- CCA, 2019, Cuantificación de la pérdida y el desperdicio de alimentos y sus efectos, informe técnico, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 149 pp. <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11813-technical-report-quantifying-foodloss-and-waste-and-its-impacts-es.pdf>
- USDA. Mexico, Dairy and products annual. Need for Ingredients Continues to Constrain Dairy Sector. Gain report MX8060, November 2019. <https://www.fas.usda.gov/data/mexico-dairy-and-products-annual-5>
- Secretaría de Economía-Dirección General de Industrias Básicas. (2012). Análisis del sector lácteo en México. https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf
- Boletín de leche. octubre - diciembre de 2019. <https://www.gob.mx/siap/prensa/boletin-de-leche-155932>
- Bovino para leche Población ganadera 2010 - 2019 Cabezas. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762>
- Estadísticas del Sector Lácteo 2010-2019. Cámara Nacional de Industriales de la Leche. Junio 2019. <https://www.canilec.org.mx/estadisticas-2/>
- Informes de pobreza y evaluación 2018. CONEVAL. <https://www.CONEVAL.org.mx/coordinacion/entidades/Paginas/Informes-de-pobreza-y-evaluaci%C3%B3n-de-las-EF.aspx>

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

La Línea de Pobreza por Ingresos (canasta alimentaria más no alimentaria) y Línea de Pobreza Extrema por Ingresos (canasta alimentaria). <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>

Guía de Alimentos para la Población Mexicana – IMSS. <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guia-alimentos.pdf>

➤ Artículos académicos:

Loera, J., & Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de investigaciones Altoandinas*, 19(4), 419-426.

Urquía-Fernández, N. (2014). La seguridad alimentaria en México. *Salud pública de México*, 56, s92-s98.

Aguilar Gutiérrez, G. (2000). *Desigualdad y pobreza en México, ¿son inevitables?*. Miguel Ángel Porrúa.

Gutiérrez, G. A. (2018). Responsabilidad Social Corporativa en las Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en México. *Cadernos Prolam/USP*, 17(33), 168-197.

Álvarez, A., Cesín, A., & Santos, V. (2018). Características del sistema de lácteos en México y propuestas de desarrollo. J. Calva.(Coord.), *Análisis estratégico para el desarrollo*, 2024.

Robledo Padilla, R. (2018). Producción De Leche En México y El Impacto De Las Importaciones De Leche En Polvo.

Salomón, J. M. R., & Ramírez, A. B. A. (2018). Panorama sobre la producción y el consumo de leche y lácteos en México. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas*, 24(70), 518-534.

Tse, C., Barkema, H. W., DeVries, T. J., Rushen, J., & Pajor, E. A. (2017). Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry. *Journal of dairy science*, 100(3), 2404-2414.

Barkema, H. W., von Keyserlingk, M. A., Kastelic, J. P., Lam, T. J. G. M., Luby, C., Roy, J. P., ... & Kelton, D. F. (2015). Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of dairy science*, 98(11), 7426-7445.

Aumento en el abasto macroeconómico de leche líquida a través de la productividad y las producciones en los primeros eslabones dentro de las cadenas de suministro mexicanas

- Gillespie, J., Nehring, R., & Sitienei, I. (2014). The adoption of technologies, management practices, and production systems in US milk production. *Agricultural and Food Economics*, 2(1), 17.
- Khanal, A. R., Gillespie, J., & MacDonald, J. (2010). Adoption of technology, management practices, and production systems in US milk production. *Journal of Dairy Science*, 93(12), 6012-6022.
- Camberos Castro, Mario (2000). La seguridad alimentaria de México en el año 2030. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 7(1),
- Porter, S. D., Reay, D. S., Higgins, P., & Bomberg, E. (2016). A half-century of production-phase greenhouse gas emissions from food loss & waste in the global food supply chain. *Science of the Total Environment*, 571, 721-729.
- Chaturvedi, A., Armstrong, B., & Chaturvedi, R. (2014). Securing the food supply chain: understanding complex interdependence through agent-based simulation. *Health and technology*, 4(2), 159-169
- García-Chávez, C. G., Monterrubio-Flores, E., Ramírez-Silva, I., Aburto, T. C., Pedraza, L. S., & Rivera-Dommarco, J. (2020). Contribución de los alimentos a la ingesta total de energía en la dieta de los mexicanos mayores de cinco años. *salud pública de méxico*, 62(2), 166-180.
- Ramírez-Rivera, E. J., Rodríguez-Miranda, J., Huerta-Mora, I. R., Cárdenas-Cágal, A., & Juárez-Barrientos, J. M. (2019). Tropical milk production systems and milk quality: a review. *Tropical animal health and production*, 1-11.
- Kazancoglu, Y., Ozkan-Ozen, Y. D., & Ozbiltekin, M. (2018). Minimizing losses in milk supply chain with sustainability: An example from an emerging economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 139, 270-279.
- Segura, E., Benitez, R. B. C., Lozano, A., & Flores, I. (2014). Optimization of Milk Distribution for Maximum Demand Coverage in Chihuahua, Mexico. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 160, 519-528.
- Yano, M., Shimadzu, H., & Endo, T. (2014). Modelling temperature effects on milk production: a study on Holstein cows at a Japanese farm. *SpringerPlus*, 3(1), 129.