



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO
LICENCIATURA EN ECONOMÍA

**ANÁLISIS ESTACIONAL Y DE TENDENCIA DE LOS PRECIOS DE
CERDO EN PIE EN MÉXICO 2000-2019**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTAN:

JULIANA MICHELLE CHÁVEZ LUGO

MITZI LIMA PORTO

DIRECTOR:

DR. EN C. JUVENCIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

ASESORES:

DR. EN C. ORSOHE RAMIREZ ABARCA

M. EN C.E.F. IMELDA CONTRERAS LOVERA

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Queremos agradecer de sobre manera a distintas personas que influyeron en la culminación de este proyecto de investigación; en primer lugar, a todos nuestros familiares, por el apoyo constante y los ánimos, siempre motivándonos a seguir adelante con este proyecto que estamos seguras será el primero de muchos. Haciendo un énfasis especial, queremos mencionar a nuestros padres y abuelos ya que siempre estuvieron ahí para darnos palabras de aliento y un abrazo reconfortante para renovar nuestras energías; y que sin duda alguna nunca nos dejarán solas cuando más los necesitemos. El apoyo que nuestra familia nos brindó desde pequeñas hasta ahora y que estamos seguras lo seguirán brindando para nosotras, es algo que no tiene precio, pero sí un agradecimiento y amor eterno.

Por otra parte, queremos agradecer a nuestro director el Dr. en C. Juvencio Hernández Martínez, quien con su experiencia y gran conocimiento del área nos brindó apoyo y nos guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscábamos, además de respaldarnos y otorgarnos sus observaciones en cada proceso, siempre con la absoluta disposición a sumar a este trabajo de investigación que requirió tiempo y compromiso total.

Sin dejar de lado a nuestros asesores, el Dr. en C. Orsohe Ramírez Abarca y la M. en C.E.F. Imelda Contreras Lovera, quienes nos aportaban sus conocimientos y estudios además de alentarnos y brindarnos sugerencias y apoyo para que esta investigación se desarrollara de la mejor manera posible.

Muchas gracias a todos, sin duda alguna el apoyo y palabras de aliento fueron piezas clave en esto.

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO I. INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 9 |
| 1.2. OBJETIVOS | 10 |
| 1.2.1. Objetivo General..... | 10 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 10 |
| 1.3. HIPÓTESIS | 11 |
| 1.3.1. Hipótesis General | 11 |
| 1.3.2. Hipótesis Específicas..... | 11 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN | 12 |
| CAPITULO II. SITUACIÓN DE LA PORCICULTURA EN MÉXICO | 13 |
| 2.1. La Porcicultura Mexicana..... | 13 |
| 2.2. Importancia De La Porcicultura En México..... | 13 |
| 2.3. Etapas De La Porcicultura En México | 15 |
| 2.4. Abasto De Carne En México | 17 |
| 2.5. Precio De Mercado | 18 |
| 2.6. Producción..... | 21 |
| 2.7. Principales Estados Productores De Carne De Cerdo..... | 23 |
| 2.8. Consumo..... | 27 |
| 2.9. Importación Y Exportación | 28 |
| CAPITULO III. MARCO TEÓRICO..... | 31 |
| 3.1. Características De Producción Agropecuaria | 31 |
| 3.2. El Teorema De La Telaraña | 34 |
| 3.3. Series Temporales..... | 35 |
| 3.3.1. Componentes De Una Serie Temporal | 36 |
| CAPITULO IV. METODOLOGÍA | 38 |
| 4.1. Fuentes De Información..... | 38 |
| 4.2. Métodos De Estimación | 38 |
| 4.2.1. Análisis De Regresión..... | 38 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 4.2.2. Coeficiente De Correlación [R]..... | 39 |
| 4.2.3. Regresión Lineal O Mínimos Cuadrados..... | 39 |
| 4.2.4. Promedio Simple..... | 41 |
| 4.2.5. Promedio Móvil | 41 |
| 4.2.6. Promedio Móvil Ponderado..... | 42 |
| 4.2.7. Suavización Exponencial Simple | 43 |
| 4.2.8. Suavización Exponencial Doble (Método De Holt) | 45 |
| 4.2.9. Suavización Exponencial Doble Método De Brown..... | 46 |
| 4.2.10. Método De Triple Suavización Exponencial De Holt-Winter | 47 |
| CAPITULO V. RESULTADOS..... | 50 |
| 5.1. Regresión Lineal O Mínimos Cuadrados | 50 |
| 5.2. Pronóstico Promedio Móvil Simple..... | 54 |
| 5.3. Pronóstico Promedio Móvil Doble | 56 |
| 5.4. Pronóstico Promedio Móvil Ponderado..... | 59 |
| 5.5. Pronóstico Suavizamiento O Atenuación Exponencial Simple..... | 61 |
| 5.6. Pronóstico Método De Dos Parámetros De Holt | 63 |
| 5.7. Pronóstico Suavizamiento O Atenuación Exponencial Doble (Método De Brown)..... | 65 |
| 5.8. Pronóstico Método Holt - Winter | 68 |
| 5.9. Comparativo De Errores Medios | 71 |
| CAPITULO VI. CONCLUSIONES | 72 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74 |
| ANEXOS | 77 |

LISTA DE GRAFICAS, FIGURAS Y CUADROS

Gráfica 1. Principales entidades federativas con precios superiores al resto

Gráfica 2. Precios promedio de la carne de cerdo en pie a nivel nacional

Gráfica 3. Producción promedio mensual de carne de cerdo en México, 2015 – 2019 (Porcentaje, carne en canal).

Gráfica 4. Comercio exterior de carne de cerdo, 2013 – 2019. (Miles de toneladas, carne equivalente en canal)

Gráfica 5. Comercio exterior de carne de cerdo, 2017 – 2019. (Miles de toneladas de carne).

Gráfica 6. Variable X1: Curva de regresión ajustada

Gráfica 7. Pronóstico Promedio Móvil Simple

Gráfica 8. Pronóstico Promedio Móvil Doble

Gráfica 9. Pronóstico Promedio Móvil Ponderado

Gráfica 9. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Simple

Gráfica 10. Pronóstico Método de Dos Parámetros de Holt

Gráfica 11. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Doble (Método de Brown)

Gráfica 12. Pronósticos Método Holt – Winters

Figura 1. Porcentaje del valor de la producción por entidad federativa.

Figura 2. Teorema de la Telaraña

Figura 3. Coeficiente de Correlación [r].

Cuadro 1. Volumen de producción (Principales entidades)

Cuadro 2. Resumen

Cuadro 3. Análisis de varianza

Cuadro 4. Análisis de los residuos

Cuadro 5. Pronóstico Promedio Móvil Simple

Cuadro 6. Pronóstico Promedio Móvil Doble

Cuadro 7. Pronósticos Promedio Móvil Ponderado

Cuadro 8. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Simple

Cuadro 9. Pronóstico Método de Dos Parámetros de Holt

Cuadro 10. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Doble (Método de Brown)

Cuadro 11. Pronósticos Método Holt – Winters

Cuadro 12. Comparativo de errores medios

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Producir carne de cerdo y maximizar los beneficios, es el propósito de los sistemas de producción porcina, a lo cual se han dedicado innumerables investigaciones a nivel mundial. De acuerdo con lo expuesto por FIRA (2016) en su artículo Panorama Agroalimentario 2016, la carne de cerdo es un alimento de alto consumo en nuestro país, 18 kg anualmente por mexicano, por ello es importante su proceso de producción y comercialización (SADER, 2020).

La producción de la carne de porcino en México ha crecido a una tasa anual de 1.10% durante el periodo 2001-2011, por lo que en este último año la producción se ubicó en 1.18 millones de toneladas, que comparado con 2010, lo cual refleja un crecimiento de 0.70%. Dentro de la república mexicana se ubica a Jalisco, Sonora y Yucatán como los principales estados productores, que exportan carne de cerdo a países como Corea, Cuba y Nueva Zelandia. Algunos otros estados que son productores de carne de porcino de la región Centro Occidente del país, que exportan o pueden exportar son: Aguascalientes, Colima, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas (SAGARPA-SIAP, 2011).

Actualmente en México, son más las importaciones de la carne de porcino que las exportaciones ya que durante 2011 se comprobó que por cada tonelada de carne que fue exportada, se importaron 10 toneladas (SAGARPA, 2011). Se han aplicado políticas al sector porcícola que implicó el retiro del subsidio al sorgo, incrementando los costos de producción de la carne de cerdo, no existe crédito para la actividad, se eliminaron los permisos previos para la importación de productos de cerdo, se redujeron los aranceles y se removieron las cuotas compensatorias, resultando en un incremento de las importaciones nacionales de 515.70 % durante el lapso transcurrido de 1988 a 2007, generando un déficit de 700,000 ton. que son importadas de EE. UU. y Canadá (SAGARPA-SIAP, 2011).

En México, durante la última década, la producción nacional de carne de cerdo ha presentado un continuo crecimiento y la perspectiva de mantener esta tendencia en los próximos años es favorable (FIRA, 2017). Factores como mejores medidas sanitarias, el incremento en las inversiones, el control de enfermedades como la diarrea epidémica porcina y la peste porcina clásica permitirán a México aumentar la producción y exportaciones para este año.

Por tal motivo, la importancia de este trabajo recae en mostrar el análisis de los precios de la carne de cerdo en México, a través de tres modelos estadísticos los cuales son: Método de regresión simple, Método Holt y Método Winters, que serán utilizados para determinar el comportamiento, tendencia y pronóstico de los precios. Es importante determinar el panorama en el que nos enfrentamos. Analizar la situación porcina en el país ayudó a comprender de una mejor manera cada proceso que influye en la determinación del precio de la carne de cerdo y posteriormente con ayuda de los métodos aplicados focalizar el análisis estacional de los precios para lograr comprender y predecir su comportamiento.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de la carne de cerdo en pie influye directamente en el comportamiento de los precios; siendo este a lo largo del tiempo un indicador importante en la toma de decisiones del productor y por consiguiente del propio consumidor.

Es por ello, por lo que la presente investigación tuvo como objetivo el análisis del comportamiento de los precios de la carne de cerdo en pie en México durante el periodo 2000-2019 a fin de tener un mejor panorama del escenario y describir el mismo para que con ayuda de procesos estadísticos se logre predecir el comportamiento de estos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Analizar el comportamiento de los precios de la carne de cerdo en pie en México en el periodo 2000- 2019 a fin de determinar la predicción de su comportamiento a corto plazo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la tendencia de precios de la carne de cerdo en pie
- Calcular el índice estacional de los precios de cerdo en pie

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

Los precios de la carne de cerdo en pie en México en el periodo 2000-2019 muestran un comportamiento regular sistemático.

1.3.2. Hipótesis Específicas

- Los precios del cerdo en pie evolucionan a lo largo de los años con una tendencia cíclica
- Los precios del cerdo en pie tienen un comportamiento estacional

1.4. JUSTIFICACIÓN

Es importante determinar un previo análisis del comportamiento de precios para así lograr una correcta toma de decisiones, por lo que el presente trabajo obtiene su justificación debido a que al término de la investigación se arrojarán resultados concretos del comportamiento y predicción de precios, los cuales ayudarán a los productores de carne de cerdo a tener una mayor confianza en decisiones relacionadas a la producción, además de ofrecer a la comunidad universitaria y sociedad en general información que podrá ser de utilidad para futuras investigaciones o simplemente para conocimiento de la situación actual de la producción de este tipo de carne en México.

CAPITULO II. SITUACIÓN DE LA PORCICULTURA EN MÉXICO

2.1. La Porcicultura Mexicana

Los primeros signos de la cría de cerdos en México se remontan al siglo XVI, cuando los conquistadores españoles introdujeron los cerdos ibéricos, napolitanos y celtas de ascendencia europea, así como los cerdos de ascendencia asiática también fueron introducidos por barcos chinos. Las especies mencionadas anteriormente producen los llamados cerdos criollos, que se dividen en dos tipos: cerdos cuinos o enanos del altiplano y cerdos mexicanos sin pelo del trópico.

Este acontecimiento traería consigo no solo la producción en masa de la carne de cerdo; sino también la comercialización de esta, logrando que para la economía mexicana sea de sumo interés. Es por ello por lo que a continuación se analizara la importancia de la porcicultura en nuestro país.

2.2. Importancia De La Porcicultura En México

Si hablamos de la industria cárnica en México, tenemos que hablar de crecimiento, desarrollo y oportunidades, cuando hablamos de esta importante industria nos referimos a industrias dedicadas a la producción, cría, engorde, procesamiento y envasado de carne vacuna, aves de corral, cerdo y otros animales comestibles.

De acuerdo con el Sol de México (2019), las principales carnes consumidas son el pollo, cerdo y bovino, estamos hablando de una producción de poco más de 6.5 millones de toneladas con un valor cercano a los \$ 300 mil millones de pesos. Siendo así que México ocupa a nivel mundial el 7º lugar en producción de carne de las tres principales proteínas consumidas en el mundo; y en dicha industria se encuentran empleadas más de 800 mil personas.

En nuestro país se consumen anualmente más de 8 millones de toneladas de carne (bovino, porcino, ovino, caprino, pollo, pavo), de los cuales el pollo representa el 47%, los cerdos el 27% y los bovinos el 22%.

En todos los Estados de la República se producen diferentes tipos de carne, pero algunos lideran la producción nacional de cárnicos, como lo es el caso de Veracruz y Jalisco en carne de res y de pollo, así como el caso de Jalisco y Sonora que son líderes en la carne de cerdo.

Para satisfacer la demanda de carne de México, es necesario depender de las importaciones para compensar la diferencia entre producción y consumo, siendo la carne de bovino la única que presenta un excedente; no es el caso de la industria porcina, por el aparente consumo total anual, siendo así debemos importar más del 40% de la demanda de otros países, principalmente partes específicas de cerdos vivos, como las patas utilizadas en la producción. Jamón y otros embutidos; la situación del pollo es similar a la del cerdo, porque necesitamos importar las piernas y muslos, que son carne deshuesada mecánicamente para procesar productos.

Para satisfacer la demanda de carne de México, es necesario depender de las importaciones para compensar la diferencia entre producción y consumo; en la carne vacuna nos encontramos que es el único caso con excedente; en la industria porcina, este no es el caso debido al aparente total consumo anual, es por ello que tenemos que importar más del 40% de la demanda de otros países, principalmente por partes específicas del cerdo, como las patas utilizadas en la elaboración del jamón y otros embutidos. Mientras que la situación del pollo es similar a la del cerdo, dado que importamos las piernas y los muslos, carne mecánicamente deshuesada y que se utiliza en la elaboración de productos procesados.

Es por ello por lo que la carne mexicana se distingue en los mercados por su calidad e inocuidad, para garantizar el cumplimiento de las normas y estándares en todo el proceso, desde la producción, el almacenaje, el sacrificio, el proceso y la distribución existe un sello emitido por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural a través

de SENASICA, un sello denominado TIF (Tipo Inspección Federal), este sello es reconocido a nivel internacional (El Sol de México, 2019).

Parte de la estrategia del actual gobierno es promover la producción nacional de alimentos y buscar la autosuficiencia alimentaria de diversos productos básicos, lo que requiere una política pública integral, y la integración de la cadena productiva; lo cual requiere un plan de apoyo para promover la producción nacional para lograr satisfacer las diferentes necesidades de pequeños, medianos y grandes productores.

2.3. Etapas De La Porcicultura En México

La porcicultura en México ha pasado por diversos periodos, en los cuales se presentaron auge y caídas en cuanto a producción e inventario. Para Tinoco (2004), la porcicultura mexicana ha pasado por cuatro etapas relacionadas con los factores socioeconómicos y políticos que se presentaron en el país:

La primera etapa (desde principios de siglo hasta 1972) comenzó con la entrada de razas mejoradas y una producción de traspatio. De 1940 a 1950 la porcicultura fue la segunda fuente de abastecimiento de carne, aportando cerca de 20% de la producción de carne del país, con 67 000 ton. El gobierno estableció un programa de mejoramiento genético porcino, pero por falta de asistencia técnica y de infraestructura produjo un cruzamiento no controlado dando origen al “cerdo corriente”. Durante los sesenta, el promedio de crecimiento anual fue superior a 4%.

En la segunda etapa (de 1972 a 1983) la porcicultura presentó las tasas más elevadas de crecimiento del sector pecuario, pasó de 10 millones de cabezas a 15.3 millones, siendo el sistema ganadero más importante del país (por volumen de producción). Fue cuando surgieron los sistemas modernos de producción, sobre todo, en el estado de Sonora. El consumo per cápita se elevó de 11.2 a 21 kg. Todo ese crecimiento se debió al crecimiento del mercado interno, sobre todo, en las zonas urbanas; subsidios de hasta el 60% del insumo principal: el sorgo y una política proteccionista.

La tercera etapa (de 1984 a 1997) consistió en una decadencia originada por los fenómenos económicos ocurridos en esa época, tal como la crisis financiera de 1992, que llevó a un aumento en la inflación y por lo tanto en los costos, ocasionando que los alimentos de origen animal, en gran parte, fueran sustituidos por los de origen vegetal, con un crecimiento en el consumo de carne de pollo, la cual, era más barata que la carne de cerdo. Por otro lado, en 1995 el gobierno retiró el subsidio al sorgo, elevando más los costos de producción y reduciendo aún más el inventario, la producción y el consumo de cerdo.

Un aspecto decisivo de este período fue el colapso de las políticas proteccionistas en 1982 y la adhesión al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GAT). En 1993, México y América del Norte firmaron el "Tratado de Libre Comercio" para negociar el libre comercio en la cría de animales, lo que no fue bueno para los productores mexicanos, dado que provocó un aumento de las importaciones de ganado, menos plantas de producción, alto desempleo y reducción de la producción y el consumo. Durante este período aparecieron granjas porcinas técnicas e integradas, sin la clásica peste porcina. Esto le brinda a Sonora la oportunidad de comenzar a exportar carne de cerdo a Japón.

Durante la cuarta etapa (a partir de 1998) se observa que cerca del 40% de los productores cerraron sus granjas debido a dichos acontecimientos, siendo los más afectados aquellos del estrato semi tecnificado que se redujo al 50% y hasta el 15%, aumentando el tecnificado de 20% a 57%, mientras que los productores de traspatio pasaron de 30% a 28%. Esta etapa se caracterizó por un aprendizaje de la producción porcina de manera integrada horizontal y verticalmente, con un enfoque empresarial y de mercado global.

En definitiva, algunos aspectos relacionados con los cambios en este sector son: cambios en las políticas económicas, desde políticas comerciales proteccionistas a políticas abiertas y la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. La inflación y su impacto en los salarios y el desempleo que han reducido el poder

adquisitivo y el consumo de carne de cerdo. Estabilidad financiera y acceso de los productores al crédito.

A lo anterior se le agregan los brotes epidémicos, como el de la influenza porcina (A (H1N1)), en 2009, que redujo el consumo a 90% y produjo pérdidas de hasta 600 millones de pesos en una semana; teniendo impactos sobre la porcicultura en México, y sobre todo en el estrato semi tecnificado de la industria, que no ha evolucionado de la forma que se esperaba (Alfonso Reynoso, 2010).

Por otro lado, la apertura de las exportaciones de carne de cerdo a China, en junio de 2013, se amplió las oportunidades para las granjas a gran escala para facilitar y expandir el mercado de exportación. Sin embargo, algunas personas creen que esta es una oportunidad que se ve perturbada por las prácticas monopólicas y la adquisición de estas. Las grandes granjas de China complican las perspectivas de los criadores de cerdos mexicanos, porque en virtud de estos acuerdos los inversores chinos esperan invertir o coinvertir en el sector agroalimentario de México con socios mexicanos.

Esta oportunidad ha incrementado las dificultades para los productores mexicanos, porque las exportaciones de carne de cerdo aumentarán, pero no aportarán capital. México carece de 200 mil cerdos o 160 mil toneladas de carne al mes, lo que puede hacer que el mercado interno aumente sus importaciones. Una situación en la que solo los grandes productores pueden sobrevivir.

2.4. Abasto De Carne En México

La carne de cerdo que actualmente se ofrece a los consumidores es carne de alta calidad con características nutricionales muy equilibradas, aunque la gente sigue creyendo lo contrario, ahora se considera carne magra y saludable, e incluso blanca. Tiene un equilibrio suficiente de ácidos grasos saturados e insaturados para mantener sus niveles de colesterol dentro de un rango ideal.

Por su parte, las organizaciones de productores han realizado una serie de acciones en sus granjas, que no solo mejoraron la dieta de los animales, sino que también mejoraron sus condiciones sanitarias. Sin embargo, aún quedan por hacer grandes esfuerzos para cambiar la mentalidad de los consumidores mexicanos con el fin de estimular el consumo de esta carne y promover el crecimiento de sus actividades

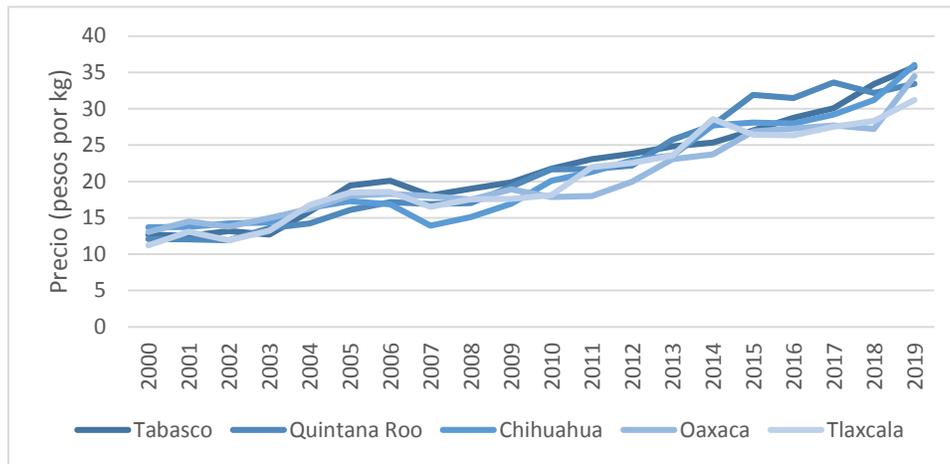
El suministro de carne de cerdo mexicana se ve afectado por muchos factores, incluida la cadena de valor, los precios de mercado, la producción, el consumo, los costos de producción, los costos de importación y exportación.

2.5. Precio De Mercado

Un principio básico en economía establece que a medida que la oferta de algún producto se incrementa, el precio disminuye y viceversa, ocasionando en la mayoría de los casos fluctuaciones tanto en los precios como en la producción (Bobadilla-Soto y Martínez-Castañeda, 2013). Es por ello por lo que el análisis de los precios para un economista es fundamental pues con él se obtiene un panorama económico nacional.

En la gráfica 1 se muestra el comportamiento de precios de los principales estados donde el incremento de precios es superior al resto, del 2000 al 2019. Estos significativos incrementos de precios y tasas de crecimiento se mostraron en cinco entidades: Tabasco con 84.24% equivalente a un precio promedio de 21.86 \$/kg, Quintana Roo con 108.02% equivalente a 21.60 \$/kg, Chihuahua con 108.45% equivalente a 21.03 \$/kg, Oaxaca con 91.24% y Tlaxcala con 69.03% ambos equivalente a 20.47 \$/kg. Estas variaciones porcentuales son debidas a diversos factores en el costo de producción tales como transportación, refrigeración por mencionar algunos.

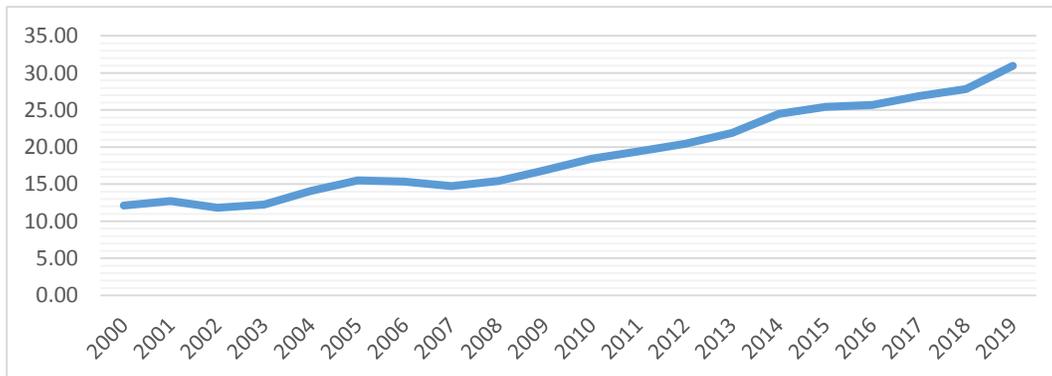
Gráfica 1. Principales entidades federativas con precios superiores al resto



Fuente: Elaboración propia con datos deAP, 2020.

El comportamiento de los precios promedio a nivel nacional de la carne de cerdo en pie se muestra en la gráfica 2. Donde se observa que el año en el que se obtuvo un menor precio fue el 2002 con 11.84 \$/kg mientras que el 2019 fue el año que registró mayor precio promedio con 30.97 \$/kg con una tasa de crecimiento del 161.58%.

Gráfica 2. Precios promedio de la carne de cerdo en pie a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2020.

La gráfica 2 muestra la tendencia al alza de los precios de la carne de cerdo en México con un precio promedio del 2000 al 2019 de 19.12 \$/kg. La diferencia en pesos del precio del primer año al último es de 18.87 \$/kg. Existen diversos factores que influyen en la tendencia creciente de estos precios, tales como: oferta, abasto de la demanda, producción nacional, la dependencia de las importaciones de carne extranjera, por mencionar algunos.

Refiere la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México en su estudio sobre el Mercado de la carne de cerdo en México publicado por ICEX 2018, los costes que repercuten en el precio son:

Alimento: la mayoría de los rastros, utilizan una combinación entre pienso industrial y pienso elaborado por ellos. Todo va a depender del sistema de granja que adopte la empresa productora. Los pequeños productores no suelen aprovecharse de las ventajas de las economías de escala, por lo que la alimentación del ganado les resulta proporcionalmente más cara que a las grandes procesadoras, por lo que el precio suele incrementarse.

Además, el precio de la alimentación del cerdo mexicano está íntimamente relacionado con el coste de adquisición de granos como el maíz, ya que este es el ingrediente principal. Gran parte del pienso es importado desde EE. UU y depende de la cotización de este. Por ello la ASERCA elabora un reporte semanal del comportamiento del sector agropecuario internacional.

Genética: Las granjas de mayor tamaño producen su propia genética a través de la cría e importación de razas desde el extranjero. Las granjas menores o bien se la compran a estos o mantienen la genética de sus cabezas de cerdo debido a sus limitaciones a la genética mejorada.

Medicamentos: La principal preocupación de las autoridades y porcicultores mexicanos es lidiar con la FPC o el mal del ojo azul. Por ello el Gobierno obliga, para obtener el certificado de Buenas Prácticas, a que en toda unidad de producción se designe un área específica para almacenar medicamentos. El acceso deberá ser restringido para que el Médico Veterinario Zootecnista o el responsable Asignado sea el único que pueda extraer los medicamentos.

2.6. Producción

La aceptación del cerdo proviene de su facilidad para su domesticación; su alta fertilidad, que permite obtener hasta 15 crías al año por cada vientre; y su rápido crecimiento, pues en 6 meses se logra la maduración. Además, tiene la ventaja de ser un animal omnívoro, capaz de alimentarse de distintos tipos de componentes orgánicos, lo cual históricamente ha significado que el cerdo sea visto como un animal que se alimenta de desperdicios (OCDE, 2019).

La misma organización afirma que la producción se tecnificó después de la Segunda Guerra Mundial y los cerdos se convirtieron en un producto estandarizado que se obtiene en instalaciones de producción masiva. La industria basa su producción en mezclas de varias razas, siendo las principales las denominadas Duroc, Hampshire y Yorkshire, que han sido seleccionadas para la producción intensiva.

Hasta la década de los años cuarenta, en México la explotación tenía características de traspatio o rústica. En esa década el cerdo se convierte en la segunda fuente en importancia de abastecimiento de carne en el país. Sin embargo, es hasta los años setenta que la porcicultura se convierte en el sistema productor de carne más importante en México y surge la porcicultura tecnificada, principalmente en el norte del país. No obstante, subsiste un sector importante de producción de traspatio (OCDE, 2019).

De igual manera la OCDE menciona que en México, la carne de cerdo participa con alrededor de 14% del valor de la producción pecuaria, mientras que la producción de cárnicos del país, la de porcino es la tercera con mayor aporte. En los últimos dos años el volumen generado en cada uno de ellos excede en poco más de 60 mil toneladas al generado en el previo.

De esta manera, las estimaciones más recientes de USDA (2020) sitúan la producción de carne de cerdo en México durante 2019 en 1.4 millones de toneladas. Dicha producción significaría un incremento anual del 3.80% y el récord nacional de producción de carne de cerdo. Este incremento en la producción de carne de cerdo

en México va acompañado de una creciente demanda, así como de los esfuerzos realizados por la industria comercial dentro de los cuales se encuentran la mejora genética.

De acuerdo con FIRA (2020), entre 2015 y 2019 el consumo nacional aparente de carne de cerdo en México creció a una tasa promedio anual de 4.10%, al pasar de 2.43 a un máximo histórico de 2.85 mdt de carne equivalente en canal. Se prevé que en 2020 el consumo se ubique en 2.97 mdt, lo que significaría un crecimiento de anual de 3.90%.

Debido al crecimiento de la producción a un ritmo mayor que el consumo en los últimos cinco años, se ha reducido la tasa de crecimiento de las importaciones y se ha incrementado en las exportaciones. De esta forma, en 2019 las importaciones netas representaron 43.90% del consumo nacional aparente; en 2015 dicha proporción fue de 45.60% (FIRA, 2020).

También es necesario tener en cuenta que la producción anual no es constante, debido a diversos factores sociales y culturales que se basados en los platillos tradicionales; siendo así que hay diferentes temporadas de producción y consumo, por lo que disminuirá durante el período de Cuaresma, para luego tener un incremento en la época decembrina.

El mercado mexicano se caracteriza por una competencia muy atomizada, con pocas pero grandes empresas que agrupan diferentes unidades de negocio y que suelen integrar todo el sistema productivo: tanto la cría como el procesamiento y distribución de carnes y derivados. Las grandes granjas, que son las que suelen importar piezas del extranjero, soportan casi la mitad de la producción (ICEX, 2018).

De acuerdo con la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México (ICEX, 2018), México se trata de un país de grandes contrastes y complejidad, cuya población es además muy joven, por lo que la forma de adquirir carne está cambiando: en las zonas urbanas, los grandes lineales están empezando a cobrar mayor relevancia.

Esto, junto con el aumento de la renta per cápita y el encarecimiento de los cortes de vacuno, son los principales factores que configuran la demanda del cerdo en el país. Con todo ello se prevé que la demanda interna de cerdo siga creciendo a un ritmo mayor que la producción nacional propiciando un crecimiento del sector cárnico porcino mexicano:

- * La baja productividad de los pequeños porcicultores, arrastrando la producción a las granjas más tecnificadas. Estos rastros son los que están liderando la integración vertical del proceso productivo y son las que importan directamente.
- * La dependencia de las importaciones de carne extranjera para preparaciones cárnicas, debido a la insuficiencia de la porcicultura nacional.
- * Interés por diversificar las importaciones, como consecuencia de las tensiones comerciales con EE. UU. y necesidad de encontrar nuevas alternativas. - Revisión del Tratado de Libre Comercio entre UE y México, con el que se prevé la supresión de los aranceles a estos productos.

El precio de la carne de cerdo ha tenido el comportamiento más favorable a los consumidores, pues es el producto cárnico con las menores elevaciones de precios. En términos relativos, la carne de cerdo se ha abaratado de manera importante respecto de la carne de res y de pollo (OCDE, 2019).

2.7. Principales Estados Productores De Carne De Cerdo

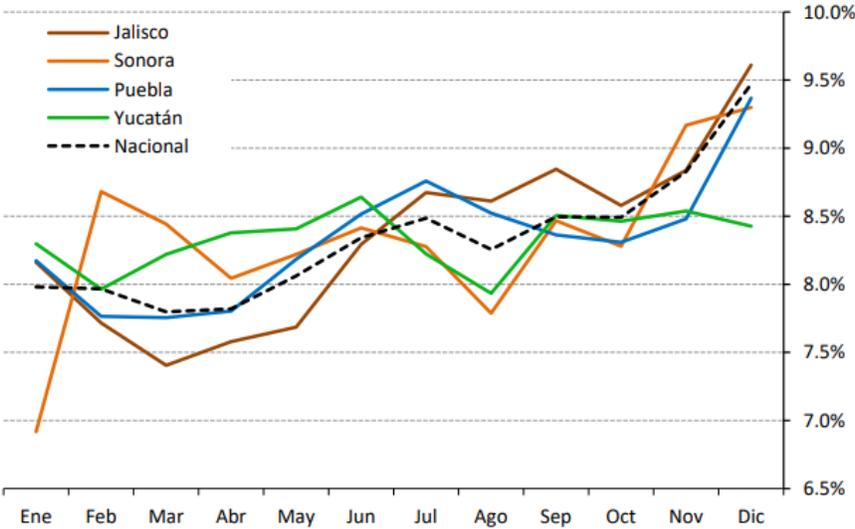
Entre el 2014 y el 2018, la producción nacional de este cárnico creció a una tasa promedio anual de 3.90%, al ubicarse, de acuerdo con cifras preliminares del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera en un máximo histórico de 1.50 mdt de carne en canal, esto es un aumento anual de 4.10% (Gaucín, 2019).

Mientras que, en 2019, seis entidades participaron en conjunto con 77.10% de la producción nacional: Jalisco (21.40%), Sonora (19.30%), Puebla (10.70%), Yucatán (9.20%), Veracruz (8.90%) y Guanajuato (7.70%); esto de acuerdo con datos de FIRA (2020). Dicha institución señala que entre los principales estados productores

se destaca el dinamismo de la oferta de este tipo de carne en Sonora, Jalisco, Yucatán y Veracruz, donde la producción creció a tasas promedio anuales de 7.70%, 7.40%, 4.60% y 4.60% en el periodo 2015-2019, respectivamente.

De acuerdo con el USDA (2020), el sector porcino mexicano sigue integrándose y creciendo. Durante los primeros once meses de 2019 el sacrificio de cerdos en establecimientos TIF experimentó un incremento de 10.5 por ciento respecto al mismo período del año previo. Y se prevé que en 2020 el número de cabezas para el sacrificio alcance 20.3 millones, impulsado por el aumento de la demanda. Como podemos observar en la gráfica 3, los menores niveles de producción de carne de cerdo en el país se registran durante el primer trimestre del año y los niveles más altos en el último trimestre.

Gráfica 3. Producción promedio mensual de carne de cerdo en México, 2015 – 2019 (Porcentaje, carne en canal).



Fuente: FIRA, 2020.

Como se muestra en el siguiente mapa (Figura 1), la porcicultura jalisciense se ha consolidado como la más productiva del país. Su inventario de 3 millones 539 mil porcinos posibilita 321 mil 736 toneladas de carne en canal, esto según datos del SIAP.

Figura 1. Porcentaje del valor de la producción por entidad federativa.



Fuente: Panorama Agroalimentario (SIAP, 2019).

En el panorama agroalimentario 2019, se presentó la siguiente información con respecto al volumen de producción, de acuerdo con las principales entidades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Volumen de producción (Principales entidades).

| Ranking | Entidad federativa | Región | Volumen (toneladas) | Variación (%) 2017-2018 |
|---------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------|
| | Total Nacional | | 1,502,523 | 4.20 |
| 1 | Jalisco | Centro-Occidente | 321,736 | 6.80 |
| 2 | Sonora | Noroeste | 277,451 | 6.00 |
| 3 | Puebla | Centro | 167,314 | 1.10 |
| 4 | Yucatán | Sur-Sureste | 144,235 | 3.80 |
| 5 | Veracruz | Sur-Sureste | 136,927 | 5.60 |
| 6 | Guanajuato | Centro-Occidente | 117,972 | 3.90 |
| 7 | Michoacán | Centro-Occidente | 44,784 | 0.90 |
| 8 | Chiapas | Sur-Sureste | 28,913 | 2.00 |
| 9 | Oaxaca | Sur-Sureste | 28,117 | 1.60 |
| 10 | Querétaro | Centro-Occidente | 25,552 | 13.80 |
| | Resto del país | | 209,524 | 0.50 |

Fuente: Panorama Agroalimentario (SIAP, 2019).

Los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) indicaron que durante los primeros 11 meses del año 2020, la producción mexicana de carne de cerdo fue de 1.49 millones de toneladas, lo que representó un alza de 3.10% sobre 2019. En noviembre, el aumento en el procesamiento fue de 7% sobre el mismo mes del año anterior, logrando un volumen de 152,995 toneladas. De acuerdo con lo reportado por el SIAP, entre enero y noviembre los cinco estados que mayor participación tuvieron en este sector fueron Jalisco con 331,152 toneladas; Sonora con 287,718 t.; Puebla y sus respectivas 155,535 t.; Yucatán con 134,351 t.; y finalmente Veracruz que aportó 131,887 t.

En total, estas entidades agruparon 1.04 millones de toneladas, representando 69.70% de la producción de cárnicos porcinos a nivel nacional. Este año, Jalisco, además de ser el estado con la mayor participación en el procesamiento de carne de cerdo, también fue el que mayor crecimiento tuvo, siendo este de 7.30% respecto al periodo enero-noviembre de 2019.

Le siguieron Veracruz y Sonora con incrementos de 3.40% y 3.20%, respectivamente, mientras que Puebla se mantuvo estable, con un alza de apenas 0.10%; de las cinco entidades, Yucatán fue el único con un desempeño negativo, al bajar 0.30% su producción versus el mismo lapso del año anterior (Porcicultura, 2020).

2.8. Consumo

Entre 2015 y 2019 el consumo nacional aparente de carne de cerdo en México creció a una tasa promedio anual de 4.10%, al pasar de 2.43% a un máximo histórico de 2.85 mdt de carne equivalente en canal. Se prevé que en 2020 el consumo se ubique en 2.97 mdt, lo que significaría un crecimiento de anual de 3.90% (FIRA, 2020).

Dicha institución afirma que debido al crecimiento de la producción a un ritmo mayor que el consumo en los últimos cinco años, se ha reducido la tasa de crecimiento de las importaciones y se ha incrementado en las exportaciones. De esta forma, en 2019 las importaciones netas representaron 43.90% del consumo nacional aparente; en 2015 dicha proporción fue de 45.60%.

De acuerdo con el USDA (2020), se prevé que la preferencia del consumidor por la carne de cerdo siga creciendo, motivada por el beneficio de ser de un costo menor en comparación con la carne de res y que es un producto que se percibe cada vez más como un alimento saludable y versátil. También contribuyen la urbanización, una clase media en expansión y la disponibilidad una gran variedad de productos del cárnico. No obstante, lo anterior, el bajo crecimiento económico del país juega en contra de la tendencia del consumo.

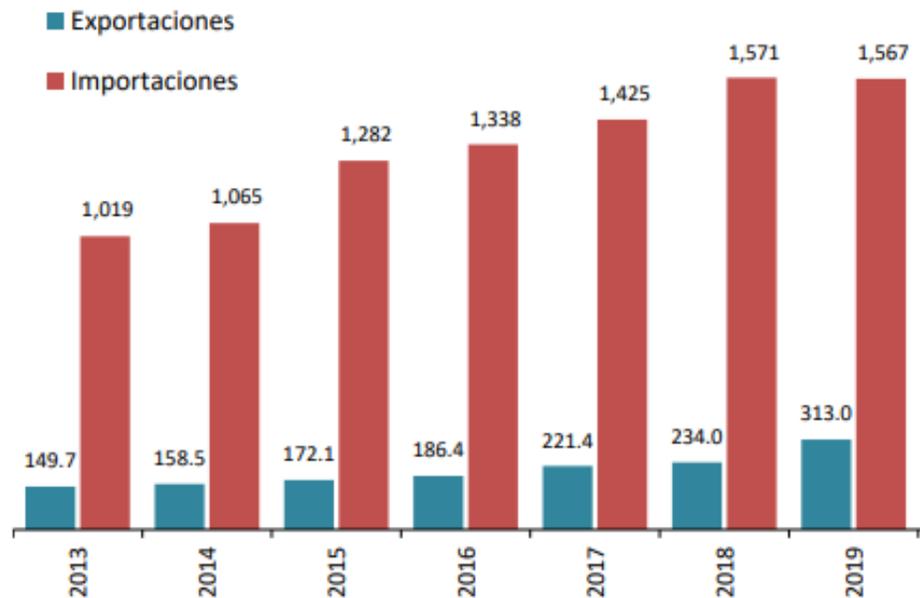
Con base en los datos de población de México, el consumo per cápita de carne de cerdo ha aumentado de manera consistente durante los últimos años. Entre 2015 y 2019 pasó de 16.90 a 19.20 kilogramos por persona por año. En dicho período, el consumo per cápita carne de pollo también creció, aunque a un ritmo menor que el de la carne de cerdo, mientras que el de la carne de res se redujo (USDA, 2020).

2.9. Importación Y Exportación

Históricamente, el comercio exterior de carne de cerdo de México ha sufrido déficits. De 2015 a 2019, las importaciones de México crecieron a una tasa promedio anual de 5.10%, alcanzando 1.57 millones de toneladas al final del período (Gráfica 4), mientras que el volumen total de exportación fue de 313,000 toneladas de carne equivalente en canal y un aumento promedio anual de 16.10%. Por lo tanto, la brecha equivalente de carne de canal equivalente en 2019 es de 1,25 millones de toneladas. Esta cantidad significa una disminución del 6.20% anual.

En 2019, el 99.80% del volumen de las importaciones mexicanas de carne de cerdo provinieron de dos países: 83.60% de Estados Unidos y 16.20% de Canadá. Cabe destacar que México es el principal destino de las exportaciones estadounidenses de carne de cerdo y sus productos. De acuerdo con información del USDA, 26.50% del volumen total de las exportaciones de carne de cerdo de Estados Unidos en 2019 se destinaron a México, 21.50% a China y 13.80% a Japón (FIRA, 2020).

Gráfica 4. Comercio exterior de carne de cerdo, 2013 – 2019. (Miles de toneladas, carne equivalente en canal)



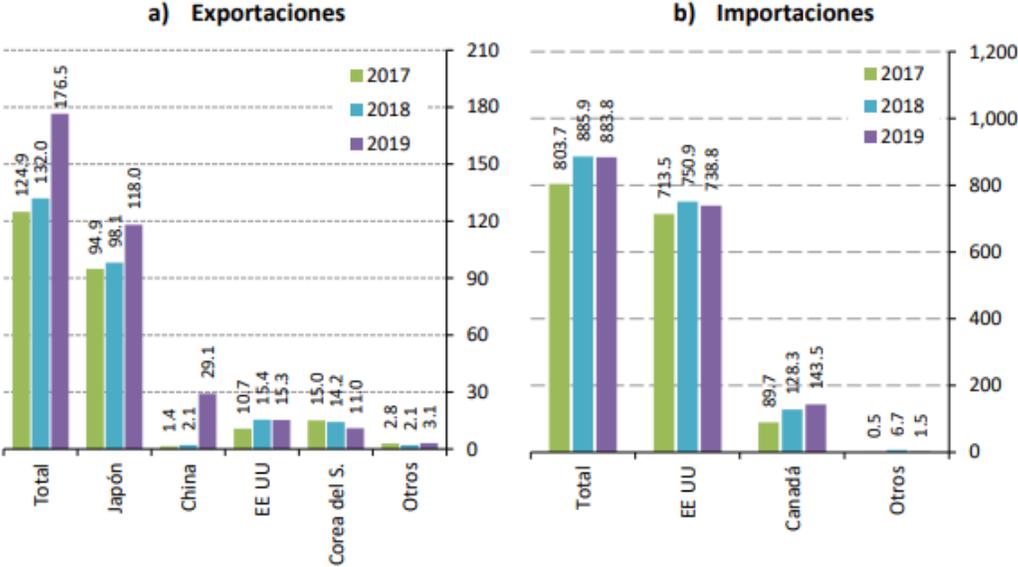
Fuente. FIRA, 2020.

Según datos del USDA, en 2019 México importó 28,071 cabezas: 31% animales para reproducción, 39% animales de menos de 50 kg, y 30% animales de más de 50 kg. La demanda se mantiene por la necesidad de continuar la mejora genética, buscando mejores rendimientos y mayor resistencia a enfermedades. Las importaciones de cerdos vivos provenientes de los Estados Unidos tienen una participación cercana a 72%, seguidas por las de Canadá con cerca del 28% restante.

De acuerdo con FIRA, las exportaciones mexicanas de carne de cerdo representaron el 19.60% de la producción nacional en 2019, y se espera que dicha proporción aumente a 20.70% en 2020. Los principales destinos de las exportaciones mexicanas de carne de cerdo son cuatro: Japón (66.80% del volumen total), China (16.50%), Estados Unidos (8.70%) y Corea del Sur (6.20%). La participación de China ha venido creciendo de manera muy acelerada en los años recientes, pasando de 0.10% en 2016 al 16.50% en 2019.

Las exportaciones de carne de cerdo del país están impulsadas por una serie de factores, destacando la expansión a los mercados asiáticos, que es un objetivo importante para México porque requieren productos de alta calidad y mano de obra intensiva. Impulsada por el importante crecimiento de este mercado, especialmente a China, se espera que continúe la tendencia de crecimiento de las exportaciones (Gráfica 5).

Gráfica 5. Comercio exterior de carne de cerdo, 2017 – 2019. (Miles de toneladas de carne).



Fuente: FIRA, 2020.

Otro aspecto importante que también favorece los cambios positivos en las exportaciones de carne de cerdo mexicana es el estado fitosanitario de la producción porcina en el país. Estados Unidos, Canadá y Japón les otorgaron la aprobación libre de Fiebre Porcina Clásica (FPC), mientras que China otorgó la autorización para exportar productos porcinos al país. Lo dicho anteriormente nos lleva a decir que la actividad porcícola en México enfrenta diversos retos relacionados con la productividad, los costos de producción y la integración más eficiente de la cadena de valor, entre otros. Sin embargo, el potencial de crecimiento es importante, dadas las necesidades del mercado nacional.

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

Analizar los sistemas de producción, no es nada fácil, su complejidad radica en la gran cantidad de variables que se conjugan en ellos, es por ello, que para predecir o pronosticar su comportamiento se utilizan métodos estadísticos que con el paso de los años han servido de utilidad para los economistas, pues suelen apoyarse de estos para comprender el entorno.

Para poder llevar a cabo este análisis es necesario emplear tendencia estacional de precios mediante una serie de tiempo; podemos describirla como un conjunto de datos estructurados que evolucionan y se ven reflejados en una curva. El modelo clásico para una serie de tiempo supone que la variable "Y" es un producto de las variables T.C.E, el que producen los movimientos de la tendencia, los cíclicos, el estacional y el irregular.

Una serie de precios consta de una tendencia (T), movimientos cíclicos (C), movimientos estacionales (E), así como movimientos irregulares (I). Donde T, se refiere a cambios de largo plazo en la media de la serie de precios; C, es cualquier secuencia recurrente de puntos encima y debajo de la línea de tendencia; E, se refiere a fluctuaciones periódicas de la variable, los cuales ocurren en periodos relativamente cortos de tiempo; y la I, se relaciona con los movimientos o valores residuales que pueden ser aleatorios.

3.1. Características De Producción Agropecuaria

Las características de la producción agropecuaria son bastas y es por ello por lo que logran ser complejas, pero pare el estudio económico son de gran relevancia puesto que son factores que pueden cambiar todo lo propuesto y analizado. Así que a continuación revisaremos algunos conceptos que logran quitar la brecha y aclarar nuestro estudio poniendo un énfasis y especial atención a la estacionalidad que será de mucha utilidad para el presente trabajo.

Los sistemas de producción agropecuarios son extremadamente complejos y difíciles de conceptualizar y comprender. Al analizarlos debemos tomar en cuenta un sin número de factores biológicos, químicos, sociales, económicos, históricos, políticos y hasta éticos, para tratar de entender cómo las partes actúan en conjunto dentro de los sistemas productivos agropecuarios (Wadsworth, 2006). La producción agropecuaria entraña los económicos para definir las políticas económicas, debido a lo siguiente:

- * Gran flexibilidad y la relativamente alta elasticidad-precio de la producción a largo plazo.
- * Larga duración del proceso de producción y la baja elasticidad-precio de la oferta a corto plazo.
- * La dispersión de la producción en numerosos empresarios pequeños y medios (atomización de la concurrencia), que dificulta tanto la idea de conjunto sobre el volumen como sobre la exacta dosificación del volumen de producción, lo que conduce a los oferentes equiparen el precio actual con el esperado.

Lo anterior debido a las características naturales de la producción agropecuaria, y que está influenciado a diversos factores que la hacen diferente a otro sector de la economía, que a continuación se indican.

Estacional: Es decir, la producción agropecuaria no es continua a lo largo del año, ya que es influenciada por los cambios climatológicos que influyen en el desarrollo biológico de las especies vegetales y animales, dando origen a las épocas de cosecha y de producción respectiva en forma variable, razón por la cual es necesario hacer previsiones de almacenamiento y conservación eficiente. Por tu título, esta es la que te interesa, por lo tanto, debes profundizar en ella, incluso, hacer un apartado único si es el caso.

Dispersa: La mayoría de los productores están dispersos geográficamente, por lo que no pueden influir en los precios de mercado. Las grandes distancias que el

producto debe recorrer desde la zona productora a las de consumo implica altos costos de comercialización, el cual aunado a las ineficiencias del mercado hacen que los precios al consumidor se eleven. Por otra parte, la información sobre los requerimientos de la demanda, que esta generalmente concentrada, no llega de manera oportuna al productor, por lo que las respuestas de este último se ven rezagadas.

Perecedera: El producto agropecuario es altamente vulnerable a la influencia del medio ambiente, ya que una vez cosechado o llegado a punto de finalización de su etapa de producción, está necesariamente tiene que ser llevada al mercado, o en su caso ser almacenado o conservado en algún sistema frigorífico ya que es muy perecedero.

Irregular: La producción agropecuaria se caracteriza por no ser un producto homogéneo, ya que existe una amplia diversidad de tamaños, calidades, pesos del producto que se finaliza o que se cosecha, es decir presenta una producción heterogénea, razón por la cual se exige su homogenización a través de esquemas de normalización y tipificación de producto en lotes homogéneos, en tamaños, pesos, calidades y presentaciones del producto que faciliten su comercialización.

Aleatoria: La planeación agropecuaria es incierta, ya que está sujeta a los factores climatológicos, a la presencia de plagas y enfermedades los cuales dañan el producto, demeritan la calidad y por lo tanto afectan negativamente al precio.

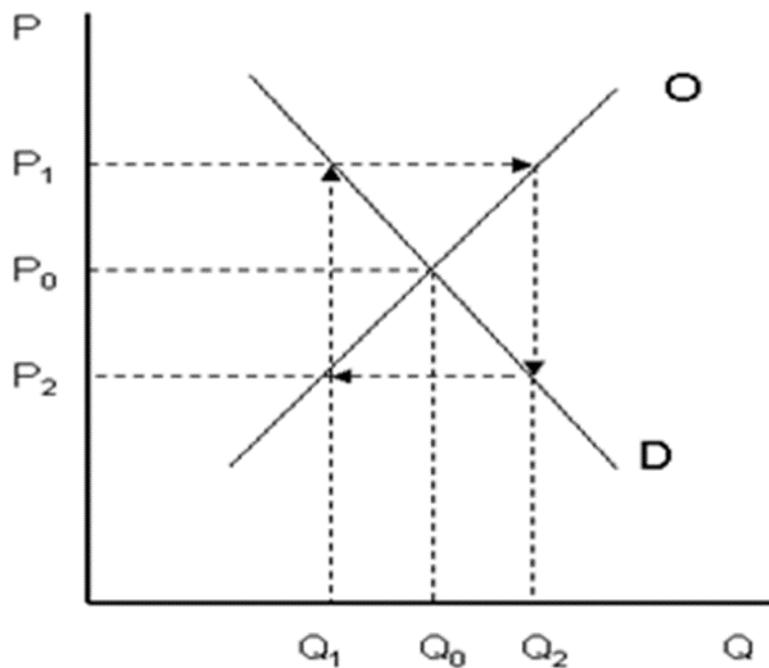
Voluminosa: La producción agropecuaria es de baja densidad económica, ya que su masa o su peso es muy voluminoso comparado con su valor. No obstante, precisamente por esta característica exige grandes necesidades de transporte y de almacenamiento, lo que genera mayores gastos para su traslado a su destino o puntos de consumo, así como de arrendamiento por los locales para su almacenamiento.

3.2. El Teorema De La Telaraña

Por las características propias de la producción agropecuaria, los precios de los productos tienen las variaciones peculiares que ya fueron comentadas en los párrafos anteriores. Estos movimientos cíclicos de la producción es la que se deriva del conocido “Teorema de la Telaraña” que fue analizado por Ezekiel en 1938 y que tradicionalmente se incluye en diferentes libros de economía.

El teorema de la telaraña, como se muestra en la figura 2, se basa en la hipótesis de que el productor agropecuario planifica su producción a partir de precios del producto del año anterior, dicho en otras palabras, que el precio esperado por el productor es el precio del año anterior. Con esta hipótesis y suponiendo de momento que los rendimientos son perfectamente conocidos y que no influyen otros factores, la formación de precios en años sucesivos es tal como se indica en la gráfica siguiente (Mendoza, 2001).

Figura 2. Teorema de la Telaraña



Fuente: Mendoza, (2001).

Dicho autor menciona que en principio la intersección de la oferta y la demanda determinan un precio de equilibrio P_0 una cantidad de equilibrio Q_0 . Supongamos que en un determinado año se ha producido una cantidad Q_1 distinta de la cantidad Q_0 con la producción Q_1 que equivale a la oferta de breve periodo, el precio de mercado será P_1 , es decir, el correspondiente a la intersección de esta última con la curva de la demanda.

De acuerdo con los supuestos anteriores sobre el comportamiento de los productores agrícolas, organizará la producción en el segundo trimestre del segundo año, obteniendo así el precio de P_2 . Los productores agrícolas planificarán la producción en el primer trimestre del próximo año, lo que conducirá a precios P_1 . De esta forma, se crea un ciclo de dos años, en el que a un año de precios altos y baja producción le sigue un año de precios bajos y producción alta, seguido de un año de precios altos y baja producción, y así sucesivamente.

Para los productos ganaderos, también puede haber el mismo ciclo de precios que para los productos agrícolas que se plantan un año o cultivos perennes. Cuando los precios son altos, los ganaderos tienden a incrementar el número de cabezas de ganado, lo que conduce a un aumento de la oferta en el futuro; mismo que lleva a una disminución de los precios, lo que se traduce en una reducción en el número de cabezas, mismo que ocasiona disminución de la oferta, y un aumento de los precios conduce al inicio de un nuevo ciclo. La duración del ciclo depende de la duración entre la toma de decisiones y el aumento de la oferta, durante el cual el ciclo cambia en función de la actividad ganadera.

3.3. Series Temporales

Con bastante frecuencia, las series temporales presentan una o varias características, denominadas componentes, que ayudan a explicar su comportamiento en el tiempo. No es fácil dar una definición estricta de las mismas, pero, aunque sea de manera amplia, una descripción de su significado puede ser conveniente.

Villavicencio (2xxx) define serie tiempo, como una secuencia de observaciones, medidos en determinados momentos del tiempo, ordenados cronológicamente y, espaciados entre sí de manera uniforme, así los datos usualmente son dependientes entre sí. De esta manera, el principal objetivo de una serie de tiempo es su análisis para hacer pronóstico.

3.3.1. Componentes De Una Serie Temporal

El análisis clásico de las series temporales se basa en la suposición de que los valores que toma la variable de observación es la consecuencia de tres componentes, cuya actuación conjunta da como resultado los valores medidos, estos componentes son:

Componente de tendencia. Se puede definir como un cambio a largo plazo que se produce en la relación al nivel medio, o el cambio a largo plazo de la media. La tendencia se identifica con un movimiento suave de la serie a largo plazo.

Componente estacional. Muchas series temporales presentan cierta periodicidad o dicho de otro modo, variación de cierto período (semestral, mensual, etc.). Estos efectos son fáciles de entender y se pueden medir explícitamente o incluso se pueden eliminar de la serie de datos, a este proceso se le llama desestacionalización de la serie. Este es el motivo por el que se consideran los periodos agrupados en otros periodos más amplios en el tratamiento de muchas series temporales. Muchas series económicas presentan oscilaciones regulares en el mismo mes de cada año, y con unas pautas que se presentan, sin repetirse exactamente, todos los años. Son las llamadas "variaciones estacionales", y se deben básicamente a causas climatológicas, vacacionales o fiscales.

Componente cíclica. Esta componente refleja comportamientos recurrentes, aunque no tienen por qué ser exactamente periódicos, con un periodo superior a un año. Muestran, habitualmente, cómo se suceden las etapas de bonanza económica con las de crisis, o al menos, desaceleración. Con frecuencia los ciclos económicos resultan de la superposición o yuxtaposición de distintos efectos, con periodos

diferentes, más cortos o largos (dos años, diez o veinte años, etc.). Por ello, son difícilmente reconocibles. Por ello, muchas veces no se consiguen separar de la tendencia, al menos para series no demasiado largas.

Componente aleatoria o irregular. También llamado "ruido", recoge alteraciones de la serie, pequeñas en su incidencia, y sin una pauta periódica ni tendencial reconocible. Se considera que está ocasionada por múltiples factores, de pequeña entidad y diferentes ritmos temporales, que no se pueden estudiar individualmente. Esto en la teoría, porque en la práctica lo que ocurre es que la consideración de una serie como compuesta por componentes tendenciales, cíclicas y estacionales no deja de ser un modelo y, como tal, una representación aproximada e imperfecta, aunque valiosa, del mundo real. La componente irregular recogería, en consecuencia, la incapacidad del modelo para explicar a la perfección el comportamiento de la serie temporal. Esta componente no responde a ningún patrón de comportamiento, sino que es el resultado de factores fortuitos o aleatorios que inciden de forma aislada en una serie de tiempo.

CAPITULO IV. METODOLOGÍA

4.1. Fuentes De Información

La información que se utilizó en esta investigación se obtuvo de los precios del cerdo en pie en México que reporta el Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) del 2000 al 2019, así como del Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

Para estimación de la tendencia se utilizará el método de mínimos cuadrados ordinarios, calculados a través de la regresión lineal; asimismo con dicha información se procedió a probar diversos modelos que se adecuaran mejor a la tendencia de los precios. Se utilizaron los métodos de Holt, Brown y Winters, que se refieren a los algoritmos de suavización simple y doble exponencial de los movimientos de los precios, en la que se utilizará la hoja de cálculo de Excel.

4.2. Métodos De Estimación

En este apartado revisaremos a fondo aquellos métodos que nos serán de utilidad para pronosticar los precios del cerdo en canal. Haciendo uso no solo de conceptos sino de fórmulas para un mejor entendimiento de estos. Empezando por lo más simple, haciendo referencia a una regresión lineal o mínimos cuadrados, hasta llegar al método de pronósticos Holt – Winters.

4.2.1. Análisis De Regresión

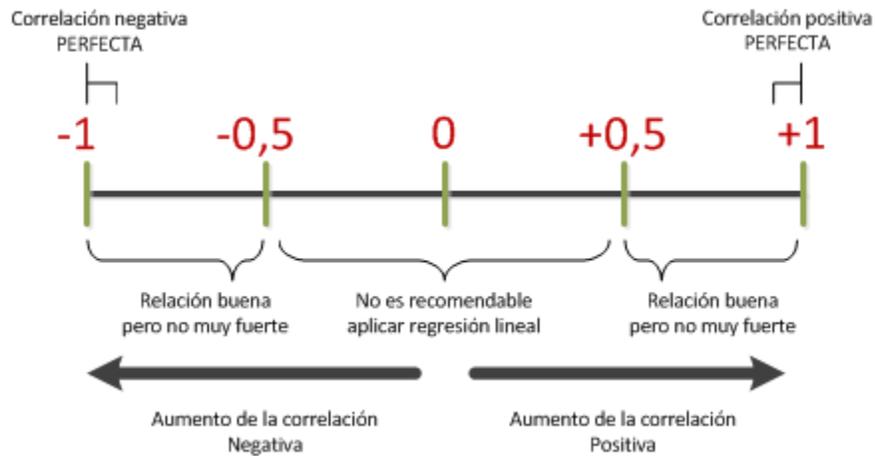
El objetivo de un análisis de regresión es determinar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Para poder realizar esta relación, se debe postular una relación funcional entre las variables.

Cuando se trata de una variable independiente, la forma funcional que más se utiliza en la práctica es la relación lineal. El análisis de regresión entonces determina la intensidad entre las variables a través de coeficientes de correlación y determinación.

4.2.2. Coeficiente De Correlación [R]

El coeficiente de correlación, comúnmente identificado como r o R, es una medida de asociación entre las variables aleatorias X y, cuyo valor varía entre -1 y +1 (Figura 3).

Figura 3. Coeficiente de Correlación [r].



Fuente: Ingeniería Industrial Online.Com (2019).

El cálculo del coeficiente de correlación se efectúa de la siguiente manera:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2][n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2]}}$$

Dónde t hace referencia a la variable tiempo y x a la variable demanda.

4.2.3. Regresión Lineal O Mínimos Cuadrados

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria a cuando b toma un valor específico. La aplicación de este método

implica un supuesto de linealidad cuando la variable a estimar presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo.

¿Cuándo utilizar un pronóstico de regresión lineal?

El pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de la variable con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la variable dependiente y el tiempo.

Existen medidas de la intensidad de la relación que presentan las variables que son fundamentales para determinar en qué momento es conveniente utilizar regresión lineal.

Modelo de Regresión Lineal Simple

$$\hat{X}_t = a + bt$$

\hat{X}_t = Pronóstico del período t

a = Intersección de la línea con el eje

b = Pendiente (positiva o negativa)

t = Período de tiempo

Donde:

$$a = \bar{X} - b\bar{t}$$

\bar{X} = Promedio de la variable dependiente (Ventas o Demanda)

\bar{t} = Promedio de la variable independiente (Tiempo)

Donde:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

4.2.4. Promedio Simple

El método de pronóstico simple consiste en atenuar los datos al obtener la media aritmética de cierto número de datos históricos para obtener con este el pronóstico para el siguiente período. El número de datos a tener en cuenta para calcular el promedio es una decisión del equipo de planeación que realiza el pronóstico.

¿Cuándo utilizar un pronóstico de promedio simple?

Un pronóstico de promedio simple es el más sencillo de los métodos de pronóstico estándar. Este método es óptimo para patrones de la variable dependiente sea aleatorio o nivelada sin elementos estacionales o de tendencia.

Fórmula del Modelo de promedio simple:

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

\hat{X}_t = Promedio de ventas en unidades en el periodo t

Σ = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales en unidades de los periodos anteriores a t

n = Número de datos

4.2.5. Promedio Móvil

El método de pronóstico móvil simple se utiliza cuando se quiere dar más importancia a conjuntos de datos más recientes para obtener la previsión. Cada punto de una media móvil de una serie temporal es la media aritmética de un número

de puntos consecutivos de la serie, donde el número de puntos es elegido de tal manera que los efectos estacionales y / o irregulares sean eliminados.

¿Cuándo utilizar un pronóstico de promedio móvil?

El pronóstico de promedio móvil es óptimo para estimar patrones de las variables a aleatorias o niveladas donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de datos más recientes.

Modelo de promedio móvil

Fórmula:

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t-1}^n X_{t-1}}{n}$$

\hat{X}_t = Promedio de ventas en unidades en el período t

Σ = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales en unidades de los períodos anteriores a t

n = Número de datos

4.2.6. Promedio Móvil Ponderado

Este método de pronóstico es una variación del promedio móvil. Mientras, en el promedio móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado podemos asignar cualquier importancia (peso) a cualquier dato del promedio (siempre que la sumatoria de las ponderaciones sean equivalentes al 100%). Es una práctica regular aplicar el factor de ponderación (porcentaje) mayor al dato más reciente.

¿Cuándo utilizar un pronóstico de promedio móvil ponderado?

El pronóstico de promedio móvil ponderado es óptimo para patrones de la variable dependiente aleatorias o niveladas donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de datos recientes, dicho enfoque es superior al del promedio móvil simple.

Modelo de promedio móvil ponderado

Fórmula:

$$\hat{X}_t = \sum_{i=1}^n C_i * X_{t-i}$$

\hat{X}_t = Promedio de ventas en unidades en el período t

Σ = Sumatoria de datos

C_i = Factor de ponderación

X_{t-1} = Ventas o demandas reales en unidades de los períodos anteriores a t

n = Número de datos

4.2.7. Suavización Exponencial Simple

El método de suavización o suavizamiento exponencial simple puede considerarse como una evolución del método de promedio móvil ponderado, en este caso se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización.

Así entonces, este modelo de pronóstico precisa tan sólo de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período y el coeficiente de suavización.

¿Cuándo utilizar un pronóstico de suavización exponencial simple?

El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos recientes de la variable dependiente, este posee una ventaja sobre el modelo de promedio móvil ponderado ya que no requiere de una gran cantidad de períodos y de ponderaciones para lograr óptimos resultados.

Modelo de suavización exponencial simple

Fórmula:

$$\hat{X}_t = \hat{X}_{t-1} + (\alpha \cdot (X_{t-1} - \hat{X}_{t-1}))$$

$$\alpha = \frac{2}{n + 1}$$

Para efectos de cálculo suele proporcionarse el factor de suavización, sin embargo, en la práctica éste es comúnmente hallado de la forma descrita arriba.

\hat{X}_t = Promedio de precios en unidades en el período t

\hat{X}_{t-1} = Pronóstico de precios en unidades del período t -1

X_{t-1} = Precios reales en unidades en el período t - 1

α = Coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0)

4.2.8. Suavización Exponencial Doble (Método De Holt)

Cuando se abordan las series de tiempo en algunos casos es identificable que el comportamiento de un grupo de datos puede arrojar una tendencia clara e información que permita anticipar movimientos futuros.

Estimar una tendencia nos proporciona las actualizaciones de nivel que mitigan los cambios ocasionales de una serie de tiempo. Charles Holt en 1957 desarrolló un modelo de tendencias lineales que evolucionan en una serie de tiempo y puede usarse para generar pronósticos, este modelo recibe el nombre de suavización o suavizamiento exponencial doble.

¿Cuándo utilizar un pronóstico de suavización exponencial doble?

El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de precios que presentan una tendencia, al menos localmente, y un patrón estacional constante, en el que se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de precios recientes.

Modelo de suavización exponencial doble

El método de suavización exponencial doble o método de Holt usa tres ecuaciones fundamentales:

Pronóstico del período t

$$\hat{X}_t = \hat{X}'_t + T_t$$

La serie suavizada exponencialmente (primera suavización)

$$\hat{X}'_t = \alpha(\hat{X}_{t-1}) + [(1 - \alpha)(\hat{X}'_{t-1} + T_{t-1})]$$

El estimado de la tendencia

$$T_t = \beta[\widehat{X}_t - \widehat{X}_{t-1}] + [(1 - \beta)(T_{t-1})]$$

\hat{X}_t =Pronóstico del período t

\hat{X}_{t-1} =Pronóstico del período t-1

\hat{X}'_t =Suavización exponencial del período t

\hat{X}'_{t-1} =Suavización exponencial del período t-1

T_t =Tendencia del período t

T_{t-1} =Tendencia del período t-1

α =Coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0)

β =Coeficiente de suavización para la tendencia (entre 0,0 y 1,0)

4.2.9. Suavización Exponencial Doble Método De Brown.

Este método consiste en realizar dos suavizaciones exponenciales, a partir de las cuales se obtendrá el valor estimado, o pronóstico que buscamos realizar, mediante un cálculo realizado con una expresión sencilla. La primera se aplica a los valores observados en la serie de tiempo y la segunda a la serie atenuada obtenida mediante la primera atenuación.

Debido a que los valores calculados al realizar las dos primeras atenuaciones no son los datos estimados a obtener, es decir, que constituirán las inferencias de los valores que se espera que tome la serie de tiempo en el futuro cercano, usaremos una notación distinta a la de la expresión final con la cual se calculan los valores que constituyen en realidad el pronóstico.

El Método de Brown es un caso especial del Doble Suavizamiento Exponencial Lineal, tiene una segunda atenuación del nivel atenuado simple. La ecuación del modelo es:

$$Ft + m = at + mbt$$

Donde m es el número de periodos del horizonte del pronóstico y a_t y b_t se calculan como sigue:

$$a_t = 2S_t - S(2)t$$

$$b_t = \left(\frac{\alpha}{(1 - \alpha)} \right) (S_t - S(2)t)$$

Aquí, S_t se calcula mediante suavización exponencial simple y $S(2)t$ es la suavización exponencial simple de S_t .

4.2.10. Método De Triple Suavización Exponencial De Holt-Winter

EL método Holt-Winters es un método de pronóstico de triple exponente suavizante y tiene la ventaja de ser fácil de adaptarse a medida que nueva información real está disponible. El método Holt-Winters es una extensión del método Holt que considera solo dos exponentes suavizantes. Holt-Winters considera nivel, tendencia y estacional de una determinada serie de tiempos. Este método tiene dos principales modelos, dependiendo del tipo de estacionalidad; el modelo multiplicativo estacional y el modelo aditivo estacional. En este apartado se enfatiza en el modelo multiplicativo.

Existen tres fases de trabajo, con tres conjuntos de datos diferentes. Un primer grupo de datos es para inicializar el modelo, esto es determinar los indicadores de nivel, tendencia y estacionalidad. Un segundo conjunto de datos es necesario para probar o calibrar los índices de suavización Alfa, Beta y Gamma. Un tercer grupo de datos para pronosticar y evaluar el funcionamiento del modelo propuesto. Ejecutar todas las fases en un solo grupo de datos puede conducir a tratar de encajar en exceso el modelo a los datos disponibles.

El método de Holt-Winters utiliza las siguientes fórmulas:

La fórmula para la estimación del nivel es:

$$N_t = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * (N_{t-1} + T_{t-1}) \quad (\text{Fórmula 1})$$

Donde:

N_t = Es el valor suavizado del nivel del periodo t

α = Es la constante de suavizamiento del nivel

X_t = Es la observación histórica en el periodo t

El subíndice s representa la longitud de la estacionalidad, normalmente un año)

S_{t-s} = Es el valor suavizado de la estacionalidad del periodo t-s

N_{t-1} = Es el valor suavizado del nivel del periodo t-1

T_{t-1} = Es la estimación de la tendencia en el periodo t-1

La fórmula para estimación de la tendencia es:

$$T_t = \beta(N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (\text{Fórmula 2})$$

Donde:

T_t = Es la estimación de la tendencia en el periodo t

β = Es la constante de suavizamiento de la tendencia

N_t y N_{t-1} = Son los valores suavizados del nivel del periodo t y t-1 respectivamente

T_{t-1} = Es la estimación de la tendencia en el periodo t-1

La fórmula para la estimación de la estacionalidad es:

$$E_t = \gamma * S_{t-s} + (1 - \gamma) * E_{t-s} \quad (\text{Fórmula 3})$$

Donde:

E_t = Es la estimación de la estacionalidad en el periodo t

γ = Es la constante de suavizamiento de la estacionalidad

X_t = Es la observación histórica en el periodo t

N_t = Es el valor suavizado del nivel del periodo t

El subíndice s representa la longitud de la estacionalidad

E_{t-s} = Es la estimación de la estacionalidad en el periodo t – s

Y finalmente la fórmula para la previsión es:

$$F_{t+1} = (N_t + T_t) * E_{t-s+1} \quad (\text{Fórmula 4})$$

Donde:

F_{t+1} = Es la previsión del periodo t

N_t = Es el valor suavizado del nivel del periodo t

T_t = Es la estimación de la tendencia en el periodo t

Es subíndice s representa la longitud de la estacionalidad

E_{t-s+1} = Es la estimación de la estacionalidad en el periodo t – s + 1

CAPITULO V. RESULTADOS

5.1. Regresión Lineal O Mínimos Cuadrados

Este modelo permitió hallar el valor esperado de la variable aleatoria **a** cuando **b** toma un valor específico. Su aplicación implicó un supuesto de linealidad cuando la variable dependiente presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección del método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo.

- Primero se calculó la pendiente (b):

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

- Luego se calculó el valor de a:

$$a = \bar{X} - b\bar{t}$$

- Y por último, se determinó el pronóstico:

$$\hat{X}_t = a + b\bar{t}$$

Donde:

\hat{X}_t = Pronóstico del período t.

a = Intersección de la línea con el eje.

t = Período de tiempo.

b = Pendiente (positiva o negativa).

\bar{X} = Promedio de la variable dependiente.

\bar{t} = Promedio de la variable independiente (Tiempo).

Los resultados las estimaciones con el método de regresión lineal se observan en las tablas 2, 3, 4 y 5. En donde se observan algunos parámetros que indican el nivel de precisión de la regresión y su ajuste respectivo.

En el Cuadro 2, se tiene una R² ajustada de 0.40, el cual indica que la recta estimada sólo explica un poco más del 40% de los precios reales, el cual es muy bajo y no representativo, asimismo el error típico fue de 1.63. Los valores del modelo o del análisis de varianza se muestran el Cuadro 3, mientras que los residuos se presentan en el Cuadro 4. finalmente, la recta ajustada del modelo de regresión se puede observar en la Gráfica 6.

Cuadro 2. Resumen

| Estadísticas de la regresión | |
|----------------------------------------------|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.661605329 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.437721612 |
| R ² ajustado | 0.406483923 |
| Error típico | 1.632674527 |
| Observaciones | 20 |

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Cuadro 3. Análisis de varianza

| | Coeficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95.0% | Superior 95.0% |
|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 25.297 | 0.758428675 | 33.3544878 | 1.22843E-17 | 23.70360048 | 26.89039952 | 23.70360048 | 26.89039952 |
| Variable X 1 | -0.237 | 0.063312403 | -3.743342385 | 0.001487849 | - | - | - | - |
| | | | | | 0.370014422 | 0.103985578 | 0.370014422 | 0.103985578 |

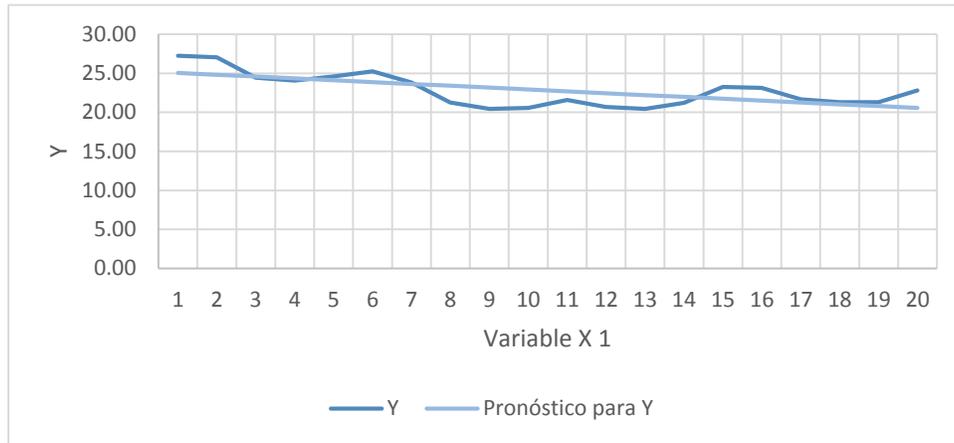
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Cuadro 4. Análisis de los residuos

| Observación | Pronóstico para Y | Residuos | Residuos estándares |
|-------------|----------------------|----------|------------------------|
| 1 | 25.06 | 2.21 | 1.3906992 |
| 2 | 24.823 | 2.207 | 1.388811373 |
| 3 | 24.586 | -0.156 | -0.098167002 |
| 4 | 24.349 | -0.269 | -0.169275151 |
| 5 | 24.112 | 0.478 | 0.300793764 |
| 6 | 23.875 | 1.365 | 0.85896127 |
| 7 | 23.638 | 0.202 | 0.127113682 |
| 8 | 23.401 | -2.131 | -1.340986423 |
| 9 | 23.164 | -2.724 | -1.714146887 |
| 10 | 22.927 | -2.377 | -1.495788234 |
| 11 | 22.69 | -1.11 | -0.698495978 |
| 12 | 22.453 | -1.743 | -1.096827468 |
| 13 | 22.216 | -1.756 | -1.105008052 |
| 14 | 21.979 | -0.749 | -0.471327466 |
| 15 | 21.742 | 1.518 | 0.955240446 |
| 16 | 21.505 | 1.645 | 1.035158454 |
| 17 | 21.268 | 0.382 | 0.240383301 |
| 18 | 21.031 | 0.269 | 0.169275151 |
| 19 | 20.794 | 0.506 | 0.318413482 |
| 20 | 20.557 | 2.233 | 1.40517254 |

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Gráfica 6. Variable X1: Curva de regresión ajustada



Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro número 4, 2020.

5.2. Pronóstico Promedio Móvil Simple

Este valor se obtuvo encontrando la media aritmética del conjunto específico de valores (observaciones recientes) y empleándolo después para pronosticar el siguiente periodo. Con esta información se determinó el número de puntos es decir la cantidad de semanas, meses o trimestres para el cálculo del promedio móvil. Observándose que mientras menor sea el número de puntos mayor será el peso que se le dará a las observaciones más recientes; por el contrario, mientras el número de puntos sea mayor, menor será el peso que se le dará a las observaciones más recientes (Cuadro 5).

$$Y_{t+1}' = M_t = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-m+1}}{m}$$

Los resultados de los pronósticos de este método se muestran en el Cuadro 5, observándose que los pronósticos de precios oscilaron entre \$21.76 y \$22.05 por kilogramo, con error promedio de \$1.5. También puede observarse la Gráfica 7, correspondiente.

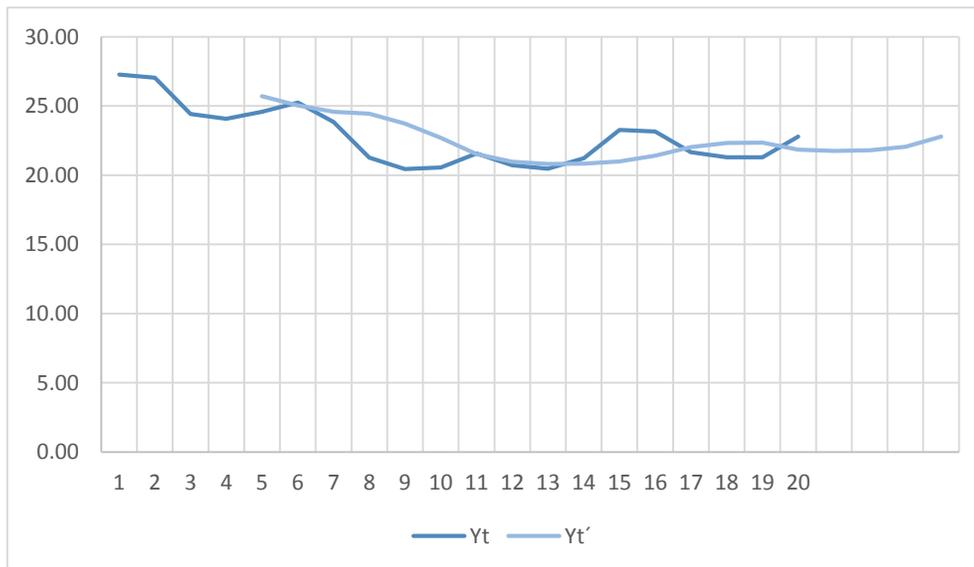
Cuadro 5. Pronóstico Promedio Móvil Simple

| | A | B | C | D |
|----|----|-------|-------|------|
| 1 | t | Yt | Yt' | et |
| 2 | 1 | 27.27 | | |
| 3 | 2 | 27.03 | | |
| 4 | 3 | 24.43 | | |
| 5 | 4 | 24.08 | | |
| 6 | 5 | 24.59 | 25.70 | 1.11 |
| 7 | 6 | 25.24 | 25.03 | 0.21 |
| 8 | 7 | 23.84 | 24.59 | 0.74 |
| 9 | 8 | 21.27 | 24.44 | 3.17 |
| 10 | 9 | 20.44 | 23.74 | 3.30 |
| 11 | 10 | 20.55 | 22.70 | 2.15 |
| 12 | 11 | 21.58 | 21.53 | 0.05 |
| 13 | 12 | 20.71 | 20.96 | 0.25 |
| 14 | 13 | 20.46 | 20.82 | 0.36 |
| 15 | 14 | 21.23 | 20.83 | 0.41 |
| 16 | 15 | 23.26 | 21.00 | 2.27 |
| 17 | 16 | 23.15 | 21.42 | 1.74 |
| 18 | 17 | 21.65 | 22.03 | 0.38 |
| 19 | 18 | 21.30 | 22.32 | 1.02 |
| 20 | 19 | 21.30 | 22.34 | 1.04 |
| 21 | 20 | 22.79 | 21.85 | 0.94 |
| 22 | 21 | | 21.76 | |
| 23 | 22 | | 21.80 | |
| 24 | 23 | | 22.05 | |
| 25 | 24 | | 22.79 | |
| 26 | | DAM | | 1.5 |

Annotations:
 - Row 6: =Promedio (B2:B5) Copiar hasta C6
 - Row 6: =Abs (B6-C6) Copiar hasta D6
 - Row 26: =Promedio (D6:D21)

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Gráfica 7. Pronóstico Promedio Móvil Simple



Fuente: Elaboración propia, con datos del cuadro número 5, 2020.

5.3. Pronóstico Promedio Móvil Doble

Este modelo de pronóstico se utiliza para datos que tienen una tendencia lineal. Este modelo lo que hace es calcular un promedio móvil de un conjunto de datos; luego posteriormente calcula un segundo promedio móvil del primer promedio móvil. El analista es quien debe determinar el número de periodos para el promedio móvil, tanto para el primer y segundo promedio estos no necesariamente tienen que ser iguales.

- Se calcula el primer promedio móvil (M_t):

$$Y_{t+1}' = M_t = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-m+1}}{m}$$

- Luego se calcula el segundo promedio móvil (M_t').

$$M_t' = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-m+1}}{m}$$

- Se calcula un valor similar a la intersección de una línea con la ordenada (a_t):

$$A_t = 2M_t - M_t'$$

- Se calcula un factor similar a la medición de una pendiente (b_t) que cambia a través de la serie:

$$B_t = \frac{2}{m-1} (M_t - M_t')$$

- Se determina el pronóstico para el periodo p en el futuro:

$$Y_{t+p}' = a_t + b_t p$$

Donde:

p = Número de periodos a pronosticar hacia el futuro, que en este caso son 5.

m = Número de periodos para el promedio móvil.

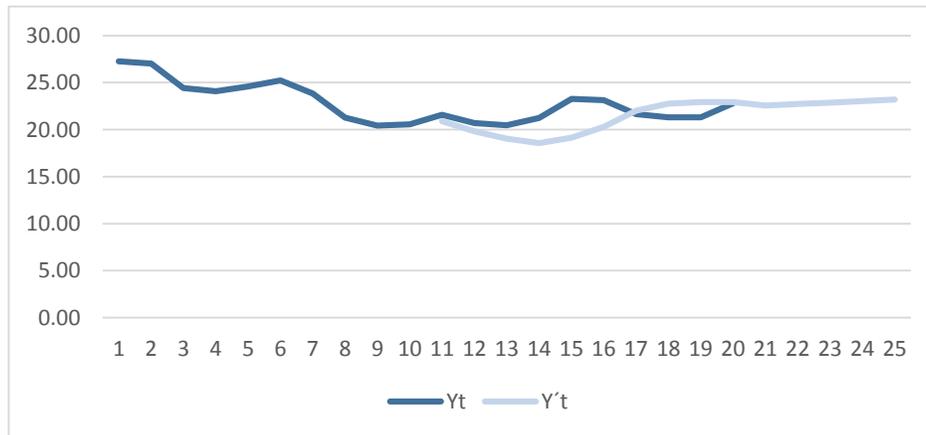
De esta manera, los resultados de este método de pronóstico se observan en la Gráfica 8.

Cuadro 6. Pronóstico Promedio Móvil Doble

| 1 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|----|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-----|---|
| 2 | t | Yt | Mt | Mt' | At | Bt | Yt' | et | m |
| 3 | 1 | 27.27 | | | | | | | 5 |
| 4 | 2 | 25.48 | | | | | | | P |
| 5 | 3 | 24.08 | | | | | | | 1 |
| 6 | 4 | 24.59 | | | | | | | 2 |
| 7 | 5 | 25.24 | 25.48 | | | | | | |
| 8 | 6 | 23.84 | 25.07 | | | | | | |
| 9 | 7 | 21.27 | 24.44 | | | | | | |
| 10 | 8 | 20.44 | 23.80 | | | | | | |
| 11 | 9 | 20.55 | 23.08 | 24.37 | 21.78 | -0.87 | | | |
| 12 | 10 | 21.58 | 22.27 | 23.73 | 20.80 | -0.98 | 20.91 | 0.7 | |
| 13 | 11 | 20.71 | 21.54 | 23.02 | 20.05 | -0.99 | 19.83 | 0.9 | |
| 14 | 12 | 20.46 | 20.91 | 22.32 | 19.50 | -0.94 | 19.06 | 1.4 | |
| 15 | 13 | 21.23 | 20.75 | 21.71 | 19.79 | -0.64 | 18.56 | 2.7 | |
| 16 | 14 | 23.26 | 20.91 | 21.27 | 20.54 | -0.25 | 19.15 | 4.1 | |
| 17 | 15 | 23.15 | 21.45 | 21.11 | 21.79 | 0.23 | 20.29 | 2.9 | |
| 18 | 16 | 21.65 | 21.76 | 21.15 | 22.37 | 0.40 | 22.01 | 0.4 | |
| 19 | 17 | 21.3 | 21.95 | 21.36 | 22.54 | 0.39 | 22.77 | 1.5 | |
| 20 | 18 | 21.3 | 22.12 | 21.64 | 22.60 | 0.32 | 22.93 | 1.6 | |
| 21 | 19 | 22.79 | 22.13 | 21.88 | 22.38 | 0.17 | 22.92 | 0.1 | |
| 22 | 20 | | | PRONÓSTICOS | | | 22.55 | | |
| 23 | 21 | | | | | | 22.72 | | |
| 24 | 22 | | | | | | 22.88 | | |
| 25 | 23 | | | | | | 23.05 | | |
| 26 | 24 | | | | | | 23.22 | | |
| 27 | 25 | | | DAM | | | | 1.6 | |

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Gráfica 8. Pronóstico Promedio Móvil Doble



Fuente: Elaboración Propia con datos del cuadro número 6, 2020.

5.4. Pronóstico Promedio Móvil Ponderado

Este modelo se diferencia de los anteriores porque cada periodo del promedio móvil tiene una ponderación; en el análisis se aplica una mayor ponderación a los periodos que desee que tengan mayor impacto en el pronóstico. Cada uno de los precios históricos que intervienen en el promedio puede tener su propia ponderación. El resultado de la suma de las ponderaciones es igual a la unidad.

$$a_1 + a_2 + \dots + a_m = 1$$

- El pronóstico para el siguiente periodo es:

$$Y_{t+1}' = a_m Y_t + a_{m-1} Y_{t-1} + \dots + a_1 Y_{t-m+1}$$

Donde:

a_1, a_2, \dots, a_n : Coeficientes de ponderación del periodo i

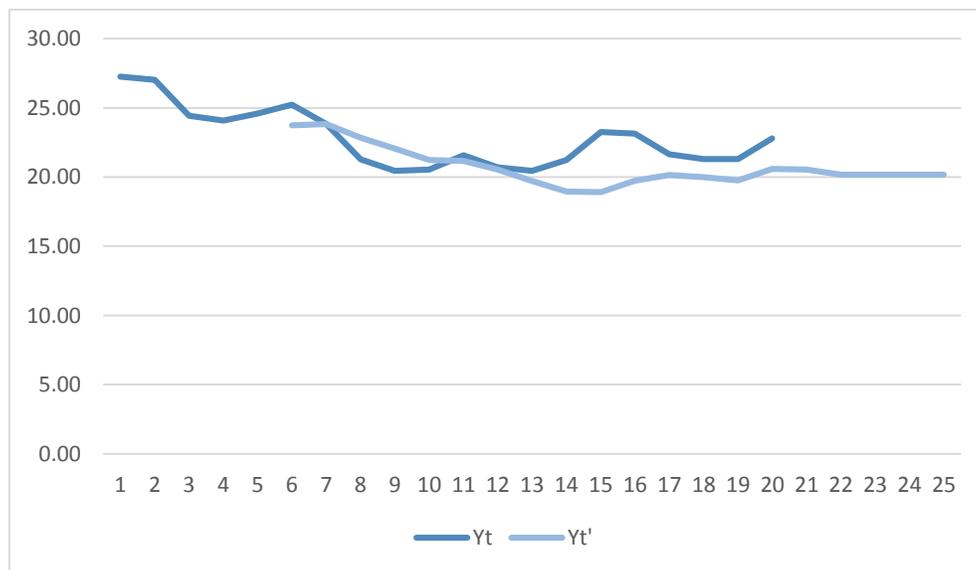
Los resultados de este método se pueden observar en el Cuadro 7 y en la Gráfica 9 se muestra su tendencia correspondiente.

Cuadro 7. Pronósticos Promedio Móvil Ponderado

| | A | B | C | D | F | G |
|----|----|-------------|-------|----|---|------|
| 1 | t | Yt | Yt' | et | m | α |
| 2 | 1 | 27.27 | | | | 0.49 |
| 3 | 2 | 27.03 | | | | 0.00 |
| 4 | 3 | 24.43 | | | | 0.01 |
| 5 | 4 | 24.08 | | | | 0.41 |
| 6 | 5 | 24.59 | | | | 0.01 |
| 7 | 6 | 25.24 | 23.74 | 1 | | 1 |
| 8 | 7 | 23.84 | 23.84 | 0 | | |
| 9 | 8 | 21.27 | 22.83 | 2 | | |
| 10 | 9 | 20.44 | 22.06 | 2 | | |
| 11 | 10 | 20.55 | 21.23 | 1 | | |
| 12 | 11 | 21.58 | 21.18 | 0 | | |
| 13 | 12 | 20.71 | 20.54 | 0 | | |
| 14 | 13 | 20.46 | 19.71 | 1 | | |
| 15 | 14 | 21.23 | 18.95 | 2 | | |
| 16 | 15 | 23.26 | 18.90 | 4 | | |
| 17 | 16 | 23.15 | 19.74 | 3 | | |
| 18 | 17 | 21.65 | 20.16 | 1 | | |
| 19 | 18 | 21.3 | 20.00 | 1 | | |
| 20 | 19 | 21.3 | 19.75 | 2 | | |
| 21 | 20 | 22.79 | 20.58 | 2 | | |
| 22 | 21 | PRONÓSTICOS | 20.54 | | | |
| 23 | 22 | | 20.18 | | | |
| 24 | 23 | | 20.18 | | | |
| 25 | 24 | | 20.18 | | | |
| 26 | 25 | | 20.18 | | | |
| 27 | | DAM | | 1 | | |

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Gráfica 9. Pronóstico Promedio Móvil Ponderado



Fuente: Elaboración Propia con datos del cuadro número 7, 2020.

5.5. Pronóstico Suavizamiento O Atenuación Exponencial Simple

El Suavizamiento Exponencial Simple proporciona un promedio móvil con un peso exponencial de todos los valores con anterioridad. Con frecuencia este modelo es utilizado para datos que no tienen una tendencia predecible hacia arriba o hacia abajo.

El Suavizamiento Exponencial revisa continuamente el valor estimado a la luz de experiencias más recientes. Este método se basa en promediar (Suavizar) los valores pasados de una serie en una forma Exponencial Decreciente.

- El pronóstico para el siguiente periodo es:

$$Y_{t+1}' = \alpha Y_t + (1 - \alpha)Y_t'$$

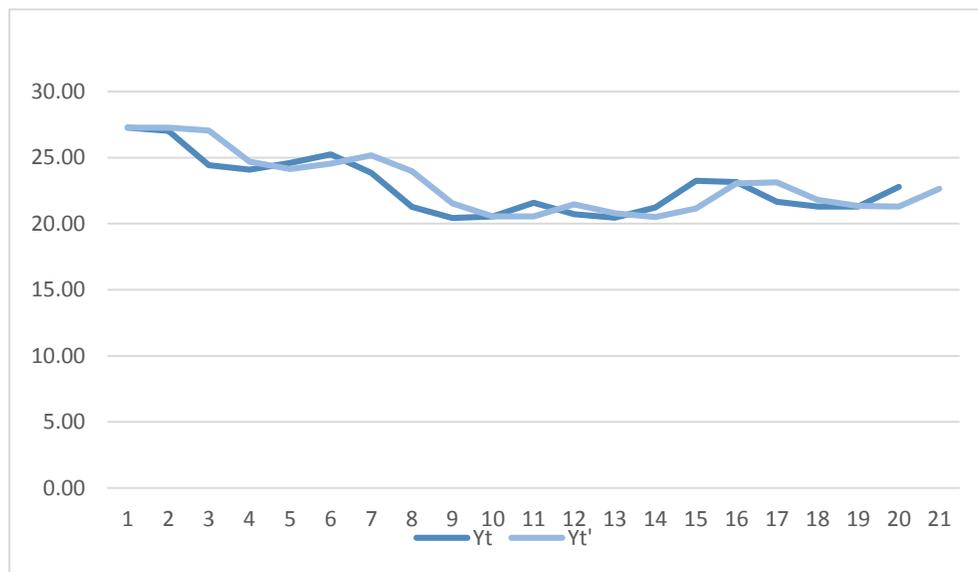
Los datos estimados se muestran en el cuadro 8 y en la gráfica 9, donde observamos que los precios pronosticados fluctuaron en alrededor de \$22.64, con error medio de 1.00.

Cuadro 8. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Simple

| | A | B | C | D | F | G |
|----|----|------------------------|-------|------|---|--------------------|
| 1 | t | Yt | Yt' | et | α | 0.9 |
| 2 | 1 | 27.27 | 27.27 | 0.00 | | |
| 3 | 2 | 27.03 | 27.27 | 0.24 | | 0 ≤ α ≤ 1 |
| 4 | 3 | 24.43 | 27.05 | 2.62 | | |
| 5 | 4 | 24.08 | 24.69 | 0.61 | | =Abs (B2-C2) |
| 6 | 5 | 24.50 | 24.14 | 0.45 | | |
| 7 | | =SGS1*B2 + (1-SGS1)*C2 | | 0.69 | | |
| 8 | | Copiar hasta C3 | | 1.33 | | |
| 9 | 8 | 21.27 | 23.97 | 2.70 | | |
| 10 | 9 | 20.44 | 21.54 | 1.10 | | |
| 11 | 10 | 20.55 | 20.55 | 0.00 | | |
| 12 | 11 | 21.58 | 20.55 | 1.03 | | |
| 13 | 12 | 20.71 | 21.48 | 0.77 | | |
| 14 | 13 | 20.46 | 20.79 | 0.33 | | |
| 15 | 14 | 21.23 | 20.49 | 0.74 | | |
| 16 | 15 | 23.26 | 21.16 | 2.10 | | |
| 17 | 16 | 23.15 | 23.05 | 0.10 | | |
| 18 | 17 | 21.65 | 23.14 | 1.49 | | |
| 19 | 18 | 21.3 | 21.80 | 0.50 | | |
| 20 | 19 | 21.3 | 21.35 | 0.05 | | |
| 21 | 20 | 22.79 | 21.30 | 1.49 | | |
| 22 | 21 | | 22.64 | | | |
| 23 | 22 | | 22.64 | | | |
| 24 | 23 | | 22.64 | | | |
| 25 | 24 | | 22.64 | | | |
| 26 | 25 | | 22.64 | | | =Promedio (D2:D21) |
| 27 | | DAM | | 1 | | |

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Gráfica 9. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Simple



Fuente: Elaboración Propia con datos del cuadro número 8,2020.

5.6. Pronóstico Método De Dos Parámetros De Holt

Los modelos de tendencias lineales que evolucionan en una serie de tiempo y puede usarse para generar pronósticos, este modelo recibe el nombre de suavización o suavizamiento exponencial doble. Para ello se siguen los siguientes pasos:

- Primero se calcula el valor de atenuación (A_t):

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

- Después la tendencia del periodo t (T_t):

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- Se determina el pronóstico para el periodo p en el futuro:

$$Y_{t+p}' = A_t + pT_t$$

Donde:

p = Número de periodos a pronosticar al futuro

α = Cte. Atenuación del Promedio de los datos ($0 < \alpha < 1$)

β = Cte. Atenuación de Estimación de Tendencia ($0 < \alpha < 1$)

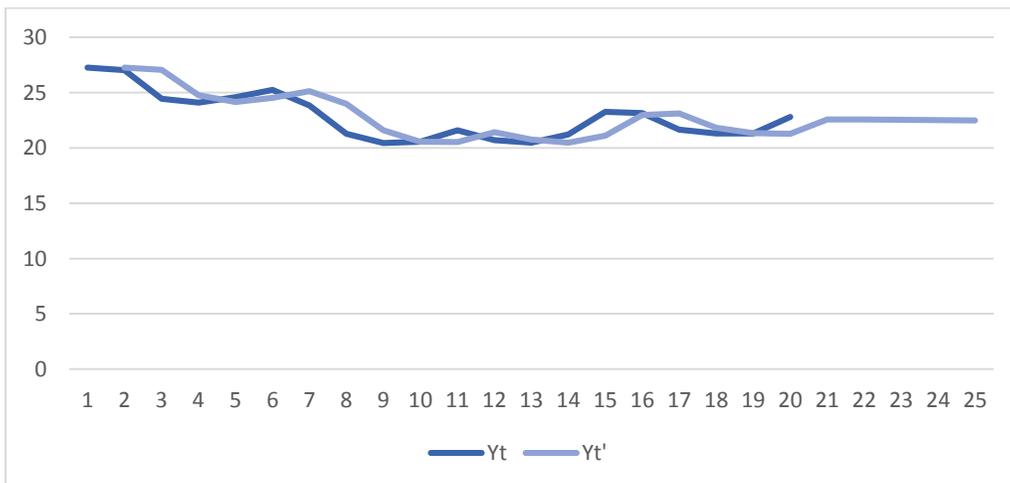
En la aplicación de este modelo, los resultados se observan en el cuadro 9 y en la gráfica 10. Los datos pronosticados oscilaron entre \$22.49 y \$22.58, con un error promedio de 0.80.

Cuadro 9. Pronóstico Método de Dos Parámetros de Holt

| | A | B | C | D | E | F | H | I |
|----|----|-------|-------------|-------|-------|------|---|-----------|
| 1 | t | Yt | At | Tt | Yt' | et | α | 0.8745907 |
| 2 | 1 | 27.27 | 27.27 | 0.00 | | | β | 0.0050505 |
| 3 | 2 | 27.03 | 27.06 | 0.00 | 27.27 | 0.24 | p | 1 |
| 4 | 3 | 24.43 | 24.76 | -0.01 | 27.06 | 2.63 | | 2 |
| 5 | 4 | 24.08 | 24.16 | -0.02 | 24.75 | 0.67 | | 3 |
| 6 | 5 | 24.08 | 24.16 | -0.01 | 24.15 | 0.44 | | 4 |
| 7 | 6 | 23.84 | 24.00 | -0.01 | 24.15 | 0.72 | | 5 |
| 8 | 7 | 23.84 | 24.00 | -0.01 | 24.15 | 0.72 | | |
| 9 | 8 | 21.27 | 21.61 | -0.03 | 21.58 | 1.14 | | |
| 10 | 9 | 20.44 | 20.58 | -0.03 | 21.58 | 1.14 | | |
| 11 | 10 | 20.55 | 20.55 | -0.03 | 20.55 | 0.00 | | |
| 12 | 11 | 21.58 | 21.45 | -0.03 | 20.52 | 1.06 | | |
| 13 | 12 | 20.71 | 20.80 | -0.03 | 21.42 | 0.71 | | |
| 14 | 13 | 20.46 | 20.50 | -0.03 | 20.77 | 0.31 | | |
| 15 | 14 | 21.23 | 21.13 | -0.03 | 20.47 | 0.76 | | |
| 16 | 15 | 23.26 | 22.99 | -0.02 | 21.10 | 2.16 | | |
| 17 | 16 | 23.15 | 23.13 | -0.02 | 22.97 | 0.18 | | |
| 18 | 17 | 21.65 | 21.83 | -0.03 | 23.11 | 1.46 | | |
| 19 | 18 | 21.3 | 21.36 | -0.03 | 21.81 | 0.51 | | |
| 20 | 19 | 21.3 | 21.30 | -0.03 | 21.34 | 0.04 | | |
| 21 | 20 | 22.79 | 22.60 | -0.02 | 21.28 | 1.51 | | |
| 22 | 21 | | PRONÓSTICOS | | 22.58 | | | |
| 23 | 22 | | | | 22.56 | | | |
| 24 | 23 | | | | 22.54 | | | |
| 25 | 24 | | | | 22.51 | | | |
| 26 | 25 | | | | 22.49 | | | |
| 27 | | | DAM | | | 0.8 | | |

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Gráfica 10. Pronóstico Método de Dos Parámetros de Holt



Fuente: Elaboración Propia con datos del cuadro número 9, 2020.

5.7. Pronóstico Suavizamiento O Atenuación Exponencial Doble (Método De Brown)

Se utiliza para pronosticar series de tiempo que tienen una tendencia lineal.

- Primero se calcula el valor de atenuación exponencialmente de Y_t en el periodo t :

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)A_{t-1}$$

- Después se calcula el valor doblemente atenuado exponencialmente de Y_t en el periodo t :

$$A_t' = \alpha A_t + (1 - \alpha)A_{t-1}'$$

- Luego se calcula el similar a la medición de la intersección de la ordenada con una recta que cambia durante una serie durante la serie de tiempo:

$$a_t = 2A_t - A_t'$$

- Posteriormente se calcula el similar a la medición de la pendiente de una recta que cambia durante una serie de tiempo:

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (A_t - A_t')$$

- Y finalmente el pronóstico para el siguiente periodo es:

$$Y_{t+p}' = a_t + b_t p$$

Donde:

α = Constante de atenuación.

p = Períodos en el futuro.

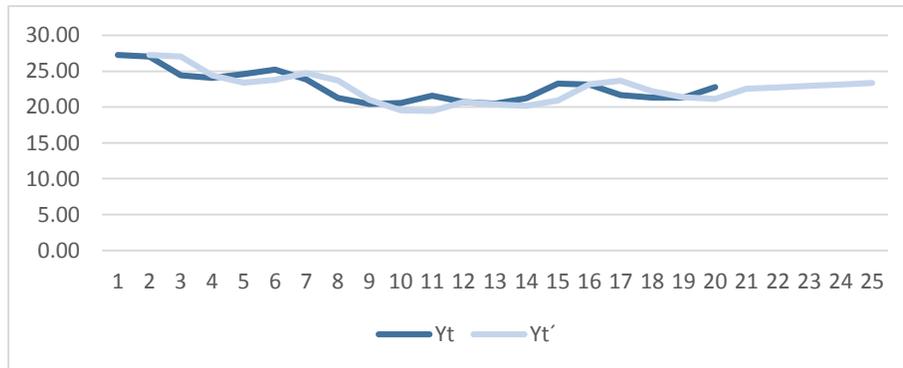
Los resultados se observan en el cuadro 10 y en la gráfica 11. En donde se puede observar que los pronósticos obtenidos con este método oscilaron entre \$22.55 y \$23.36, con un error medio de 1.0.

Cuadro 10. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Doble (Método de Brown)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K |
|----|----|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|------|---|-----------|
| 1 | t | Yt | At | At' | at | bt | Yt' | et | p | α |
| 2 | 1 | 27.27 | 27.27 | 27.27 | 27.27 | 0.00 | | | 1 | 0.487334 |
| 3 | 2 | 27.03 | 27.15 | 27.21 | 27.09 | -0.06 | 27.27 | 0.24 | 2 | |
| 4 | 3 | 24.42 | 25.93 | 26.54 | 25.11 | -0.68 | 27.04 | 2.61 | 3 | |
| 5 | 4 | 25.83 | 25.78 | 25.78 | 24.17 | -0.76 | 24.44 | 0.36 | 4 | |
| 6 | 5 | 25.29 | 24.28 | 24.28 | 23.41 | -0.48 | 23.41 | 1.18 | 5 | |
| 7 | 6 | 25.24 | 25.01 | 25.15 | 24.86 | -0.14 | | | | |
| 8 | 7 | 23.84 | | | 24.07 | -0.35 | | | | 0 < α < 1 |
| 9 | 8 | 21.27 | | | 23.91 | -0.93 | 23.72 | 2.45 | | |
| 10 | 9 | 20.44 | 21.70 | 22.81 | 20.58 | -1.06 | 20.98 | 0.54 | | |
| 11 | 10 | 20.55 | 21.14 | 22.00 | | | 22.52 | 1.03 | | |
| 12 | 11 | 21.58 | 21.35 | 21.68 | | | 22.46 | 2.12 | | |
| 13 | 12 | 20.71 | 21.04 | 21.37 | 20.71 | -0.31 | 20.71 | 0.00 | | |
| 14 | 13 | 20.46 | 20.76 | 21.07 | 20.44 | -0.30 | 20.40 | 0.06 | | |
| 15 | 14 | 21.23 | 20.99 | 21.03 | 20.94 | -0.04 | 20.14 | 1.09 | | |
| 16 | 15 | 23.26 | 22.10 | 21.55 | 22.64 | 0.52 | 20.90 | 2.36 | | |
| 17 | 16 | 23.15 | 22.61 | 22.07 | 23.15 | 0.52 | 23.16 | 0.01 | | |
| 18 | 17 | 21.65 | 22.14 | 22.10 | 22.18 | 0.04 | 23.67 | 2.02 | | |
| 19 | 18 | 21.3 | 21.73 | 21.92 | 21.54 | -0.18 | 22.22 | 0.92 | | |
| 20 | 19 | 21.3 | 21.52 | 21.73 | 21.32 | -0.20 | 21.36 | 0.06 | | |
| 21 | 20 | 22.79 | 22.14 | 21.93 | 22.35 | 0.20 | 21.12 | 1.67 | | |
| 22 | 21 | | | PRONÓSTICOS | | | 22.55 | | | |
| 23 | 22 | | | | | | 22.75 | | | |
| 24 | 23 | | | | | | 22.95 | | | |
| 25 | 24 | | | | | | 23.16 | | | |
| 26 | 25 | | | | | | 23.36 | | | |
| 27 | | | | DAM | | | | | | 1 |

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Gráfica 11. Pronóstico Suavizamiento o Atenuación Exponencial Doble (Método de Brown)



Fuente: Elaboración Propia con datos del cuadro número 10, 2020.

5.8. Pronóstico Método Holt - Winter

El método Holt-Winter es un método de pronóstico que usa tres parámetros de suavización y tiene la ventaja de ser adaptable a medida que nueva información real está disponible.

Este método considera nivel, tendencia y estacional de una determinada serie de tiempos.

Para realizar estos pronósticos se utilizaron tres conjuntos de datos, los cuales permitieron identificar el orden de trabajo para realizar el pronóstico:

- * Un primer grupo de datos fue para inicializar el modelo y determinar los indicadores de nivel, tendencia y estacionalidad.
- * Un segundo conjunto de datos fue necesario para probar o calibrar los índices de suavización Alfa, Beta y Gamma.
- * Un tercer grupo de datos para pronosticar y evaluar el funcionamiento del modelo propuesto.

- Primero se calcula el valor atenuado en el periodo t (A_t):

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

- Luego se calcula la estimación de la tendencia del periodo t (T_t):

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- Posteriormente se calcula la estimación de la estacionalidad del periodo t (S_t):

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

- Se determina el pronóstico para el periodo p en el futuro:

$$Y_{t+p}' = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$$

Donde:

L = Longitud de la estacionalidad.

p = Número de períodos a pronosticar en el futuro.

α = Constante de atenuación del promedio de los datos ($0 < \alpha < 1$)

β = Constante de atenuación de la estimación de tendencia ($0 < \beta < 1$)

γ = Constante de atenuación de la estacionalidad ($0 < \gamma < 1$).

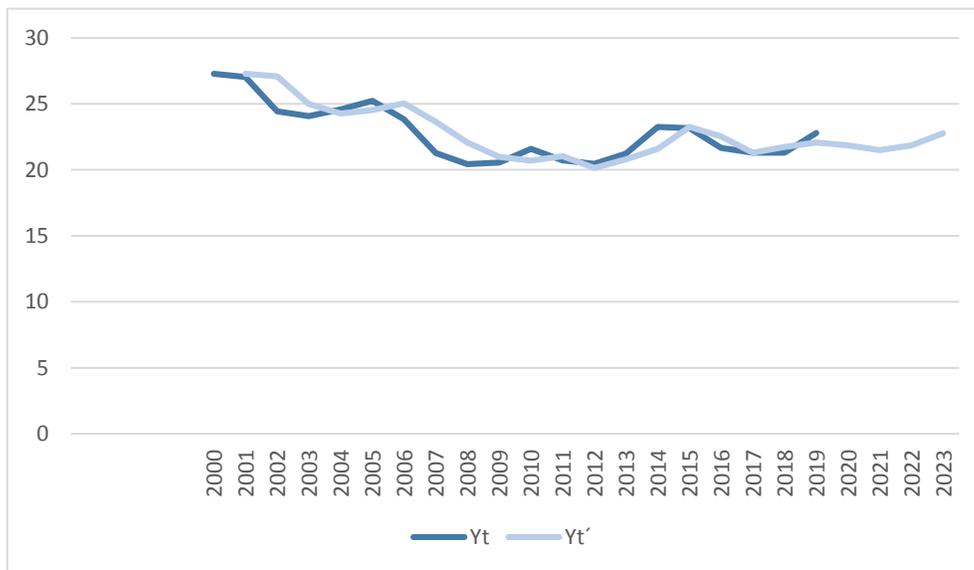
Los resultados se observan en el cuadro 11 y en la gráfica 12. En donde se puede observar que los pronósticos obtenidos con este método oscilaron entre \$20.63 y \$22.29, con un error medio de 0.70.

Cuadro 11. Pronósticos Método Holt – Winters

| 1 | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K |
|-----|------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|------|-----------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-----------|
| Año | t | Yt | At | Tt | St | Yt' | Error | L | S | |
| | | =5K\$2*B7/F2+(1-5K\$2)*(D5+E5) Copiar hasta D25 | | | | =5K\$4*C7/D7+(1-5K\$4)*F2 Copiar hasta F25 | | | α | 0.7874894 |
| | | | | | | | | | β | 6.348E-05 |
| | | | | | | | | | γ | 0.9212004 |
| 5 | 0 | | | | 1 | | | | | |
| 6 | 2000 | 1 | 27.27 | 27.27 | 0.00 | 1.00 | | | | |
| 7 | 2001 | 2 | 27.09 | 27.08 | 0.00 | 1.00 | 27.27 | 0.24 | =Abs (B7-G7) Copiar hasta H25 | |
| 8 | 2002 | 3 | 24.43 | 24.99 | 0.00 | 0.98 | 27.08 | 2.65 | | |
| 9 | 2003 | 4 | 24.08 | 24.27 | 0.00 | 0.99 | 24.99 | 0.91 | | |
| 10 | 2004 | 5 | 24.59 | 24.57 | 0.00 | 1.00 | 24.27 | 0.32 | | |
| 11 | 2005 | | =5K\$3*(D7-D6)+(1-5K\$3)*E6 Copiar hasta E25 | | | 1.01 | 24.52 | 0.72 | | |
| 12 | 2006 | | Copiar hasta E25 | | | 0.99 | 25.04 | 1.20 | | |
| 13 | 2007 | 8 | 21.27 | 22.23 | 0.00 | | | | | |
| 14 | 2008 | 9 | 20.44 | 20.94 | 0.00 | =(D6+5B\$6*E6)*F2 Copiar hasta G25 | | | | |
| 15 | 2009 | 10 | 20.55 | 20.59 | 0.00 | | | | | |
| 16 | 2010 | 11 | 21.58 | 21.28 | 0.00 | 1.01 | 20.71 | 0.87 | | |
| 17 | 2011 | 12 | 20.71 | 21.02 | 0.00 | 0.99 | 21.03 | 0.32 | | |
| 18 | 2012 | 13 | 20.46 | 21.28 | 0.00 | 0.96 | 20.15 | 0.31 | | |
| 19 | 2013 | 14 | 21.23 | 21.63 | 0.00 | 0.98 | 20.80 | 0.43 | | |
| 20 | 2014 | 15 | 23.26 | 22.94 | 0.00 | 1.01 | 21.59 | 1.67 | | |
| 21 | 2015 | 16 | 23.15 | 22.86 | 0.00 | 1.01 | 23.26 | 0.11 | | |
| 22 | 2016 | 17 | 21.65 | 22.16 | 0.00 | 0.98 | 22.53 | 0.88 | | |
| 23 | 2017 | 18 | 21.3 | 22.16 | 0.00 | 0.96 | 21.30 | 0.00 | | |
| 24 | 2018 | 19 | 21.3 | 21.80 | 0.00 | 0.98 | 21.74 | 0.44 | | |
| 25 | 2019 | 20 | 22.79 | 22.36 | 0.00 | 1.02 | 22.08 | 0.71 | | |
| 26 | 2020 | 21 | PRONÓSTICOS | | | | | 20.97 | | |
| 27 | 2021 | 22 | | | | | 20.63 | | =Promedio (H7:H25) | |
| 28 | 2022 | 23 | | | | | 20.77 | | | |
| 29 | 2023 | 24 | | | | | 22.29 | | | |
| 30 | | | DAM | | | | | 0.7 | | |

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Gráfica 12. Pronósticos Método Holt - Winters



Fuente: Elaboración Propia con datos del cuadro número 11, 2020.

5.9. Comparativo De Errores Medios

En el Cuadro 12, se observa que, en el análisis comparativo de los resultados, se observó que el que le método de pronóstico de menor error fue el de Holt-Winter, y el menos precisos fue el del Promedio Doble.

Cuadro 12. Comparativo de errores medios

| MÉTODO | RL/MC | PMS | PMD | PMP | SAES | BROWN | HOLT | HOLT-WINTER |
|--------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------------|
| ERROR | 1.63 | 1.50 | 1.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.80 | 0.70 |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida de los errores de los modelos, 2020.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

Los resultados demostraron un comportamiento tendencial de incremento y la predicción de precios en los siguientes tres años siguen el mismo comportamiento. Pieza fundamental en el desarrollo de este trabajo fue trabajar los datos de precios en cada uno de los modelos que se utilizaron para analizar los diversos resultados de los pronósticos de precios esperados.

Se logró observar que el modelo de mejor ajuste de acuerdo con nuestros datos fue el método Holt - Winters, esto se debió a que en dicho modelo se puede observar y analizar los datos de manera más precisa. Dicho modelo fue el de menor error medio con un valor de 0.70, esto se debe a que en este modelo en el análisis de los ciclos estacionales de los precios.

Aunque el análisis de los precios no se correlacionó con los ciclos de producción y de consumo, si se pudo comprobar que el consumo mayor de carne de cerdo en canal se da en el mes de diciembre, este suceso podemos atribuirlo a cuestiones culturales; con ello nos referimos que por tradición en dicho mes se celebra navidad y año nuevo donde comúnmente las familias suelen hacer pierna o lomo de cerdo para cenar; mientras que en el mes de abril se encuentra una disminución en el consumo, por cuestiones de festividades religiosas.

Como se esperaba, se observan tendencias similares en el número de cerdos vivos y cerdos en carrocería y el comportamiento del índice estacional de precios; es decir, cuando el número de oferta es pequeño, reflejando la escasez relativa del producto, el precio es alto. Por el contrario, cuando la producción es alta, el precio que determina el mercado a través de la relación de oferta y demanda es relativamente bajo, el cual es menor que el precio promedio del año.

Ahora bien, para un análisis más completo es necesario hacer uso de otras herramientas estadísticas que nos puedan dar un panorama más complejo y realista para ello es necesario adoptar modelos tales como los de Box Jenkins o mejor conocidos como ARIMA o el de vectores aleatorios, entre otros; tomando en consideración que los modelos usados en este trabajo constituyen la base para comprender y emplearlas en futuros trabajos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- El Sol De México. (2019). Importancia de la industria cárnica en México. Recuperado de <https://www.elsoldemexico.com.mx/analisis/importancia-de-la-industria-carnica-en-mexico-3030061.html>
- Tinoco Jaramillo, J. L. (2004). La porcicultura mexicana y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (1.ª ed., pp. 61-76). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alonso Reynoso, Carlos. (2010). La influenza A (H1N1) y las medidas adoptadas por las autoridades sanitarias. Desacatos, (32), 35-52. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2010000100004&lng=es&tlng=es
- OCDE. (2019). Exámenes de mercado en México: Estudio de caso del mercado de la carne de cerdo. Recuperado de <http://www.oecd.org/daf/competition/market-examinations-mexico-pork-meat-market-web-esp.pdf>
- USDA-FAS. (2020). México. Livestock and Products Semi- annual. 2/04/2020.
- FIRA. (2020). Panorama Agroalimentario: Carne de Cerdo 2020. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200634/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_Cerdo_2020.pdf
- Gaucín, D. (2019). Carne de cerdo, oportunidades de crecimiento en México (II). El Economista. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/opinion/Carne-de-cerdo-un-sector-con-perspectivas-de-expansion-II-20190212-0145.html>

SIAP. (2019). Atlas Agroalimentario 2019. Recuperado de https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019

Mendoza, G. (2001). Compendio de mercados de producción agropecuarios. 2da. Edición, San José Costa Rica.

Ingeniería Industrial Online.Com. (2019). Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

Wadsworth, J. (2006). Análisis de sistemas de producción animal. Tomo 2: Las bases conceptuales. FAO. Roma, Italia.

Alonso Reynoso, Carlos. (2010). La influenza A (H1N1) y las medidas adoptadas por las autoridades sanitarias. Desacatos, (32), 35-52. Recuperado de, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2010000100004&lng=es&tlng=es.

Pérez, R. Porcicultura intensiva y medio ambiente en México. Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x1700t/x1700t03.htm>

ICEX (2018). El mercado de la carne de cerdo en México. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México. Disponible en: https://carnica.cdecomunicacion.es/images/descargas/carnica/M%C3%A9xico_El_mercado_de_la_carne_de_cerdo.pdf

PORCICULTURA (2020). La producción de carne de cerdo en México creció 3% hasta noviembre. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/La-produccion-de-carne-de-cerdo-en-Mexico-crecio-3%AC-hasta-noviembre>

Contenido y Disertantes del P.C.F.C.P. (Primer Curso Formador de Criadores de Porcinos) & Razas Porcinas. “Etapas y conceptos importantes en la alimentación porcina”. Disponible en: <https://razasporcinas.com/etapas-y-conceptos-importantes-en-la-alimentacion-porcina/>

ANEXOS

ANEXO I

La estadística oficial sobre porcicultura ofrece sólo dos datos: producción de carne de cerdo e inventario porcino; por consiguiente, las cifras sobre número de vientres, escala de la producción, estructura de la piara y niveles de tecnificación tienen que inferirse de la información censal⁴ o de estudios específicos sobre el sector.

Por la magnitud del inventario y la cantidad de carne producida, la porcicultura fue el sistema ganadero más importante del país entre 1975 y 1985. Durante la década de los sesenta y la mitad de los setenta, la carne de cerdo presentó una alta elasticidad-ingreso y constituía, según las encuestas⁵, el producto cárnico de mayor consumo en los estratos de la población de menores ingresos. En esa época, los cambios a nivel mundial en los sistemas de alimentación, genética, sanidad y manejo permitieron un descenso del precio relativo de la carne de cerdo, convirtiéndola, a partir de entonces, en la carne de mayor consumo en todo el mundo (FAO, 1993).

Durante el período de expansión, el inventario porcino aumentó de 10 millones de cabezas en 1972 a 19,3 millones en 1983, y la producción de carne de cerdo se incrementó en una tasa media anual del 9 por ciento, pasando de 573 000 toneladas en 1972 a 1,4 millones en 1983. En ese período el consumo per cápita se elevó de 11 a 19,6 kg/año. Los factores que determinaron este dinamismo fueron un mercado interno en expansión (el llamado «milagro mexicano», con tasas de crecimiento del 8 por ciento en los años sesenta y tasas poco menores a principios de los setenta), un rápido proceso de urbanización que provocó cambios sustanciales en los hábitos de consumo, una economía de subsidio (en este caso al sorgo, que en México es el principal componente de la dieta de los cerdos), una política proteccionista de elevados aranceles y permisos de importación, y los adelantos tecnológicos que el país adoptó del exterior.

El crecimiento de la porcicultura se llevó a cabo sin prestar ninguna atención a los problemas ambientales que creaba, a pesar de que desde 1973 existía un

reglamento que fija límites máximos permisibles para las descargas de aguas residuales⁶.

La crisis de los años ochenta y los programas de ajuste modificaron este panorama económico: el mercado interno se contrajo, se eliminaron la mayor parte de los subsidios, comprendidos los subsidios al sorgo, y se inició un proceso de apertura comercial que culminó en la primera mitad de los años noventa con la firma de varios acuerdos comerciales con diferentes países. En 1984 la porcicultura resultó afectada: el inventario se redujo en forma sistemática hasta 1995, la producción de carne disminuyó un 50 por ciento entre 1983 y 1989, y el consumo per cápita disminuyó en un 50 por ciento, pasando de 20 kg/año en 1983 a 9,1 kg/año en 1989. A partir de 1991 la producción mostró un repunte modesto. Actualmente, el inventario porcino es de 15,4 millones de cabezas y la producción de carne de cerdo de 945 000 toneladas, un 33 por ciento menos que en 1983.

Los recursos, reducidos en comparación con los que se canalizan a otras ganaderías, se han destinado a apoyar a los grandes productores, particularmente en el sudeste del país. Sin embargo, los nuevos proyectos incluyen, de manera obligatoria, un componente de protección ambiental.

El consumo per cápita es de alrededor de 10 kg/año (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de carne de cerdo en México

| Año | Producción (<i>miles de t</i>) | kg/habitante |
|-------|----------------------------------|--------------------|
| 1972 | 573 | 11,20 |
| 1975 | 810 | 14,30 |
| 1977 | 1 010 | 16,80 |
| 1980 | 1 251 | 18,10 |
| 1981 | 1 307 | 18,50 |
| 1982 | 1 365 | 19,20 |
| 1983 | 1 486 | 20,40 |
| 1984 | 1 455 | 19,60 |
| 1985 | 1 2100 | 17,10 |
| 1986 | 959 | 12,50 |
| 1987 | 915 | 11,70 |
| 1988 | 861 | 10,90 |
| 1989 | 726 | 9,10 |
| 1990 | 757 | 9,30 |
| 1992 | 820 | 9,80 |
| 19100 | 822 | 9,90 |
| 1994 | 873 | 9,50 |
| 1995 | 922 | 9,90 |
| 1996 | 895 | 9,60 ¹ |
| 1997 | 945 | 10,00 ² |

¹ Valor preliminar; ² estimación.

Fuente: SAGAR.

ANEXO 2

Cuadro 2. Precios anuales del 2000 al 2019 de cada entidad federativa en México. (\$/kg)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|--------|
| ESTADO/AÑO | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | MEDIA | TCMA |
| Tabasco | 12.69 | 12.52 | 13.16 | 12.68 | 15.85 | 19.42 | 20.11 | 18.08 | 18.98 | 19.86 | 21.74 | 23.07 | 23.82 | 24.83 | 25.34 | 27 | 28.77 | 30.08 | 33.39 | 35.78 | 21.86 | 84.24 |
| Quintana Roo | 12.06 | 12.04 | 11.9 | 13.59 | 14.21 | 16.08 | 17.17 | 16.88 | 17.02 | 19.28 | 21.68 | 21.7 | 22.21 | 25.74 | 27.77 | 31.91 | 31.48 | 33.6 | 32.18 | 33.45 | 21.60 | 108.02 |
| Chihuahua | 13.71 | 13.76 | 14.21 | 14.34 | 16.39 | 17.27 | 16.87 | 13.93 | 15.1 | 16.96 | 20.1 | 21.33 | 22.9 | 23.55 | 27.72 | 28.08 | 27.95 | 29.2 | 31.2 | 36 | 21.03 | 108.45 |
| Oaxaca | 13.05 | 14.49 | 13.8 | 14.98 | 16.25 | 18.04 | 18.3 | 18 | 17.5 | 18.89 | 17.84 | 17.98 | 19.95 | 23.06 | 23.73 | 26.87 | 27.25 | 27.7 | 27.23 | 34.5 | 20.47 | 91.24 |
| Tlaxcala | 11.2 | 13.08 | 11.91 | 13.22 | 16.77 | 18.47 | 18.57 | 16.49 | 17.53 | 17.59 | 18.11 | 21.97 | 22.54 | 23.53 | 28.59 | 26.43 | 26.37 | 27.51 | 28.31 | 31.22 | 20.47 | 69.03 |
| Guanajuato | 13.3 | 13.35 | 10.98 | 12.29 | 16.17 | 17.87 | 16.44 | 16.54 | 17.24 | 18.87 | 20.59 | 20.64 | 21.17 | 22.66 | 27.36 | 28.24 | 27.35 | 27.17 | 28.51 | 32.37 | 20.46 | 81.14 |
| Yucatán | 12.02 | 12.58 | 11.69 | 12.83 | 15.27 | 16.23 | 15.59 | 14.56 | 16.92 | 20.06 | 21.01 | 22.1 | 23.99 | 24.09 | 26.49 | 25.18 | 26.23 | 28.57 | 29.53 | 30.14 | 20.25 | 85.71 |
| Campeche | 14.06 | 13.35 | 12.8 | 13.34 | 14.61 | 15.63 | 16.31 | 16.65 | 17.91 | 18.44 | 19.58 | 20.04 | 21.63 | 24.46 | 25.31 | 25.88 | 25.55 | 25.39 | 26.86 | 34 | 20.09 | 117.53 |
| Veracruz de Ignacio de la | 11.38 | 12.3 | 13.42 | 13.82 | 15.52 | 16.68 | 16.76 | 15.9 | 17.16 | 18.84 | 20.17 | 21.63 | 22.19 | 23.93 | 24.72 | 24.9 | 25.66 | 27.45 | 29.36 | 29.69 | 20.07 | 78.00 |
| Querétaro | 13.4 | 13.53 | 12.28 | 11.94 | 13.26 | 14.17 | 14.6 | 14.02 | 14.5 | 17.3 | 20.73 | 22.75 | 22.4 | 22.99 | 26.34 | 25.35 | 26.08 | 27.8 | 29.52 | 32.36 | 19.77 | 128.37 |
| Hidalgo | 10.48 | 12.04 | 11.58 | 10.77 | 14.78 | 17.37 | 15.87 | 15.41 | 16.83 | 19.14 | 20.66 | 21.24 | 22.22 | 22.66 | 25.53 | 25.25 | 25.22 | 26.8 | 27.47 | 32.32 | 19.68 | 86.07 |
| Ciudad de México | 11.37 | 12.52 | 11.53 | 12.56 | 15.53 | 17.24 | 15.55 | 14.13 | 13.94 | 15.76 | 17.09 | 17.29 | 21.49 | 23.07 | 29 | 25.91 | 25.7 | 29.09 | 29.92 | 33 | 19.58 | 91.42 |
| Durango | 13.51 | 13.91 | 12.18 | 12.77 | 14.31 | 15.46 | 15.59 | 16.31 | 17.18 | 20.62 | 19.42 | 20.77 | 20.99 | 20.37 | 22.05 | 27.18 | 24.7 | 25.83 | 26.31 | 31.5 | 19.55 | 103.75 |
| Agascalientes | 11.13 | 12.03 | 10.05 | 10.78 | 12.37 | 14.38 | 13.95 | 14.08 | 15.56 | 18.14 | 22 | 22.98 | 22.44 | 25.3 | 28.23 | 27.44 | 25.53 | 25.06 | 26.95 | 28.83 | 19.36 | 100.49 |
| México | 11.34 | 12.39 | 10.43 | 10.54 | 12.93 | 15.94 | 15.2 | 14.69 | 15.66 | 18.48 | 20.6 | 21.24 | 22.57 | 23.05 | 25.3 | 24.57 | 25.05 | 27.19 | 29.64 | 29.79 | 19.33 | 86.89 |
| Guerrero | 12.75 | 13.07 | 12.44 | 12.77 | 13.1 | 14.28 | 14.92 | 14.9 | 15.62 | 15.86 | 16.97 | 19.1 | 20.38 | 21.03 | 23.5 | 26.39 | 27.52 | 29.45 | 30.14 | 31.75 | 19.30 | 122.34 |
| Puebla | 11.6 | 13.02 | 10.56 | 10.81 | 14.22 | 15.98 | 16.6 | 16.22 | 16.08 | 18.44 | 19.93 | 21.61 | 21.9 | 22 | 22.19 | 24.16 | 24.78 | 25.62 | 25.94 | 33.35 | 19.25 | 108.70 |
| Coahuila de Zaragoza | 12.02 | 12.81 | 12.34 | 12.35 | 13.09 | 14.6 | 14.56 | 14.88 | 14.92 | 16.43 | 16.76 | 18.72 | 20.14 | 21.87 | 22.76 | 25.83 | 26.94 | 27.21 | 27.3 | 37 | 19.13 | 153.42 |
| Michoacán de Ocampo | 11.19 | 12.09 | 11.74 | 12.06 | 14.43 | 15.76 | 15.05 | 13.67 | 14.22 | 17.2 | 19.66 | 19.88 | 20.74 | 21.5 | 24.63 | 24.58 | 25.48 | 26.82 | 29.11 | 31.63 | 19.07 | 100.70 |
| Jalisco | 12.43 | 14.96 | 12.34 | 13.02 | 14.94 | 16.56 | 16.42 | 13.49 | 15.34 | 16.24 | 17.27 | 17.38 | 18.55 | 20.72 | 25.68 | 25.34 | 25.43 | 26.58 | 28.39 | 30.03 | 19.06 | 81.34 |
| Nayarit | 12.16 | 13.15 | 12.36 | 12.21 | 12.93 | 14.14 | 14.13 | 13.84 | 14.63 | 15.23 | 16.16 | 19.85 | 21.39 | 22.03 | 26.61 | 26.45 | 26.54 | 27.36 | 27.99 | 29.41 | 18.93 | 107.99 |
| Zacatecas | 11.89 | 12.14 | 11.84 | 11.98 | 12.58 | 13.54 | 14.64 | 14.91 | 15.57 | 17.09 | 18.98 | 20.45 | 21.93 | 22.7 | 25.44 | 25.24 | 24.21 | 25.57 | 27.35 | 29 | 18.85 | 114.18 |
| Nuevo León | 11.83 | 12.92 | 12.29 | 13.12 | 15.06 | 15.78 | 15.94 | 15.42 | 16.19 | 16.59 | 17.47 | 16.58 | 17.39 | 20.87 | 25.93 | 24.45 | 25.06 | 27.09 | 28.27 | 28.57 | 18.84 | 81.05 |
| Chiapas | 12.79 | 12.99 | 11.86 | 12.21 | 14.04 | 14.71 | 15.59 | 14.91 | 15.22 | 15.73 | 16.58 | 19.22 | 20.01 | 20.58 | 22.72 | 26.19 | 26.46 | 27.05 | 24.25 | 31 | 18.71 | 110.74 |
| Morelos | 14.8 | 13.6 | 13.14 | 13.28 | 14.76 | 15.62 | 14.45 | 14.1 | 13.48 | 14.32 | 19.17 | 19.22 | 19.51 | 21.5 | 21.68 | 22.15 | 22.86 | 24.7 | 26.47 | 28.65 | 18.37 | 83.42 |
| Sinaloa | 11.55 | 12.12 | 10.66 | 11.19 | 13.02 | 13.66 | 12.55 | 13.24 | 13.57 | 15.26 | 17.09 | 17.04 | 19.24 | 21.63 | 23.42 | 24.31 | 25.2 | 25.37 | 25.12 | 27.26 | 17.63 | 99.56 |
| San Luis Potosí | 13.18 | 12.95 | 11.33 | 10.63 | 11.09 | 11.96 | 14.23 | 14.16 | 14 | 14.9 | 16.15 | 16.31 | 16.64 | 18.32 | 22.08 | 24.49 | 24.03 | 25.56 | 27.19 | 31.67 | 17.54 | 164.80 |
| Tamaulipas | 12.36 | 12.45 | 10.36 | 10.46 | 12.63 | 14.04 | 14.48 | 14.35 | 14.4 | 14.99 | 16.42 | 16.41 | 17.58 | 18.76 | 19.57 | 21.74 | 22.62 | 26.14 | 28.99 | 30 | 17.44 | 113.68 |
| Sonora | 11.3 | 11.53 | 11.15 | 11.92 | 13.91 | 14.59 | 12.76 | 12.68 | 15.01 | 16.1 | 16.87 | 17.46 | 18.68 | 18.86 | 21.74 | 22.47 | 23.61 | 24.72 | 24.86 | 25.12 | 17.27 | 72.17 |
| Colima | 11.14 | 11.79 | 10.98 | 11.42 | 12.78 | 14.19 | 13.64 | 11.7 | 11.66 | 11.82 | 14.91 | 15.36 | 17.28 | 19.57 | 21.85 | 24.35 | 23.7 | 23.92 | 25.34 | 30.61 | 16.90 | 115.72 |
| Baja California | 10.11 | 10.95 | 11.54 | 11.73 | 12.58 | 14.31 | 12.49 | 11.96 | 12.52 | 12.97 | 14.74 | 16.12 | 16.02 | 18.88 | 20.2 | 23.56 | 25.3 | 25.08 | 24.74 | 27.13 | 16.65 | 89.59 |
| Baja California Sur | 9.57 | 10.5 | 10.06 | 10.42 | 11.23 | 12 | 12.17 | 12.21 | 12.31 | 12.61 | 13.61 | 14.5 | 14.84 | 16.46 | 20.56 | 21.85 | 23.14 | 23.42 | 22.71 | 24 | 15.41 | 100.00 |
| NACIONAL | 12.11 | 12.72 | 11.84 | 12.25 | 14.08 | 15.50 | 15.36 | 14.76 | 15.43 | 16.88 | 18.44 | 19.44 | 20.46 | 21.89 | 24.50 | 25.43 | 25.68 | 26.88 | 27.83 | 30.97 | | |

Fuente: Elaboración propia, 2020.

ANEXO 3

Etapas de vida y fase de producción de los cerdos

La etapa de vida o de producción de los cerdos, se puede definir como un período de vida del animal donde necesita una determinada cantidad de nutrimentos para cumplir con sus funciones de mantenimiento y máxima producción. Además, tiene la capacidad según su desarrollo digestivo de utilizar los alimentos con diferentes grados de eficiencia. La utilización de fases de producción no solo tiene el efecto positivo de maximizar la utilización eficiente de nutrimentos y alimentos, sino también un efecto económico, pues se evita un faltante o desperdicio de nutrimentos que afecta los rendimientos de los cerdos y como consecuencia la rentabilidad económica.

Las fases de producción de los cerdos las podemos dividir en dos grupos generales que son los animales para mercado y los cerdos del hato reproductor. El objetivo de las fases de producción de los cerdos para mercado es alcanzar el peso al sacrificio (90-120 kg) en el menor tiempo posible. Es importante tener presente por razones económicas que el máximo tiempo para alcanzar ese peso a mercado no debe pasar de 170 días; sin embargo, cualquier reducción en el número de días representará una ventaja económica.

Para obtener el tiempo óptimo a mercado, el cerdo debe obtener una ganancia de peso diario promedio mayor de 600 gramos del nacimiento hasta el mercado.

Cuando se trabajan con líneas genéticas magras el tiempo a mercado disminuye entre 10 a 20 días para cualquier peso y la ganancia promedio de peso mínima del nacimiento al mercado es de 650 gramos.

La división de las fases productivas de los cerdos depende del tiempo de destete; aunque la línea genética y el peso final de mercado tienen un efecto importante en decidir los tiempos de cada fase de alimentación. En la clasificación de las diferentes fases productivas en los cerdos para mercado nos basaremos en un destete entre

los 21 a 28 días con peso promedios de 6 a 8 kg. Para esto tendremos una división de 5 etapas de alimentación. (Contenido y Disertantes del P.C.F.C.P & Razas Porcinas, 2021).

Cuadro 3. Etapas de alimentación del cerdo

| Etapas | Comienza | Finaliza | Duración | Kg/día | Ganancia |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Iniciador | Destete | 12 kg | 15 a 21* | 0.300 | 4-6 kg |
| Iniciador II | 12 kg | 18 kg | 15 | 0.600 | 6 kg |
| Crecimiento | 18 kg | 25-30 kg** | 30 | 0.900 | 7-12 kg |
| Desarrollo | 30 kg | 50-60 kg** | 30 | 2-2,5 | 20-30 kg |
| Terminación | 50 kg | +90 kg | 50-60 días*** | 3-3,5 | +40 kg |

Los términos de etapa pueden variar según país. La tabla es a modo orientativa

- * según días de destete.
- ** según genética.
- *** según peso del mercado.

Fuente: Contenido y Disertantes del P.C.F.C.P. & Razas Porcinas, 2021

El hato reproductor involucra cuatro categorías y son las etapas de reemplazos, cerdas gestantes, lactantes y los verracos.

- La categoría de reemplazo va a estar influenciada por el tiempo en que se seleccionan los animales como pie de cría. Aquí podemos considerar dos categorías, las cerdas y los verracos jóvenes. Para nuestro fin, el período de reemplazo para hembras lo vamos a dividir en dos fases de producción que son antes de **alcanzar el peso a mercado** y **después de alcanzar el peso a mercado**.

– **Alcanzar el peso a mercado:** esta fase comienza con una selección a los 50 a 60 kg de peso y termina cuando estos animales alcanzan los 100 kg de peso. Normalmente se utilizan dietas más altas en nutrimentos, especialmente en minerales para el desarrollo de los huesos.

– **Después de alcanzar el peso del mercado:** la segunda fase comprende de los 100 kg de peso a la primera monta, que ocurre entre los 120 a 130 kg según la genética de los reemplazos. Este peso también corresponde al período que el animal tiene su tercer celo, a una edad aproximada de 7 a 7,5 meses de edad.

- El período de gestación tiene una duración de 113 ± 1 días y se subdivide en tres etapas que son de la monta hasta el quinto día de gestación, del 5 a los 90 días de preñez y de esa fecha al parto.
- La etapa de lactación comprende del nacimiento del lechón hasta el destete, por lo que su duración depende del período de destete que varía de 21 a 28 días.
- Los verracos los podemos dividir en jóvenes hasta los 8 meses de edad y en adultos, después de los 8 meses.

ANEXO 4

Cuadro 4. Principales entidades federativas con mayor producción de cerdo (Miles de toneladas).

| ESTADO/AÑO | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | MEDIA |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Jalisco | 266,470.90 | 285,125.29 | 289,610.19 | 264,763.38 | 270,949.07 | 273,858.84 | 275,649.45 | 288,405.32 | 281,095.61 | 274,390.57 | 287,325.33 | 291,533.95 | 301,990.00 | 316,351.63 | 313,347.29 | 327,289.75 | 362,324.12 | 380,040.31 | 407,689.75 | 422,986.31 | 309,059.85 |
| Sonora | 218,315.81 | 225,654.50 | 246,012.77 | 254,552.86 | 253,288.55 | 267,360.95 | 255,620.69 | 258,052.68 | 275,253.80 | 285,278.81 | 280,852.15 | 282,176.66 | 294,084.80 | 306,363.23 | 279,504.90 | 283,716.69 | 296,279.96 | 323,472.23 | 343,097.83 | 363,187.54 | 279,606.37 |
| Puebla | 108,202.84 | 111,050.01 | 101,806.09 | 93,818.61 | 99,804.27 | 109,218.64 | 121,273.52 | 130,717.08 | 130,765.70 | 146,460.15 | 146,586.57 | 150,085.14 | 158,578.97 | 184,616.62 | 204,393.49 | 209,796.58 | 211,435.84 | 213,551.37 | 215,769.35 | 219,761.03 | 153,384.59 |
| Guanajuato | 134,351.20 | 130,831.20 | 127,070.90 | 122,686.80 | 125,998.60 | 134,086.77 | 135,785.36 | 137,559.36 | 136,028.85 | 143,876.60 | 144,654.68 | 152,950.83 | 143,079.93 | 141,042.18 | 137,280.10 | 138,654.07 | 141,205.30 | 143,425.89 | 146,946.72 | 149,475.14 | 138,349.52 |
| Yucatán | 107,987.78 | 114,347.90 | 110,062.98 | 101,631.43 | 109,966.22 | 117,818.83 | 122,486.04 | 125,285.97 | 126,554.15 | 128,979.11 | 130,566.95 | 127,484.06 | 132,479.96 | 137,105.53 | 142,250.04 | 153,081.61 | 167,092.44 | 173,278.94 | 179,610.22 | 186,231.68 | 134,715.09 |

Fuente: Elaboración propia, 2020.

ANEXO 5

Cuadro 5. Comercio exterior (importaciones y exportaciones), consumo nacional aparente, e índice de seguridad alimentaria. (Miles de toneladas)

| AÑO | PRODUCCIÓN | IMPORTACIONES | EXPORTACIONES | CONSUMO NACIONAL APARENTE | ÍNDICE DE SEGURIDAD ALIMENTARIA |
|------|------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------------|
| 2000 | 1,030.0 | 375.0 | 46.3 | 1,358.6 | 72.4% |
| 2001 | 1,057.8 | 396.0 | 47.4 | 1,406.4 | 71.8% |
| 2002 | 1,070.2 | 427.8 | 47.9 | 1,450.2 | 70.5% |
| 2003 | 1,035.3 | 460.1 | 38.4 | 1,457.0 | 68.4% |
| 2004 | 1,064.4 | 554.7 | 41.4 | 1,577.6 | 64.8% |
| 2005 | 1,102.9 | 510.5 | 46.5 | 1,566.9 | 67.4% |
| 2006 | 1,108.9 | 532.2 | 51.8 | 1,589.3 | 66.5% |
| 2007 | 1,152.0 | 537.8 | 62.4 | 1,627.3 | 67.0% |
| 2008 | 1,160.7 | 613.8 | 70.4 | 1,704.1 | 64.0% |
| 2009 | 1,162.4 | 736.4 | 55.1 | 1,843.7 | 60.1% |
| 2010 | 1,174.6 | 758.2 | 60.8 | 1,872.0 | 59.5% |
| 2011 | 1,170.7 | 796.2 | 60.0 | 1,906.2 | 58.23% |
| 2012 | 1,228.9 | 746.1 | 58.0 | 1,917.0 | 61.07% |
| 2013 | 1,255.0 | 757.3 | 57.0 | 1,955.3 | 61.26% |
| 2014 | 1,304.7 | 757.4 | 57.0 | 2,005.1 | 62.22% |
| 2015 | 1,343.5 | 765.5 | 56.0 | 2,053.0 | 62.71% |

Fuente. Con datos de INEGI y Secretaría de Economía.

Anexo 6

Cuadro 6. Balanza comercial de carne de porcino (Miles de toneladas).

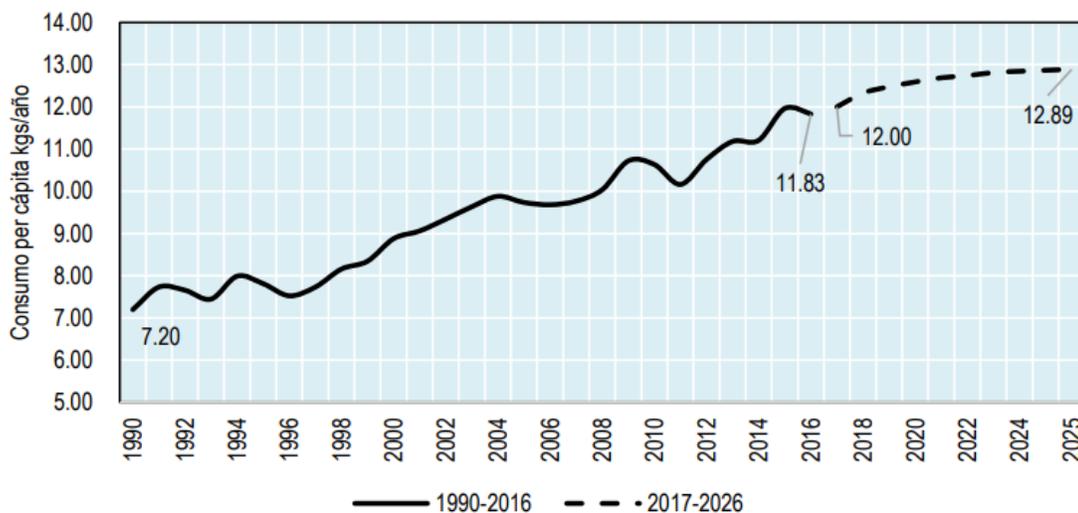
| AÑO | EXPORTACIONES | IMPORTACIONES | BALANZA COMERCIAL |
|------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| 2000 | 46.3 | 375.0 | -328.6 |
| 2001 | 47.4 | 396.0 | -348.6 |
| 2002 | 47.9 | 427.0 | -379.9 |
| 2003 | 38.4 | 460.1 | -421.7 |
| 2004 | 41.4 | 554.7 | -513.2 |
| 2005 | 46.5 | 510.5 | -464.0 |
| 2006 | 51.8 | 532.2 | -480.4 |
| 2007 | 62.4 | 537.8 | -475.3 |
| 2008 | 70.4 | 613.8 | -543.5 |
| 2009 | 55.1 | 736.4 | -681.3 |
| 2010 | 60.8 | 758.2 | -697.4 |
| 2011 | 66.8 | 679.3 | -612.4 |

Fuente. Con datos de INEGI y Secretaría de Economía.

ANEXO 6

Consumo per cápita. El consumo per cápita anual ha aumentado. Desde 1990, ha pasado de 7.2 a 11.83 kilogramos en 2016, es decir, ha aumentado 65%.

Grafica 1. Consumo per cápita de carne de cerdo en México, real y proyectado, 1990-2026. (Kg por año)



Fuente: OCDE-FAO Agricultural Outlook, 2016-2025.

Las proyecciones elaboradas por la OCDE y FAO indican que el consumo seguirá aumentando, y que es probable que sea 9% mayor en 2025. Si consideramos que el Consejo Nacional de Población indica que la población en 2016 fue de 122.2 millones de habitantes y que entre 2016 y 2025 el número de éstos aumentará en 10.3 millones,²⁹ es posible que en 2025 el consumo sea superior en 262.3 mil toneladas a nivel minorista utilizando cálculos la base OCDE-FAO, o bien 336.3 miles de toneladas en canal. Esto último equivale a 23.3% de la producción nacional o 14% del consumo nacional aparente en 2017.

ANEXO 7

El consumo de carne de cerdo de los hogares está relativamente concentrado en unas pocas entidades. Los estados de México, Ciudad de México, Veracruz, Jalisco y Puebla concentran el 51.3% del consumo de carne de cerdo del país. El Estado de México concentra cerca del 20% del consumo nacional total, según muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Consumo trimestral de carne de cerdo en los hogares por entidad federativa, 2016. (Millones de pesos)

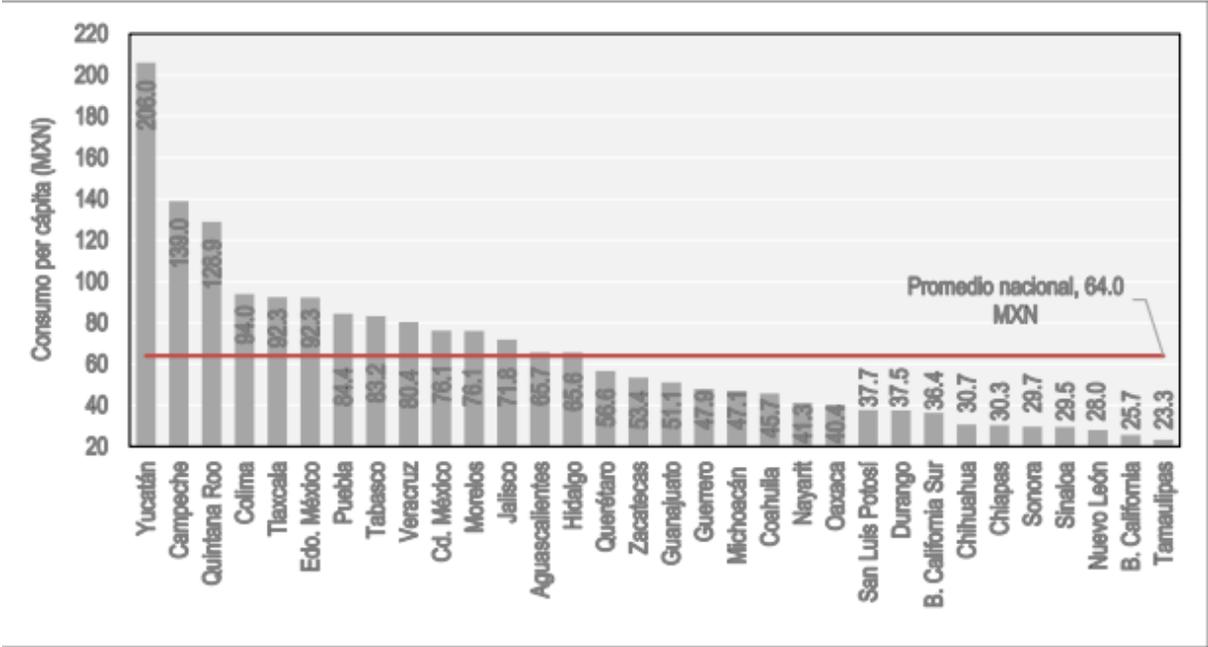
| Estado | Consumo de carne de cerdo | % total |
|----------------------|---------------------------|---------------|
| Estado de México | 1,579.9 | 20.2% |
| Ciudad de México | 672.6 | 8.6% |
| Veracruz | 652.1 | 8.3% |
| Jalisco | 576.4 | 7.4% |
| Puebla | 527.8 | 6.8% |
| Yucatán | 442.0 | 5.7% |
| Guanajuato | 299.6 | 3.8% |
| Michoacán de Ocampo | 217.9 | 2.8% |
| Quintana Roo | 208.8 | 2.7% |
| Tabasco | 200.3 | 2.6% |
| Hidalgo | 191.1 | 2.4% |
| Guerrero | 171.8 | 2.2% |
| Oaxaca | 163.2 | 2.1% |
| Chiapas | 161.1 | 2.1% |
| Morelos | 147.8 | 1.9% |
| Nuevo León | 144.6 | 1.8% |
| Coahuila de Zaragoza | 136.8 | 1.8% |
| Campeche | 128.0 | 1.6% |
| Tlaxcala | 119.7 | 1.5% |
| Querétaro | 115.2 | 1.5% |
| Chihuahua | 114.9 | 1.5% |
| San Luis Potosí | 104.6 | 1.3% |
| Baja California | 90.9 | 1.2% |
| Sinaloa | 88.8 | 1.1% |
| Sonora | 88.4 | 1.1% |
| Aguascalientes | 85.7 | 1.1% |
| Zacatecas | 84.8 | 1.1% |
| Tamaulipas | 83.6 | 1.1% |
| Colima | 69.1 | 0.9% |
| Durango | 66.8 | 0.9% |
| Nayarit | 51.4 | 0.7% |
| Baja California Sur | 28.6 | 0.4% |
| Total | 7,814.4 | 100.0% |

Fuente: ENIGH 2016.

La grafica 2 presenta el gasto trimestral de los hogares en carne de cerdo, pero en términos per cápita. La figura muestra una gran heterogeneidad en el consumo por estado. En ésta se identifica que los ciudadanos de los estados del sureste de

México son los que más gastan en carne de cerdo en el país. Destaca Yucatán, donde el consumo per cápita llega a 206 MXN por habitante por trimestre. A los estados del sureste le siguen Colima, Tlaxcala y el Estado de México con consumos superiores a los 92 MXN por habitante por trimestre. Los estados menos consumidores son del norte del país (Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Baja California y Tamaulipas) con consumos por debajo de 30 MXN por habitante por trimestre.

Grafica 2. Gasto trimestral per cápita por entidad federativa (MXN/habitante).



Fuente: ENIGH 2016.

ANEXO 8

Grafica 3. Consumo nacional aparente de la carne de cerdo 2019



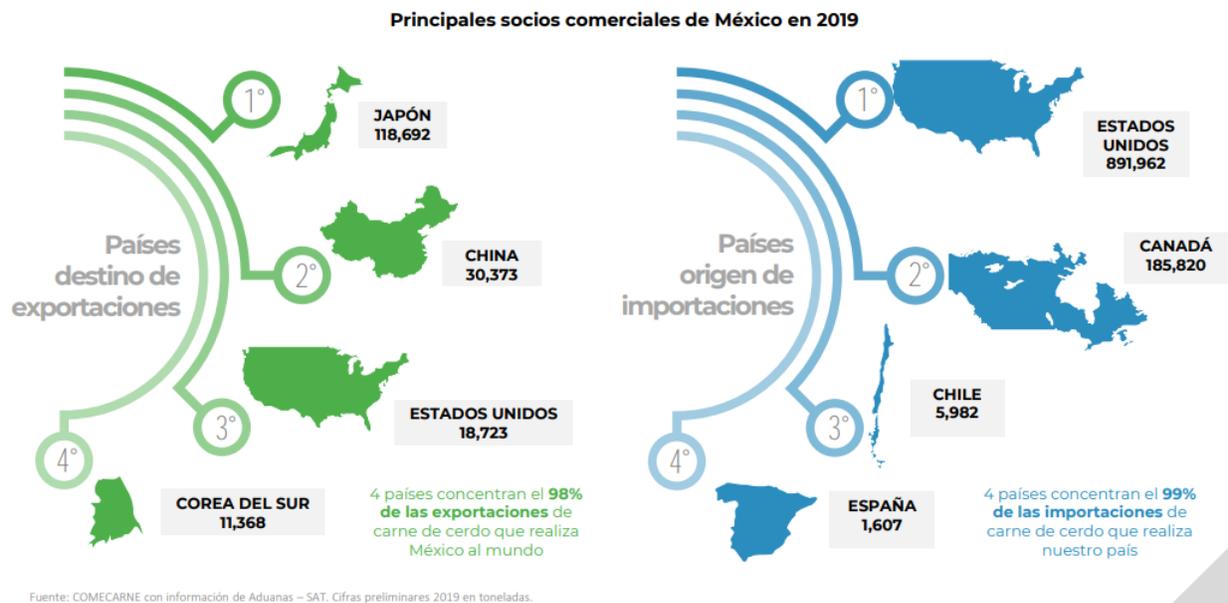
Fuente: COMECARNE con información de SIAP y Aduanas - SAT.
 ▲ ▼ Crecimiento/Decremento del volumen 2015 vs. 2019 p.

2019 p: Cifras preliminares; Unidades: Toneladas.
 *TCCA: Tasa de Crecimiento Compuesta Anual.

Fuente: COMECARNE, 2019.

Anexo 9.

Figura 1. Comercio exterior y principales socios comerciales de México



Fuente: COMECARNE, 2019.