

Universidad Católica de la Santísima Concepción

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil Logística



**Propuesta de metodología de pronóstico para centro de
distribución carnes Noble Corral.**

Valentina del Rosario Opazo Troncoso

Informe de proyecto de título para optar al título de

Ingeniero Civil Logístico

Profesor Guía: Patricio Cea
Profesor Informante: Giuliani Coluccio
Responsable Empresa: Gerardo Delgado

Concepción, septiembre de 2016

Resumen:

En este proyecto de título, se propone un modelo de pronóstico para la demanda de carne del centro de distribución Noble Corral.

Para ello, se revisaron y analizaron los datos históricos sobre la cantidad de kilogramos que se despachan mes a mes de las tres variedades con mayores ventas, con el fin de planificar y mejorar la distribución a clientes que este centro posee. Se usaron modelos cuantitativos para la estimación de la demanda utilizando como herramienta de procesamiento el software de análisis estadístico SPSS.

Los resultados obtenidos corresponden a un pronóstico mensual sobre la posible demanda de carne por parte de sus clientes, la cual facilita la decisión sobre la cantidad de vacunos necesarios a despostar, donde en el mejor de los escenarios de un total de 685 vacunos, 11% corresponde a la línea Angus, un 88% a Tradición y un 1% a Ternera. Con estos resultados se podrían detener quiebres de stock para evitar pérdida de ventas o pedidos incompletos.

Con estos resultados se decidió probar cuan influyente es tener una proyección de acuerdo a la demanda, estimando distintos escenarios de acuerdo a la demanda propuesta para los meses que se proyectaron desde junio hasta diciembre de 2016, observando a través de esto que monto y que cantidad de vacunos sacrificados se ahorrarían en bodega, teniendo en cuenta la proyección.

Abstract

The purpose of this proposal is to offer a forecast model for the meat demand at Noble Corral Distribution Center.

For this project, historical data was analyzed and checked out about the kilograms' quantity delivered each month of the three varieties of meat with higher sales that is to plan and improve the distribution to customers that this center has. Quantitative models were used to estimate the demand using as a processing tool the statistics Analysis software SPSS.

The results corresponds to a monthly forecast about a possible demand of meat from customers, which makes it easier to take a decision about the quantity of beef meat necessary to be chopped, where in the best of circumstances out of a 685 total of beef meat, an 11% corresponds to the Angus line, an 88% to Tradition and an 1% to Calf. Having these results we could stops stock breakouts to avoid not selling or incomplete orders.

With these results a decision was made to prove how crucial is to have a future plan according to demand, estimating different circumstances regarding the proposed demand for the months planned from june to december 2016, observing through this how much money and how much dead cattle would be saved in storage considering the future plans.

Agradecimientos

A Dios por no abandonarme nunca en esta etapa, a mis seres queridos en especial a los que realmente estuvieron siempre apoyándome y personal académico que de una u otra forma me ayudaron en esta última etapa de mi carrera.

Índice General

Resumen:.....	i
Abstract	ii
Capítulo I: Introducción	9
1.1 Introducción al estudio.....	9
1.2 Objetivos	11
1.3 Justificación del problema.....	12
1.4 Delimitación del problema.....	13
1.4.1 Geográfica:.....	13
1.4.2 Temporal:	13
1.5 Metodología aplicada	14
2.1 Método básico para pronóstico:	18
2.2 Tipos de pronósticos:	19
Para el método Cualitativo	20
Para método Cuantitativo:.....	20
2.3 Serie de tiempo:.....	23
Capítulo III: Métodos para series con Tendencia	26
3.1 Suavizamiento Exponencial Simple:.....	26
3.2 Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (Método de Holt):	27
3.3 Suavización Exponencial Doble (Método de Brown).....	28
3.4 Regresión Lineal Simple:.....	29
Medición del error de pronóstico:	30
a) MAD: Desviación absoluta media.....	31
b) MSE: Error cuadrático medio	31
c) MAPE: Error porcentual absoluto medio	31
d) MPE: Error porcentual medio.....	32
Capítulo IV: Análisis de datos	33
SPSS Statistics Base:	33
4.1 Ternera:	33
4.2 Tradición:	36

4.3 Angus:	38
Capítulo V:	50
Discusión de resultados	50
5.1 Ternera:	50
5.2 Tradición:	52
5.3 Angus:	53
Capítulo VI: Conclusiones y/o Recomendaciones	57
Bibliografía	60
Anexos	61

Índice de Diagramas

Diagrama N° 1 Cadena de suministro CD Noble Corral	16
Diagrama N° 2 Tipos de pronósticos.	22

Índice de Ilustraciones

Ilustración N° 1	51
Ilustración N° 2	52
Ilustración N° 3	54

Índice de Gráficos

Gráfico N°1 Consumo de Carne.....	10
Gráfico N°2: Ternera	34
Gráfico N°3: Tradición.....	36
Gráfico N°4: Angus.....	38

Índice de Tablas:

Tabla N°1: Guía para optar por un método apropiado.....	25
Tabla N°2 : Resultados Ternera	35
Tabla N°3: Pronósticos	35
Tabla N°4: Resultados Tradición	37
Tabla N°5 : Pronósticos	37
Tabla N°6: Resultados Angus	39
Tabla N° 7 : Resultados Tottus	39
TablaN° 8: Resultados Otros Clientes	39
Tabla N°9: Valores Tradición Entrada y Salida.....	40
Tabla N°10: Porcentajes Entrada y Salida 2015	41
Tabla N°11 Escenario 1.-	41
Tabla N° 12 Escenario 2.-	42
Tabla N°13 Escenario 3.-	43
Tabla N°14: Valores Ternera Entrada y Salida 2015.....	43
Tabla N°15 Porcentajes Entrada y Salida	44
TablaN° 16 Escenario 1.-	45
Tabla N°17 Escenario 2.-	45
Tabla N°18 Escenario 3.-	46
Tabla N° 19 Valores Angus Entrada y Salida.....	47
Tabla N° 20 Porcentajes Entrada y salida 2015	47
Tabla N° 21 Escenario 1.-	48
Tabla N° 22 Escenario 2.-	49
Tabla N°23 Escenario 3.-	49
Tabla N°24: Datos Ternera	61
Tabla N° 25: Datos Tradición	62
Tabla N° 26: Datos Angus	64
Tabla N° 27: Datos Ternera	66
Tabla N° 28: Datos Tradición	66
Tabla N°29: Datos Angus	67

Capítulo I: Introducción

1.1 Introducción al estudio.

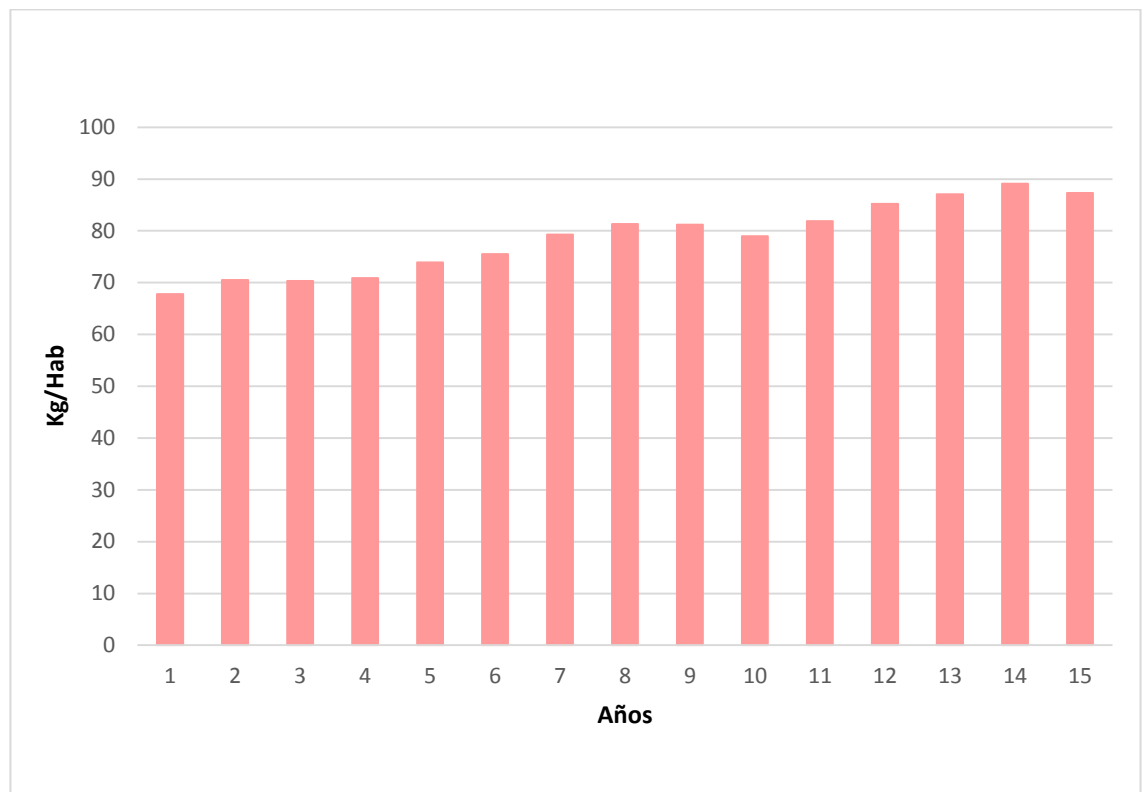
El término pronóstico, conceptualmente se refiere a poder predecir qué es lo que posiblemente pueda suceder en un periodo posterior a partir de información del pasado, con el objeto de anticipar los hechos y reaccionar antes de tiempo (Hanke & Wichern, 2010). Esta metodología ha demostrado ser muy eficiente de aplicar en centros de distribución, retail, producción, entre otros.

El creciente aumento por el consumo de carne a lo largo de los años, exige a las empresas productoras ajustarse a dicha demanda. El centro de distribución Noble Corral, es una empresa que se dedica a la venta y distribución de líneas de carnes desde el año 2011. Debido a lo anterior es de gran ayuda poder pronosticar sus demandas mensuales, pudiendo así evaluar qué cantidad de animales se necesitarán para demandar a la feria de ganado en el sur y así luego enviar a faenar a la comercializadora Santa Victoria.

Es por esto que se propone elaborar un proyecto que logre estimar una aproximación de la demanda de carne mensual, que se necesitará en el centro de distribución Noble Corral en un periodo de 6 meses hasta diciembre del presente año, para esto se trabajará con datos históricos adquiridos desde enero 2013 a mayo 2016, con el fin de encontrar un método matemático, el cual se aproxime a los datos reales y así poder realizar una proyección futura lo más cercana posible, con el menor porcentaje de error.

En el gráfico N°1 se puede apreciar el aumento en la demanda de carne, a lo largo del tiempo en un periodo desde el año 2001 al 2015.

Gráfico N°1 Consumo de Carne



Fuente: Elaboración propia, basado en diversos registros históricos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar la metodología de pronóstico más apropiada para el centro de distribución carnes Noble Corral, de manera de reducir la incertidumbre de la demanda mensual.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1.- Analizar el comportamiento de los datos sobre demanda mensual de productos por línea, en el periodo enero 2013- mayo 2016.

- 2.- Determinar un modelo matemático adecuado para realizar un pronóstico a los datos recopilados.

- 3.- Pronosticar la demanda por línea de carnes.

1.3 Justificación del problema

El centro de distribución Noble Corral es un centro que distribuye carne al mercado, teniendo cuatro puntos de ventas, además de sus clientes habituales, por lo que diariamente distribuyen gran cantidad de kilogramos de carne congelada o al vacío, pero en el centro de distribución no existe una idea de la demanda del próximo mes, es decir, venden cierta cantidad mensual de kg de carne, pero a medida que los clientes se lo solicitan, no de manera anticipada, es por esto que han surgido problemas como falta de stock de algún producto en particular, lo que ha generado ventas incompletas o pérdida de un cliente por insatisfacción. Debido a esta problemática, el centro de distribución quiere mejorar y estimar su demanda a través de un modelo cuantitativo, el cual puede ayudar a solucionar este problema.

1.4 Delimitación del problema

El modelo de pronóstico a utilizar será del tipo cuantitativo. El proyecto se trabajará con tres líneas de carne: Tradición, Ternera y Angus, ya que estas son las que poseen mayor rotación mensualmente.

1.4.1 Geográfica: El proyecto se realizó en el centro de distribución carnes Noble Corral, el cual se encuentra ubicado en ruta 160 camino a Coronel, en Megacentro.

1.4.2 Temporal: Los datos a utilizar corresponden desde enero 2013 a mayo 2016 y mayo 2015 a mayo 2016.

1.5 Metodología aplicada

El presente proyecto de título consta en lograr encontrar un modelo matemático óptimo para poder pronosticar la demanda del CD Noble Corral, mediante una metodología a seguir.

Este centro de distribución opera desde el año 2011 en la localidad de Lomas Coloradas, realizando su proceso productivo que consta en comprar ganado a una feria de bovinos en el sur, para luego mandarlo al matadero y posterior a esto al centro de distribución ubicado desde el 2013 en el Megacentro camino a Coronel, donde congelan y mantienen al vacío, los cortes de carnes que venden y distribuyen.

Como primer paso es necesario contactarse con la empresa, en este caso con el jefe de logística, con el objetivo de organizar una reunión para conocer el centro de distribución, tener conocimiento sobre los productos con los que se trabaja. Con esta persona se mantuvo contacto y facilitó los datos necesarios sobre la demanda mensual de cada línea de carne.

Una vez recopilados los datos necesarios, se ordena en una planilla Excel desde enero 2013 a mayo 2016 por cada línea y eliminar subproductos de carnes que no correspondan, con el fin de acotar la información.

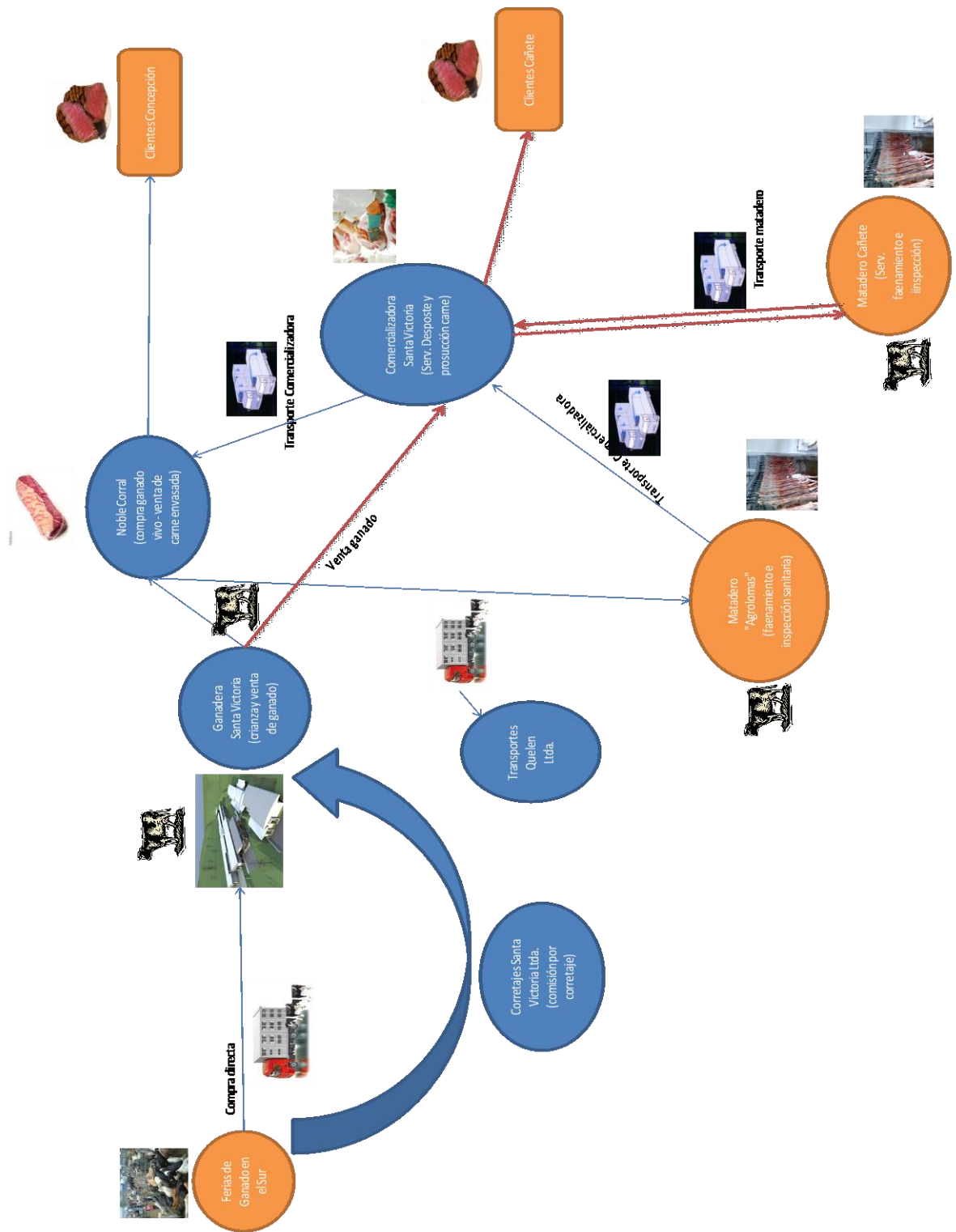
Fue necesario más de una visita al CD para la coordinación de datos faltantes y actualización de datos sobre la demanda, además de resolver dudas sobre el proceso en él.

Siguiente a esto se debe proceder a analizar los datos obtenidos de manera de encontrar cual es la tendencia que estos siguen, a que distribución se ajustan. Una vez estudiado los datos, se procedió a encontrar un método matemático, logrando así definir un

modelo de pronóstico que facilite la decisión que cantidad de animales deben comprar mensualmente para enviar a faenar, con lo cual el CD se beneficiara teniendo una aproximación de lo que pueden requerir para el mes siguiente.

En el diagrama N°1 se puede observar, la representación de los procesos que se realizan desde la compra de ganado en ferias del sur hasta el envío de pedidos a las salas de ventas.

Diagrama N° 1 Cadena de suministro CD Noble Corral



El proceso que explica el diagrama N° 1 es desde la compra de bovinos en las ferias ganaderas del sur, luego se envían a ganadera Santa Victoria donde crían y engordan los animales, posteriormente se desposta y faenan, para luego enviarlos a cada cliente según sea su demanda.

En cuanto a tener un conocimiento previo sobre la demanda futura de los clientes, esto puede optimizar el flujo de la cadena de suministro, desde facilitar la decisión sobre cuál sería la cantidad de bovinos que se deben comprar en el ganadero, cumplir con la demanda de cada cliente, facilitar las rutas diarias que se deben crear, ya que si se tiene stock, se puede responder al cliente que lo facilite en cualquier momento y poder anticipar una ruta de acuerdo a la demanda del día, es decir, evitar faltas de stock y posibles pedidos incompletos.

Capítulo II: Antecedentes teóricos

Para comprender mejor acerca del tema propuesto (Chopra & Meindl, 2008) se debe saber que, pronóstico es una manera de poder predecir qué es lo que sucederá en tiempo posterior de forma de poder anticiparse a los hechos y aplicado a la demanda de productos, saber una aproximación de lo que se necesitará en un tiempo posterior.

De acuerdo a la afirmación de Chopra y Meindl (2008) establece que las compañías para poder generar un pronóstico sobre la demanda de sus productos, deben considerar factores tanto como la demanda pasada, tiempo de entrega del producto, campañas de marketing, estado de la economía, entre otros.

2.1 Método básico para pronóstico:

A su vez existe un método de tipo básico nombrado por Chopra y Meindl (2008) para poder pronosticar la demanda de manera efectiva:

Consta de seis pasos para guiarse:

1° paso es entender el objetivo del pronóstico, esto significa que en el proceso de pronóstico se deben tomar ciertas decisiones de las cuales tienen que estar conscientes de la relación que existe entre la decisión y el pronóstico que se realizará.

2° paso es integrar la planeación y el pronóstico de la demanda en la cadena de suministro, es decir, el posible pronóstico debe vincularse a todas las actividades de la cadena de suministro de la compañía, tanto en la cantidad de producción, promociones, compras, entre otros. Este punto es muy importante, ya que si esto no se genera esto puede producir un desajuste entre la oferta y la demanda, de forma que ocasionaría un mal servicio prestado al cliente.

3° paso se debe tener en cuenta entender e identificar los segmentos de clientes existentes en una compañía, de acuerdo a los diferentes segmentos o hacia cuál de éstos se quiere enfocar se puede tener una idea clara sobre qué tipo de pronóstico de demanda se debe aplicar.

4° se necesita identificar los principales factores que pueden llegar a influir en la demanda, de acuerdo a esto se deben tener en cuenta factores ambientales o históricos, ya que debido a esto se puede generar un pronóstico erróneo si no se tiene en cuenta, ejemplo si en un periodo por X motivo se tuvo un aumento en la demanda de cierto producto, más allá de eso no significa que el próximo periodo suceda lo mismo, por lo que hay que tener en cuenta todo tipo de factor que pueda conllevar a posibles resultados equívocos.

5 ° paso se debe determinar la técnica apropiada de pronóstico, en este caso para poder optar por una técnica se debe tener en cuenta, el área geográfica, grupos de clientes, de productos, como también las diferencias en la demanda respecto a las dimensiones, por lo que probablemente necesite diferentes pronósticos y técnicas. Se menciona que lo más eficaz es utilizar una combinación de los diferentes métodos nombrados anteriormente.

6° y último paso se deben establecer medidas de desempeño y error para el pronóstico de forma de reconocer la precisión y oportunidad de éste.

Existen diferentes tipos de métodos para pronóstico según Daniela Jiménez, (2011). *Análisis y pronósticos de demanda de telefonía móvil* (tesis). Recuperada de Repositorio académico de la Universidad de Chile. Los cuales se clasifican en método Cualitativo y Cuantitativo.

2.2 Tipos de pronósticos:

Cualitativo: Este método se basa en el juicio, no utiliza algún modelo en específico, sino más bien se hace uso de este cuando los datos son escasos o son confiables para predecir, es por esto que distintos tipos de personas pueden realizar distintos juicios y debido a eso llegar a pronósticos muy distintos.

Cuantitativo: El método cuantitativo se basa en un modelo subyacente para poder llegar a un pronóstico, ya sea en datos históricos, patrones de datos los cuales sean indicadores confiables para poder predecir el futuro, en este caso, existen dos tipos: Series de tiempo y causales.

Además de los tipos de pronósticos que existen para poder abordar una demanda futura con alguno de estos métodos; Chase, Jacobs y Aquilano (2009) mencionan en uno de

sus textos que a su vez para cada método, existen técnicas diferentes como se mencionarán a continuación:

Para el método Cualitativo

- Técnicas acumulativas: Se basa en la acumulación de las últimas entradas de ventas y respecto a eso se genera un pronóstico.
- Investigación de mercados: se utiliza para generar pronósticos a largo plazo y de productos nuevos en el mercado, mediante la recopilación de datos mediante varias maneras con el fin de comprobar ciertas hipótesis sobre este mercado.
- Analogía histórica: Se utiliza mayormente en proyecciones de nuevos productos, donde su base para pronóstico resulta de pronósticos históricos en productos ya existentes similares.

Para método Cuantitativo:

❖ Series de tiempo

- Promedio móvil simple: De una muestra de varios puntos de datos, se calcula el promedio a través de la división de la suma de estos puntos por la cantidad de estos.
- Promedio móvil ponderado: Puede suceder que posiblemente algunos puntos se ponderen más que otros según el caso.

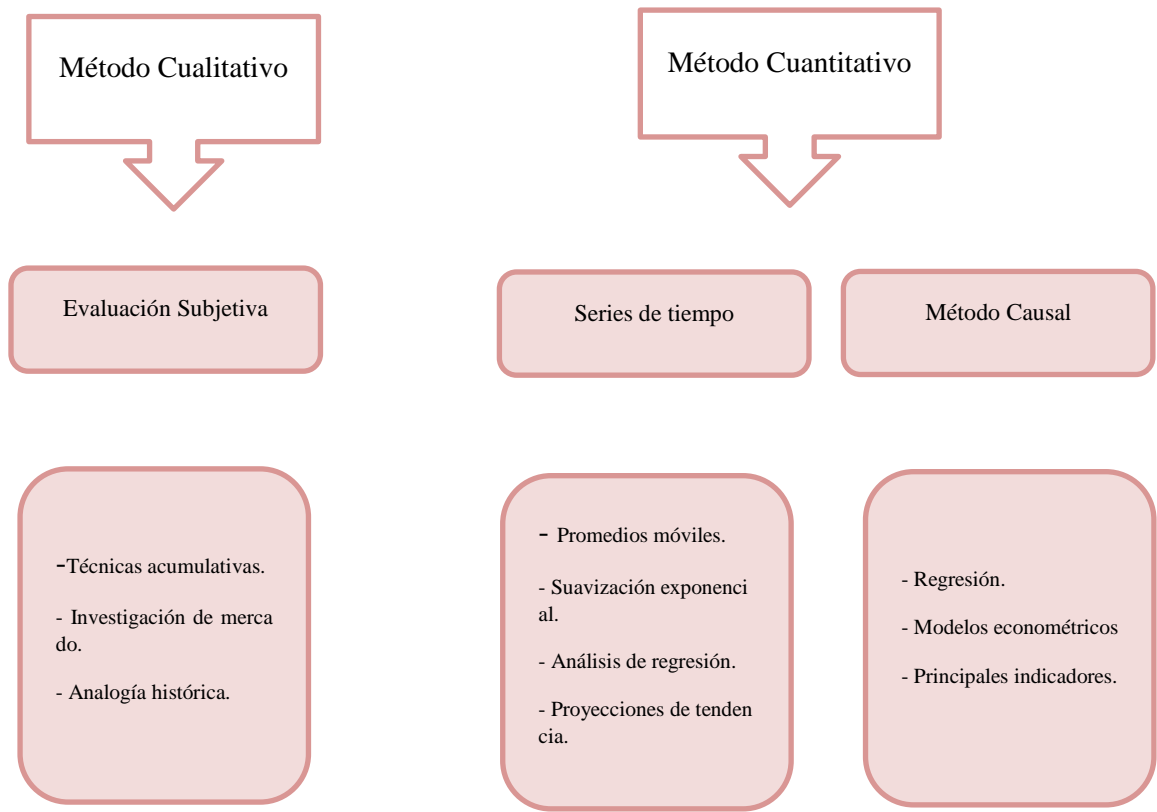
- Suavización exponencial: La ponderación de los datos resulta según la trayectoria de éstos, el resultado ponderara más si los datos son recientes, sin embargo, si son más antiguos tendera a una reducción exponencial.
- Análisis de regresión: Se basa casi siempre en el valor pasado de los datos expuestos, ajustando una recta a éstos, la técnica más común es de mínimos cuadrados.
- Proyecciones de tendencia: Según los puntos de datos, ajusta una recta hacia estos y luego la proyecta en el futuro.

❖ Causal:

- Análisis de regresión: Es similar al nombrado en series de tiempo, pero en este caso puede contener diversas variables, es decir, el pronóstico se desarrolla en base a la posible existencia de cualquier evento.
- Modelos econométricos: Mediante ecuaciones independientes, se trata de describir algún sector particular de la economía.
- Principales indicadores: En este caso la técnica estadística se mueve en la dirección que tome la serie a pronosticar, antes que ésta.

A continuación, se observa un resumen de lo mencionado anteriormente, como es desde los tipos de pronósticos hasta sus respectivas técnicas, lo que se demuestra a través del Diagrama N°2.

Diagrama N° 2: Tipos de pronósticos.



Fuente: Elaboración propia, basado en diversas literaturas de Econometría

2.3 Serie de tiempo:

Hanke y Wichern (2010) señalan dicen que una serie de tiempo son aquellas observaciones de una variable dependiente (Y), que se pueden recabar durante un largo periodo, como datos de una serie de tiempo o simplemente una serie de tiempo.

Según estos mismos autores, algunos conceptos importantes dentro de una serie de tiempo que se necesitan para mejor su comprensión son:

Tendencia: Son movimientos que existen a largo plazo dentro de una serie de tiempo, que muchas veces se pueden describir mediante una línea recta o una curva suave, de acuerdo sea el caso.

Estacionalidad: Este concepto se menciona como un patrón que se repite sucesivamente de un periodo a otro, es decir, para el caso de datos que se recaban una vez al año, no tiene sentido, ya que no existe una posibilidad de modelar los datos bajo un patrón, en cambio, si los datos se recaban diariamente, semanalmente o mensualmente, por lo general se encuentran un patrón de estacionalidad.

Variaciones Cíclicas o irregulares:

Los ciclos son variaciones de largo plazo, que se dan en forma de onda, estos no muestran un patrón consistente, pero es posible comprenderlos si se eliminan los componentes de tendencia y estacionalidad mediante la descomposición multiplicativa.

El componente irregular da a demostrar la variabilidad en una serie de tiempo, luego de que se eliminen los demás componentes.

A su vez Chase et al. (2009) indican que como existen tipos de pronósticos, también existen componentes de la demanda. Se menciona la descomposición de una serie temporal, donde puede contener una o más componentes de la demanda:

- **Tendencia (T)**

- **Componente Estacional (S)**
- **Componente Cíclico (C)**
- **Componente Irregular (I)**

La razón de la descomposición de una serie de tiempo, es poder identificar y separar los datos entre estos componentes. En caso de tendencia no es muy complicado de identificar, incluso es recomendable, trazar una línea en los datos y ver la dirección de ésta, el componente estacional se debe tener en cuenta comparando el mismo periodo año tras año o cada cierto periodo, cíclico es un poco más complicado ya que se debe evaluar los datos y estos ciclos pueden durar varios meses o años, por otro lado por lo general se considera irregular los elementos que sobren y que no sean posible de identificar con ninguno de los componentes anteriores.

Ahora cuando la demanda contiene componente estacional y de tendencia al mismo tiempo, se pregunta cómo se relacionan entre sí, es por esto que se analizan dos tipos de variación estacional: la aditiva y multiplicativa.

Hanke y Wichern (2010) dicen que el modelo aditivo resulta más eficiente cuando la serie de tiempo que se está analizando tiene aproximadamente la misma variabilidad a lo largo del tiempo, lo que quiere decir que los datos se ven reflejados en una anchura constante centrada de la tendencia.

Y el modelo multiplicativo resulta mejor cuando la variación de los datos aumenta de acuerdo con el nivel, es decir, los datos se dispersan más a medida que la tendencia aumenta, la apariencia de estos datos por lo general tienen forma de megáfono o embudo.

Es importante señalar que para poder elegir un buen modelo de pronóstico, es bueno tener una guía de ayuda, se recomienda por lo general intentar más de un método.

Tabla N°1: Guía para optar por un método apropiado

<i>Método de Previsión</i>	<i>Pauta de datos</i>	<i>Cantidad de datos históricos</i>	<i>Horizonte de la previsión</i>	<i>Antecedentes cuantitativos</i>
Promedio Móviles	Estacionaria	N° igual al de los periodos de la media móvil	Muy corto	Muy Pocos
Suavización Exponencial Simple	Estacionaria	5 a 10	Corto	Pocos
Regresión Lineal Simple	Tendencia	Mínimo de 10 con 4 o 5 por estación si es que se incluye la estacionalidad	De Corto a Mediano	Pocos
Suavización Exponencial de Holt	Tendencia	10 a 15	De Corto a Mediano	Pocos
Suavización Exponencial Doble de Brown	Tendencia	Suficientes para ver máx, mín en el ciclo.	De Corto a Mediano	Moderados
Suavización Exponencial de Winters	Tendencia y Estacionalidad	4 o 5 por estación como mínimo	De Corto a Mediano	Moderados
Descomposición de series Cronológicas	Puede manejar casi todas las pautas de datos	Suficientes para ver dos puntos máximos y mínimos en el ciclo	Corto, Mediano y Largo	Pocos

Fuente: Elaboración propia, basado en diversas literaturas de Econometría.

Capítulo III: Métodos para series con Tendencia

3.1 Suavizamiento Exponencial Simple:

El método de suavización exponencial, es posible que se considere como un avance del método de promedio móvil ponderado, en éste caso se calcula el promedio de una serie de datos con un mecanismo de autocorrección, lo que hace es ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones, mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización.

$$\bar{X}_t = \bar{X}_{t-1} + (\alpha (X_{t-1} - \bar{X}_{t-1})) \quad (3.1)$$

$$\alpha = \frac{2}{n+1} \quad (3.2)$$

\bar{X}_t : Promedio de ventas en unidades en el periodo t.

\bar{X}_{t-1} : Pronóstico de ventas en unidades del periodo t-1

X_{t-1} : Ventas reales en unidades en el periodo t-1

α : Coeficiente de suavización (entre $0 < \alpha < 1$)

3.2 Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (Método de Holt):

Se sabe que en la suavización exponencial, se tiende a suponer que el nivel de las series de tiempo que existe varía cada cierto tiempo, por lo que se quiere un estimado del nivel actual de la serie. Es por esto que Holt (2004) desarrollo un método de suavización exponencial, más bien conocida como la suavización exponencial lineal de Holt, la cual se basa en la evolución local lineal de las tendencias de una serie de tiempo y ésta puede usarse para generar un pronóstico. Este método suaviza directamente el nivel y la pendiente usando constantes de suavización para cada uno. Una de las ventajas que ofrece el método es que ofrece un alto grado de flexibilidad en la selección de coeficientes con los cuales se controla el nivel y la tendencia.

Para esto, Hanke y Wichern (2010) disponen de tres ecuaciones en el método de Holt:

1.- La serie suavizada exponencialmente o nivel actual estimado

$$L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3.3)$$

2.- El estimado de la tendencia

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1} \quad (3.4)$$

3.- El pronóstico para los P periodos del futuro

$$Y_{t+p} = L_t + pT_t \quad (3.5)$$

L_t = Nuevo valor suavizado (estimado del nivel actual)

α = 1, Constante de suavización para el nivel ($0 < \alpha < 1$)

Y_t = Nueva observación o valor real de la serie en el periodo t

β = Constante de suavización para el estimado de la tendencia ($0 < \beta < 1$)

T_t = estimado de tendencia

p = Periodos a pronosticar en el futuro

Y_{t+p} = pronóstico para el periodo p en el futuro

Al igual que en la suavización exponencial simple, las constantes de suavización α y β pueden seleccionarse subjetivamente o generarse minimizando una medida de error de pronóstico tal como el MSE.

3.3 Suavización Exponencial Doble (Método de Brown)

El siguiente método consiste en realizar dos suavizaciones exponenciales, a partir de estas se obtendrá el valor estimado que se busca o pronóstico, mediante un cálculo realizado con una sencilla expresión. La primera se aplica a valores observado en la serie de tiempo y luego la segunda a la serie atenuada obtenida mediante la primera atenuación. De acuerdo a que los valores calculados al realizar las dos primeras atenuaciones no son los datos estimados a obtener, se usa una notación distinta a la de la expresión final con la cual se calculan los valores que realmente constituyen al pronóstico.

Sus ecuaciones son las siguientes:

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) A_{t-1} \quad (3.6)$$

$$A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) A'_{t-1} \quad (3.7)$$

$$a_t = 2 A_t - A'_t \quad (3.8)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (A_t - A'_t) \quad (3.9)$$

$$Y_{t+p} = a_t + p b_t \quad (3.10)$$

A_t = Valor atenuado exp de Y_t en el periodo t

A'_t = Valor doblemente atenuado exp de Y_t en el periodo t

$$\begin{array}{l} A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)A_{t-1} \\ A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)A'_{t-1} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} a_t = 2A_t - A'_t \\ b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} A_t - A'_t \end{array}$$

3.4 Regresión Lineal Simple:

Hanke y Wichern (2010) mencionan que un procedimiento adecuado para obtener la mejor línea recta, para un conjunto determinado de datos, es aquel que sin importar quien esté haciendo el ajuste produzca siempre la misma línea recta. El procedimiento más conocido para determinar la mejor línea recta ajustada es el criterio de los mínimos cuadrados.

La suma que mejor se ajuste a una cierta cantidad de datos X - Y es la línea que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias entre los puntos y la línea, en la dirección de Y . A esta línea se le llama línea de los mínimos cuadrados o línea de regresión ajustada y su ecuación es la siguiente:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t \tag{3.11}$$

Donde

β_0 : es la intersección con Y

β_1 : es la pendiente, se dice que la pendiente es la cantidad de cambio de Y cuando se incrementa X en una unidad.

Por esto el objetivo inmediato es determinar los valores de β_0 y β_1

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2} \hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x} \quad (3.12)$$

Medición del error de pronóstico:

Verificación del modelo:

Como dice Millones, Barreno, Vásquez y Castillo (2015), para verificar la validez estadística del modelo de regresión lineal simple se utiliza el coeficiente de determinación: R^2 .

R^2 : Este coeficiente de determinación indica en qué porcentaje la variable estímulo explica la variable respuesta, lo que hace este coeficiente es expresar la relación que existe entre dos tipos de variación. Por ser un cociente entre dos sumas de cuadrados luego de multiplicarlo por 100%, el mínimo valor que puede tomar es 0 y máximo valor 100%, lo óptimo es sobre 60%.

También se debe tener en cuenta que existe el error de pronóstico, hace referencia a la diferencia que existe entre el valor que resulto de la proyección v/s la realidad. Por lo general la demanda se crea a través de muchísimos factores, algunos un poco complejos como para lograr describirlos a plenitud en un modelo, es por esto que sin duda alguna más de alguna proyección resultara con un margen de error.

Como lo indica Hanke y Wichern (2010) la exactitud de los modelos de pronóstico que existen a menudo se juzga por la comparación entre las series originales y los valores pronosticados de las series, es por esto que existen varios métodos cuya finalidad es resumir los errores generados por una técnica específica de pronósticos, por lo general la mayoría de estas medidas son el promedio de alguna función de la diferencia entre el valor real y el pronosticado, a estas diferencias se les conoce como residuos.

a) MAD: Desviación absoluta media

Esta mide la exactitud del pronóstico, en las mismas unidades de la serie original, lo hace promediando las magnitudes de los errores del pronóstico.

$$\text{MAD: } \frac{\sum |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} \quad (3.12)$$

b) MSE: Error cuadrático medio

Se utiliza cuando se quiere saber qué tan grande es el error en el pronóstico, en este método cada error o residuo se eleva al cuadrado, luego se suman y se dividen entre el número de observación. Este enfoque sanciona los errores grandes, ya que los eleva al cuadrado, lo cual es importante porque una técnica que produce errores moderados quizás sea preferible a una que usualmente tenga pequeños errores, pero ocasionalmente produce errores muchos más grandes.

$$\text{MSE: } \frac{\sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \quad (3.14)$$

c) MAPE: Error porcentual absoluto medio

Este enfoque es útil cuando el error relativo al tamaño respectivo del valor de la serie de tiempo es importante, para la evaluación de la exactitud del pronóstico. Se calcula obteniendo el error absoluto de cada periodo, dividiendo este entre el valor real observado en ese periodo y promediando estos errores porcentuales absolutos.

No tiene unidades de medición, es un porcentaje y sirve para comparar la exactitud de la misma técnica o de otras técnicas en dos series diferentes.

$$\text{MAPE: } \frac{1}{n} \sum \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{|Y_t|} \quad (3.15)$$

d) MPE: Error porcentual medio

Se utiliza cuando se quiere determinar si el método para pronosticar está sesgado. Este se calcula obteniendo el error en cada periodo, dividiendo este entre el valor real de ese periodo y luego promediando estos errores porcentuales. Usualmente el resultado se multiplica por 100 y se expresa como porcentaje. Si el método no tiene sesgo entonces el resultado era cercano a cero, si el resultado es negativo grande, entonces el pronóstico está sobreestimado, si el resultado es un porcentaje positivo grande, entonces el método está subestimado.

$$\text{MPE: } \frac{1}{n} \sum \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} \quad (3.16)$$

Las técnicas de precisión de un pronóstico antes descritas son usadas para:

- Comparar la exactitud de dos o más técnicas diferentes.
- Medir la utilidad o confiabilidad de una técnica en particular
- Ayudar en la búsqueda de una técnica óptima

Capítulo IV: Análisis de datos

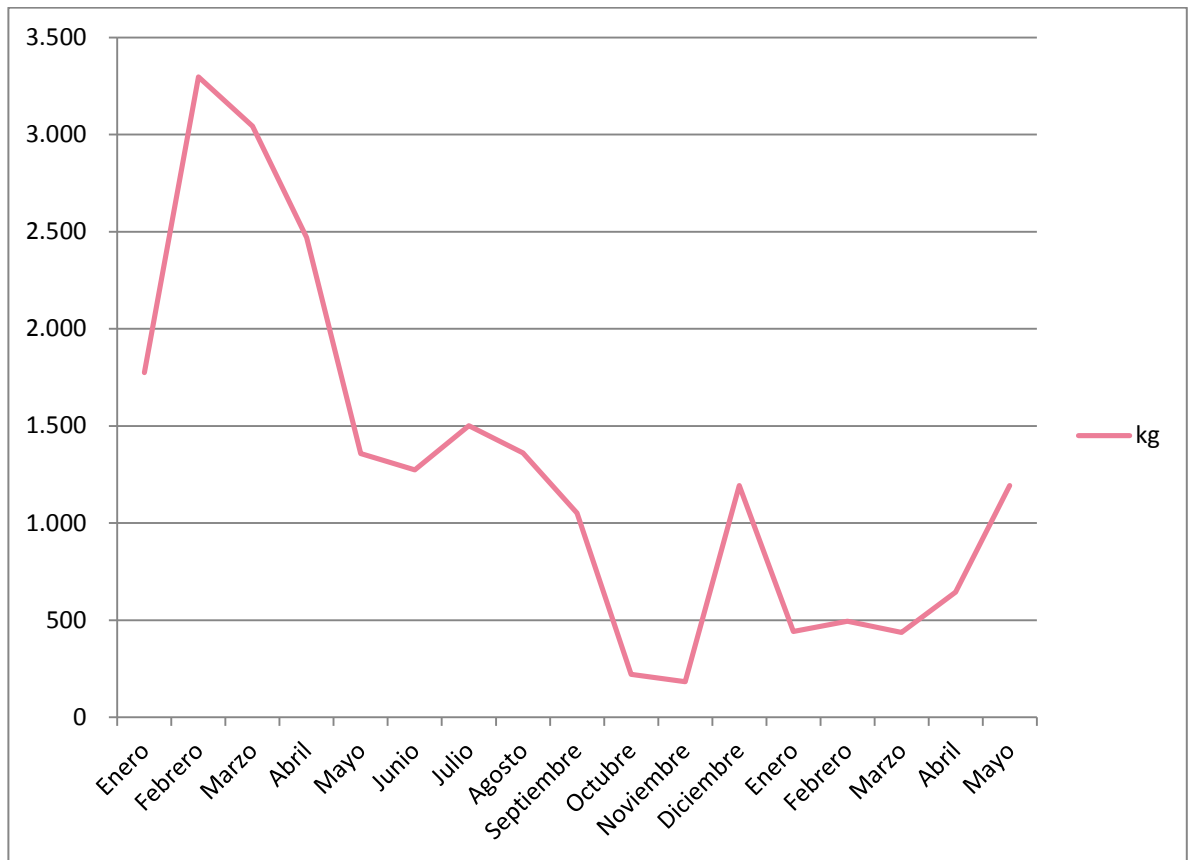
SPSS Statistics Base:

Para el análisis de datos, se utilizó el software SPSS 22 de análisis estadístico que presenta las funciones necesarias para realizar el proceso analítico de principio a fin, mediante el paquete de modelizador experto de series de tiempo. Este paquete entrega el mejor modelo de pronósticos en series de tiempo que se pueda ajustar a la serie.

4.1 Ternera:

Los datos de la línea Ternera fueron adquiridos desde enero 2015 a mayo 2016, los cuales se miden en Kg por corte de carne, estos datos fueron tomados desde enero de 2015, ya que los meses anteriores tuvieron muchas fluctuaciones debido a eventos particulares, pero que no se vuelven a repetir con el pasar del tiempo, por lo que se decide trabajar solo a partir desde esa fecha, esta demanda real se puede observar en el gráfico N°2 y los datos reales se pueden visualizar en la tabla N°24 en el anexo n°1.

Gráfico N°2: Ternera



Mediante modelizador experto, se encontró que el mejor método fue suavización exponencial simple, con un R^2 de 0.51 lo cual es un valor aceptable y un PME (error porcentual medio) de -29,72%.

Tabla N°2 : Resultados Ternera

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo			
	R ²	RMSE	MAPE	MAE
Ternera-Modelo1	0,508	649,385	57,263	454,119

Los pronósticos hasta diciembre 2016 se pueden ver en la tabla n°3, donde la predicción es de periodo 18 al 24.

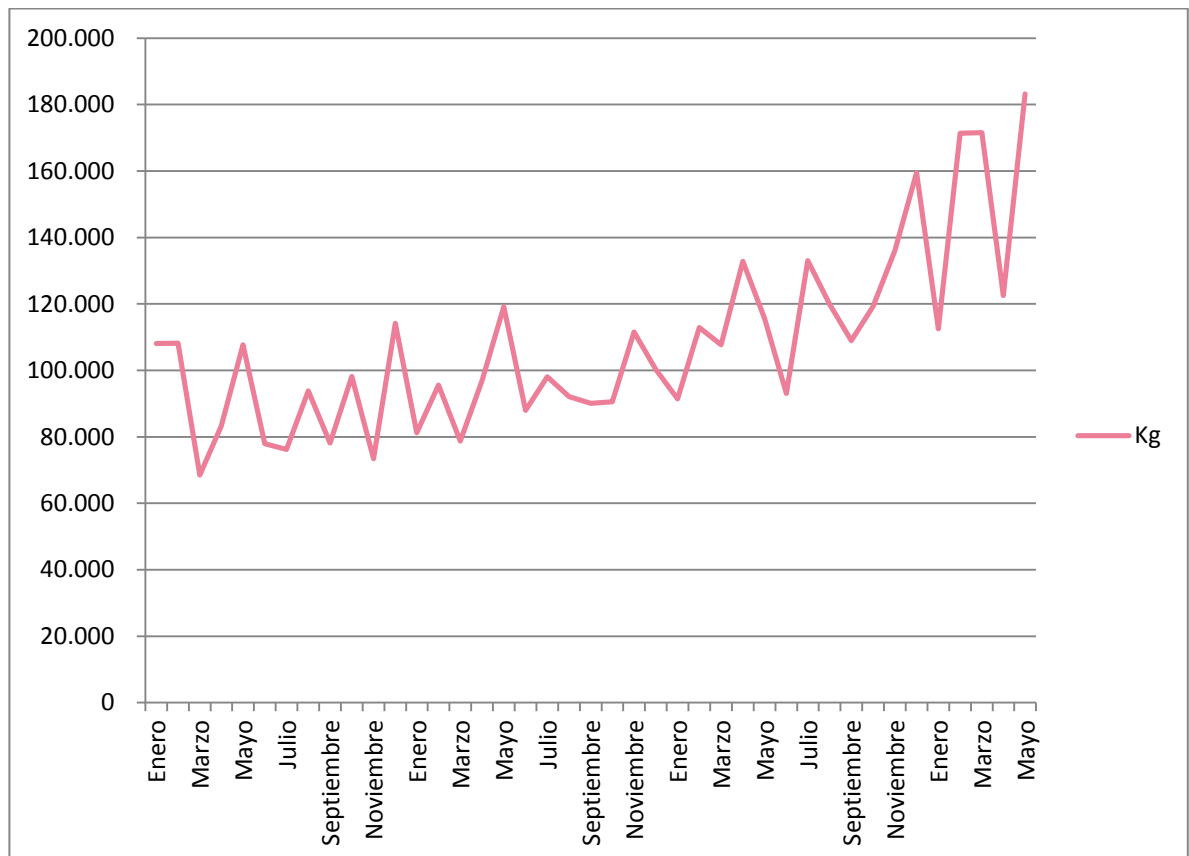
Tabla N°3: Pronósticos

Modelo		18	19	20	21	22	23	24
Ternera- Modelo_1	Predicción	1192,99	1192,99	1192,99	1192,99	1192,99	1192,99	1192,99
	LCS	2569,62	3139,82	3577,36	3946,22	4271,19	4564,98	4835,16
	LCI	-183,65	-753,85	-1191,38	-1560,24	-1885,21	-2179,01	-2449,18

4.2 Tradición:

Los datos de Línea Tradición, son adquiridos desde enero 2013 a mayo 2016, su unidad de medida es en Kg por corte de carne, sus datos se pueden visualizar en el gráfico N°3 y los datos reales en la tabla N°25 en la sección Anexo n°1.

GráficoN°3: Tradición



Mediante el software se encontró que el método de Holt es el más adecuado a los datos, con un R^2 de 0.58 lo cual es un valor bueno, lo que se puede apreciar en la tabla N° 4 y con un error porcentual medio de solo 0,41%.

Tabla N°4: Resultados Tradición

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo			
	R ²	RMSE	MAPE	MAE
Tradición-Modelo1	0,579	17813,294	13,316	14465,102

El pronóstico resultado de este método desde junio a diciembre del 2016, se aprecia en la tabla N° 5.

Tabla N°5 : Pronósticos

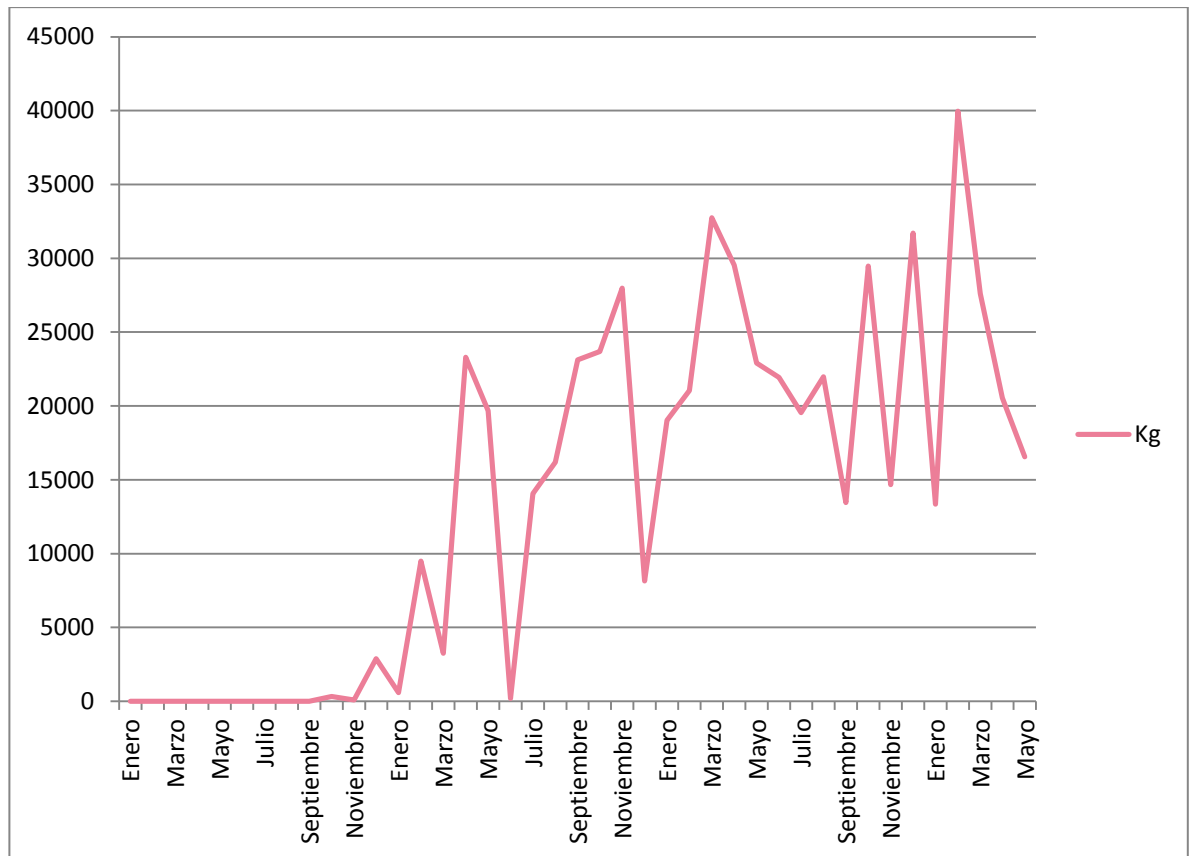
Modelo		42	43	44	45	46	47	48
Tradición- Modelo1	Predicción	161812,46	167349,69	172886,91	178424,14	183961,36	189498,59	195035,81
	LCS	197843,25	203648,78	209658,04	215920,80	222478,69	229363,07	236594,04
	LCI	125781,67	131050,59	136115,79	140927,47	145444,04	149634,10	153477,58

Para cada modelo, las predicciones empiezan después del último valor no pedido en el rango del período de estimación solicitado y finaliza en el último período para el cual los valores pedidos de todos los predictores están disponibles o al final de la fecha del periodo de predicción solicitado, lo que suceda antes.

4.3 Angus:

Los datos Angus son considerados desde octubre del 2013 a mayo del 2016, en esta línea en particular se debe considerar trabajar con datos separados, ya que el CD desde octubre del año pasado, comenzó a despachar a Tottus además de sus otros clientes, lo cual puede generar diferencias en su tendencia. Estos datos son representados en Kg y se pueden observar mediante el siguiente gráfico, como también en la tabla de datos N° 26 en el anexo n°1.

GráficoN° 4: Angus



Mediante el software que se utilizó, se encontró que el modelo más adecuado para los datos, es el modelo Holt, con un R^2 de 0,39 % lo que no es óptimo para poder pronosticar, por lo que se decidió trabajar con los datos por separado. Y un error porcentual medio de -347%.

Tabla N°6: Resultados Angus

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo			
	R^2	RMSE	MAPE	MAE
Angus-Modelo1	0,389	8382,41	388,506	6501,074

A continuación se reflejan los resultados de los datos divididos en solo demanda Tottus y los otros clientes:

Tabla N° 7 : Resultados Tottus

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo			
	R^2	RMSE	MAPE	MAE
tottus-Modelo	-0,085	7470,36	120,41	5340,96

TablaN° 8: Resultados Otros Clientes

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo			
	R^2	RMSE	MAPE	MAE
Otros Clientes-Modelo	-0,098	3547,19	55,012	2844,20

Luego de haber aplicado el software a los datos por separados, para caso de Tottus se obtuvo un $r^2 = -0.085$ y para los datos del resto de clientes un $r^2 = -0.098$, resultados que no están ni cerca al 60% que es lo relativamente óptimo, es por esto que la primera opción de trabajar con todos los datos es la escogida, en la cual se obtuvo un mejor resultado r^2 .

A continuación se dan a conocer tres posibles escenarios por cada línea de carne, de manera de representar lo que sucede si se toma en cuenta la proyección de demanda calculada por cada mes y asociarle un porcentaje aproximado de ingreso y salida, con lo cual se puede apreciar las diferencias existentes tanto en costos como en kg, haciendo una comparación entre los datos reales y datos según la proyección.

4.4 Tradición

En la tabla N°9 se puede observar el cálculo realizado entre los kg de carne que ingresan y los que salen, quedando así un saldo en bodega, lo que se ve representado en dinero y cantidad de animales sacrificados.

Tabla N°9: Valores Tradición Entrada y Salida

2015	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Enero	277.234	215.776	61.458	316.046.710	245.984.608	70.062.102	191
Febrero	122.147	71.304	50.844	139.247.670	81.286.012	57.961.658	158
Marzo	171.494	117.348	54.146	195.502.927	133.776.807	61.726.121	168
Abril	162.974	127.162	35.812	185.790.490	144.964.933	40.825.557	111
Mayo	166.956	125.463	41.493	190.329.702	143.027.332	47.302.370	129
Junio	134.835	96.720	38.115	153.711.661	110.260.363	43.451.297	118
Julio	195.125	156.351	38.774	222.442.012	178.239.788	44.202.224	120
Agosto	138.345	107.241	31.104	157.713.049	122.254.354	35.458.696	97
Septiembre	148.077	108.257	39.820	168.807.934	123.413.046	45.394.888	124
Octubre	177.175	131.434	45.741	201.979.974	149.834.770	52.145.204	142
Noviembre	207.101	157.802	49.299	236.094.817	179.893.937	56.200.881	153
Diciembre	187.796	155.531	32.265	214.087.282	177.304.810	36.782.472	100

En la tabla N° 10 se da a conocer la diferencia entre la demanda esperada para el año 2015 y lo que verdaderamente ingresó y salió de bodega, en porcentajes, con estos cálculos se obtuvo un promedio para poder estimar porcentajes relacionados a los posibles escenarios.

Tabla N°10: Porcentajes Entrada y Salida 2015

Demanda	Dif Entrada	Entrada%	Dif Salida	Salida %
91.368	185.866	200	124.407	136
112.858	9.289	8	(41.554)	-36
107.735	63.759	59	9.613	9
132.852	30.122	23	(5.690)	-4
115.595	51.361	44	9.868	9
93.007	41.828	45	3.713	4
133.063	62.062	47	23.288	18
119.916	18.429	15	(12.675)	-11
108.981	39.096	36	(724)	-1
119.292	57.883	48	12.142	10
136.045	71.056	52	21.757	16
159.524	28.272	17	(3.993)	3
	Promedio	35		13

Tabla N°11 Escenario 1.-

En este escenario se hace el cálculo próximo al promedio anterior, para los meses desde junio hasta diciembre, el cual en demanda se calcula un 20% más de lo estimado y en salida un 10% más.

	0,2	0,1					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	194.174	177.993	16.181	221.358.816	202.912.248	18.446.568	50
Julio	200.820	184.085	16.735	228.934.800	209.856.900	19.077.900	52
Agosto	207.464	190.176	17.289	236.509.416	216.800.298	19.709.118	54
Septiembre	214.109	196.266	17.842	244.084.032	223.743.696	20.340.336	55
Octubre	220.753	202.357	18.396	251.658.648	230.687.094	20.971.554	57
Noviembre	227.399	208.449	18.950	259.234.632	237.631.746	21.602.886	59
Diciembre	234.043	214.540	19.504	266.809.248	244.575.144	22.234.104	61

Tabla N° 12 Escenario 2.-

En este escenario, los porcentajes son tomados directamente del promedio de los datos reales 2015, lo cual dan resultados a pérdida.

	0,35	0,13					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	218.446	182.848	35.599	249.028.668	208.446.218	40.582.450	111
Julio	225.923	189.106	36.817	257.551.650	215.580.270	41.971.380	114
Agosto	233.397	195.362	38.035	266.073.093	222.713.033	43.360.060	118
Septiembre	240.872	201.619	39.253	274.594.536	229.845.797	44.748.739	122
Octubre	248.347	207.876	40.471	283.115.979	236.978.560	46.137.419	126
Noviembre	255.824	214.134	41.690	291.638.961	244.112.612	47.526.349	129
Diciembre	263.299	220.391	42.908	300.160.404	251.245.375	48.915.029	133

Tabla N°13 Escenario 3.-

En este escenario se presenta una condición más drástica, de observar que sucede si se demanda como entrada un porcentaje de 0,15 menor al de salida (0,2) lo cual representaría un saldo negativo.

	0,15	0,2					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	186.084	194.174	(8.091)	212.135.532	221.358.816	(9.223.284)	(25)
Julio	192.453	200.820	(8.368)	219.395.850	228.934.800	(9.538.950)	(26)
Agosto	198.820	207.464	(8.644)	226.654.857	236.509.416	(9.854.559)	(27)
Septiembre	205.188	214.109	(8.921)	233.913.864	244.084.032	(10.170.168)	(28)
Octubre	211.555	220.753	(9.198)	241.172.871	251.658.648	(10.485.777)	(29)
Noviembre	217.924	227.399	(9.475)	248.433.189	259.234.632	(10.801.443)	(29)
Diciembre	224.291	234.043	(9.752)	255.692.196	266.809.248	(11.117.052)	(30)

4.5 Ternera.

En la tabla N° 14 se observa el cálculo realizado en el año 2015, entre los kg de carne que ingresan y los que salen de la línea ternera, quedando así un saldo en bodega, lo que se ve representado en dinero y cantidad de animales sacrificados.

Tabla N°14: Valores Ternera Entrada y Salida 2015

2015	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Enero	5.617	3.099	2.518	6.403.218	3.532.767	2.870.452	9
Febrero	6.002	3.150	2.852	6.842.628	3.591.490	3.251.138	10
Marzo	5.231	3.047	2.184	5.963.809	3.474.043	2.489.766	8
Abril	3.114	2.811	304	3.550.506	3.204.500	346.006	1
Mayo	1.953	1.268	685	2.226.333	1.445.606	780.728	2

Junio	2.106	1.365	740	2.400.319	1.556.311	844.008	3
Julio	3.593	1.646	1.947	4.095.904	1.876.520	2.219.384	7
Agosto	1.947	1.380	567	2.219.401	1.572.761	646.640	2
Septiembre	1.288	1.091	197	1.468.113	1.243.903	224.210	1
Octubre	197	185	12	224.210	210.701	13.509	0
Noviembre	276	264	12	314.241	300.732	13.509	0
Diciembre	1.577	1.504	73	1.797.905	1.714.970	82.935	0

En la tabla N° 15 se da a conocer la diferencia entre la demanda esperada para el año 2015 en Ternera y lo que verdaderamente ingresó y salió de bodega en porcentajes, de lo cual se calculó un promedio para poder estimar porcentajes relacionados a los posibles escenarios.

Tabla N°15 Porcentajes Entrada y Salida

Demanda	Dif Entrada	Entrada %	Dif Salida	Salida%
1.775	3.842	216	1.324	75
3.297	2.705	82	(147)	-4
3.043	2.188	72	4	0
2.469	645	26	342	14
1.357	596	44	(89)	-7
1.273	833	65	92	7
1.502	2.091	139	144	10
1.360	587	43	20	1
1.052	236	22	39	4
221	(24)	-11	(36)	-16
184	92	50	80	43
1.194	383	32	310	26
	Promedio	65		13

TablaN° 16 Escenario 1.-

En este escenario, los porcentajes son tomados directamente del promedio de los datos reales 2015, lo cual dan resultados a pérdida.

	0,65	0,13					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	1.968	1.348	620	2.244.033	1.536.823	707.210	2
Julio	1.968	1.348	620	2.244.033	1.536.823	707.210	2
Agosto	1.968	1.348	620	2.244.033	1.536.823	707.210	2
Septiembre	1.968	1.348	620	2.244.033	1.536.823	707.210	2
Octubre	1.968	1.348	620	2.244.033	1.536.823	707.210	2
Noviembre	1.968	1.348	620	2.244.033	1.536.823	707.210	2
Diciembre	1.968	1.348	620	2.244.033	1.536.823	707.210	2

Tabla N°17 Escenario 2.-

En el escenario 2 se hace el cálculo próximo al promedio anterior para los meses desde junio hasta diciembre, el cual en demanda se calcula un 20% más de lo estimado y en salida un 10% más.

	0,2	0,1					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	1.432	1.312	119	1.632.024	1.496.022	136.002	0
Julio	1.432	1.312	119	1.632.024	1.496.022	136.002	0
Agosto	1.432	1.312	119	1.632.024	1.496.022	136.002	0
Septiembre	1.432	1.312	119	1.632.024	1.496.022	136.002	0

Octubre	1.432	1.312	119	1.632.024	1.496.022	136.002	0
Noviembre	1.432	1.312	119	1.632.024	1.496.022	136.002	0
Diciembre	1.432	1.312	119	1.632.024	1.496.022	136.002	0

En la tabla N° 18 se aprecia el tercer escenario, el cual el porcentaje de entrada se estima un poco menor que el promedio y el porcentaje de salida un poco mayor al promedio, lo que da un margen en la cantidad de bovinos y en Dif \$, un poco mejor a los resultados actuales.

Tabla N°18 Escenario 3.-

	0,5	0,2					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	1.790	1.432	358	2.040.030	1.632.024	408.006	1
Julio	1.790	1.432	358	2.040.030	1.632.024	408.006	1
Agosto	1.790	1.432	358	2.040.030	1.632.024	408.006	1
Septiembre	1.790	1.432	358	2.040.030	1.632.024	408.006	1
Octubre	1.790	1.432	358	2.040.030	1.632.024	408.006	1
Noviembre	1.790	1.432	358	2.040.030	1.632.024	408.006	1
Diciembre	1.790	1.432	358	2.040.030	1.632.024	408.006	1

4.6 Angus

En la tabla N° 19 se observa el cálculo realizado entre los kg de carne que ingresan y los que salen de la línea Angus, quedando así un saldo en bodega, lo que se ve representado en dinero y cantidad de animales sacrificados en el año 2015.

Tabla N° 19 Valores Angus Entrada y Salida

2015	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Enero	42.101	27.011	15.090	47.995.247	30.792.774	17.202.473	46
Febrero	35.637	20.071	15.566	40.626.035	22.881.067	17.744.969	47
Marzo	48.565	33.951	14.614	55.364.458	38.704.481	16.659.977	44
Abril	40.943	30.267	10.675	46.674.622	34.504.751	12.169.872	32
Mayo	31.589	23.770	7.819	36.011.634	27.097.412	8.914.222	24
Junio	37.203	22.868	14.336	42.411.650	26.069.154	16.342.496	43
Julio	43.288	27.968	15.320	49.347.822	31.883.302	17.464.520	46
Agosto	39.683	24.573	15.111	45.239.092	28.012.936	17.226.156	46
Septiembre	36.011	15.341	20.669	41.052.253	17.489.103	23.563.150	63
Octubre	34.436	30.657	3.779	39.256.970	34.948.489	4.308.482	11
Noviembre	22.195	17.514	4.681	25.302.393	19.965.607	5.336.787	14
Diciembre	41.076	38.528	2.548	46.826.637	43.922.102	2.904.534	8

En la siguiente tabla N° 20 se da a conocer la diferencia entre la demanda esperada para el año 2015 y lo que verdaderamente ingreso y salió de bodega en porcentajes, con lo cual se calculó un promedio para poder estimar porcentajes relacionados a los posibles escenarios.

Tabla N° 20 Porcentajes Entrada y salida 2015

Demanda	Dif Entrada	Entrada %	Dif Salida	Salida %
19.032	23.069	121	7.979	42
21.035	14.602	69	-964	-5
32.742	15.823	48	1.209	4
29.542	11.401	39	725	2
22.911	8.678	38	859	4
21.941	15.262	70	927	4
19.543	23.745	122	8.425	43
21.986	17.697	80	2.587	12
13.466	22.545	167	1.875	14

29.466	4.970	17	1.191	4
14.670	7.525	51	2.844	19
31.716	9.360	30	6.812	21
	Promedio	71		14

Tabla N° 21 Escenario 1.-

En escenario 1, los porcentajes son tomados directamente del promedio de los datos reales 2015 de la línea Angus, los cuales dan resultados a pérdida.

	0,7	0,14					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	35.889	24.067	11.822	40.913.118	27.435.856	13.477.262	36
Julio	35.819	24.020	11.799	40.833.660	27.382.572	13.451.088	36
Agosto	35.749	23.973	11.776	40.754.202	27.329.288	13.424.914	36
Septiembre	35.680	23.926	11.753	40.674.744	27.276.005	13.398.739	36
Octubre	35.610	23.880	11.730	40.595.286	27.222.721	13.372.565	36
Noviembre	35.540	23.833	11.707	40.515.828	27.169.438	13.346.390	35
Diciembre	35.471	23.786	11.684	40.436.370	27.116.154	13.320.216	35

El escenario 2, refleja el cálculo próximo al promedio del año 2015, para los meses desde junio hasta diciembre, el cual en demanda se calcula un 20% más de lo estimado y en salida un 10% más, lo que es uno de los escenarios óptimos en comparación con el resto (ver tabla N° 22).

Tabla N° 22 Escenario 2.-

	0,2	0,1					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Diferencia \$	Cantidad
Junio	25.333	23.222	2.111	28.879.848	26.473.194	2.406.654	6
Julio	25.284	23.177	2.107	28.823.760	26.421.780	2.401.980	6
Agosto	25.235	23.132	2.103	28.767.672	26.370.366	2.397.306	6
Septiembre	25.186	23.087	2.099	28.711.584	26.318.952	2.392.632	6
Octubre	25.136	23.042	2.095	28.655.496	26.267.538	2.387.958	6
Noviembre	25.087	22.997	2.091	28.599.408	26.216.124	2.383.284	6
Diciembre	25.038	22.952	2.087	28.543.320	26.164.710	2.378.610	6

En la tabla N° 23 se conoce el tercer escenario, el cual el porcentaje de entrada se estima un poco menor que el promedio y el porcentaje de salida un poco mayor al promedio, lo que da un margen en la cantidad de bovinos y en Dif \$, un poco mejor a los resultados actuales.

Tabla N°23 Escenario 3.-

	0,5	0,2					
2016	Entrada	Salida	Saldo	Entrada \$	Salida \$	Dif \$	Cantidad
Junio	31.667	25.333	6.333	36.099.810	28.879.848	7.219.962	19
Julio	31.605	25.284	6.321	36.029.700	28.823.760	7.205.940	19
Agosto	31.544	25.235	6.308	35.959.590	28.767.672	7.191.918	19
Septiembre	31.482	25.186	6.296	35.889.480	28.711.584	7.177.896	19
Octubre	31.421	25.136	6.284	35.819.370	28.655.496	7.163.874	19
Noviembre	31.359	25.087	6.271	35.749.260	28.599.408	7.149.852	19
Diciembre	31.298	25.038	6.259	35.679.150	28.543.320	7.135.830	19

Capítulo V:

Discusión de resultados

Luego de recolectar los datos históricos necesarios sobre la demanda de carne al centro de distribución Noble Corral, desde el año 2013 al 2016, se analizaron los datos, observando que las series de datos presentadas anteriormente corresponden a una serie de tiempo.

Dentro de las series de tiempo, existen múltiples métodos de pronósticos como método de Holt, suavización exponencial, método de Brown, entre otros, siendo los dos primeros los más aptos para la proyección futura de datos, según el software SPSS utilizado como herramienta de ayuda, una vez ingresado los datos tiene la capacidad de analizarlos y ver inmediatamente si los datos tienen tendencia o no o si son estacionarios, haciendo que así pueda elegir seguidamente cual es el mejor método para cada tipo de serie de datos.

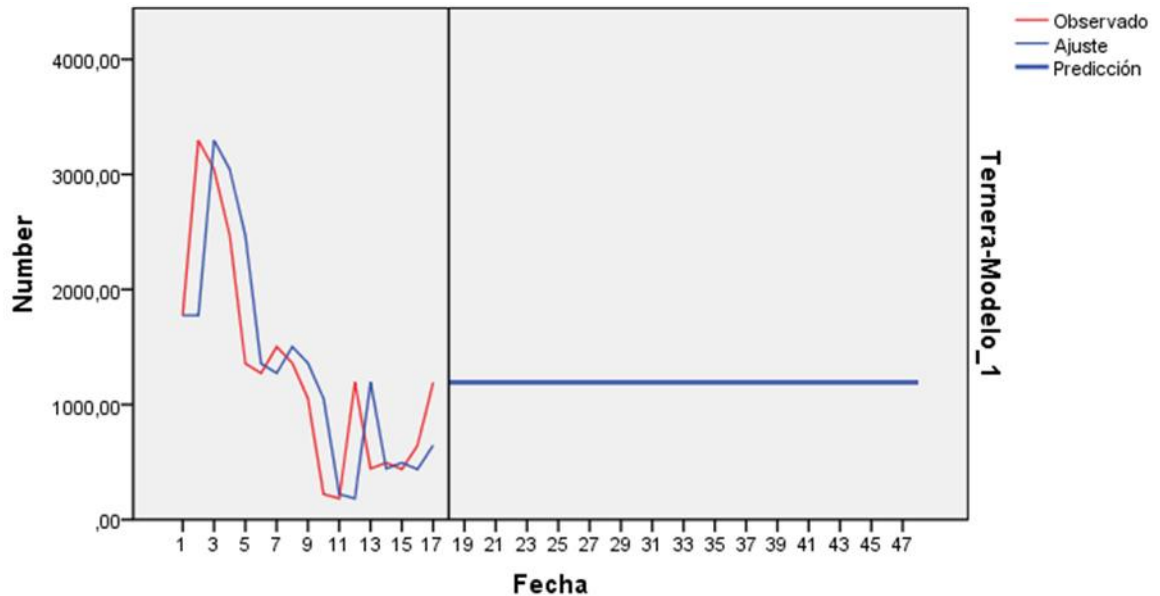
5.1 Ternera:

Dentro de los modelos de pronósticos el modelizador experto, encontró que para esta línea el mejor método para pronosticar, es el método de suavización exponencial, lo que hace que el pronóstico se ajuste en dirección opuesta a las desviaciones y esto lo logra mediante un coeficiente de suavización llamado alfa. Este ajuste se puede observar mediante la ilustración N°1.

Donde la línea roja hace referencia a los datos reales, la de color azul que le sigue es el ajuste de los datos a los reales mediante el método y la línea de proyección azul los datos pronosticados hasta diciembre.

Ilustración

N°1



Donde se puede apreciar que el pronóstico que se refleja en esta imagen es constante, esto sucede ya que lo que hace el suavizamiento exponencial es quitar la tendencia a los datos y así poder pronosticar de manera óptima.

En cuanto a los estadísticos ajuste del modelo, se reflejan las mediciones del error del pronóstico, como por ejemplo el $r^2 = 0,51\%$, como se mencionó anteriormente un valor ideal que explique los datos de la serie entre sí, es sobre un 60%, por lo que 0.51 es un valor aceptable pero no completamente confiable para pronóstico.

Cabe destacar también el cálculo del porcentaje medio de error, el cual para este modelo, representa un $PME = -29,72\%$, lo que quiere decir que el método está sesgado y

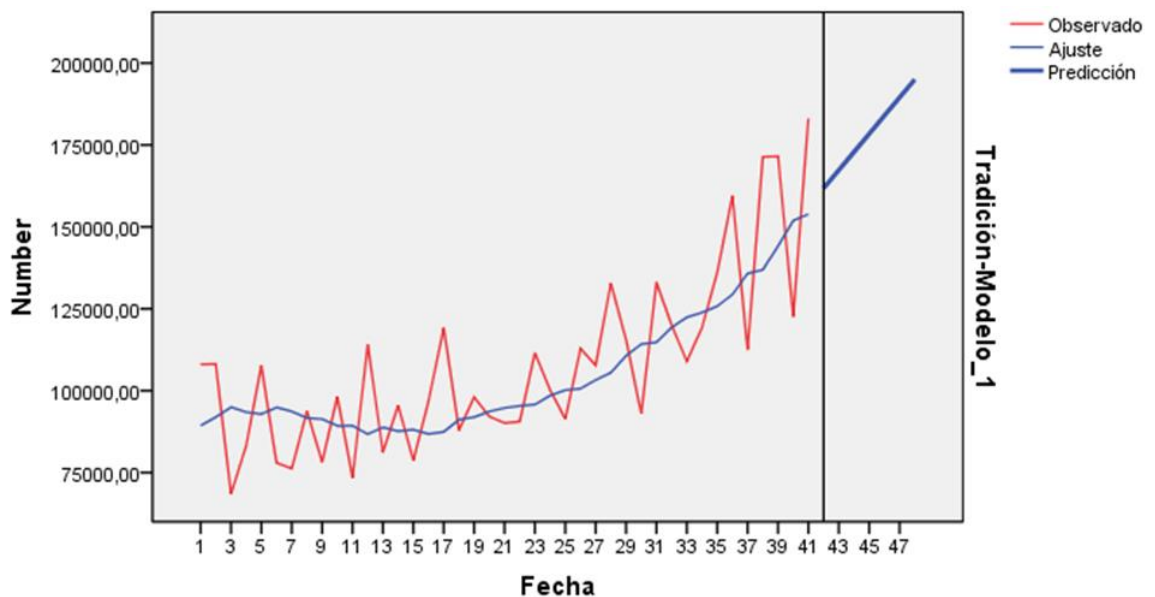
sobreestimado, o sea que los resultados están muchos más arriba que lo real, lo que podría llevar a conclusiones aproximadas pero no completamente realistas.

Los datos pronosticados por el método de suavización exponencial hasta el mes de diciembre 2016, se pueden observar en la tabla N° 24 en Anexo n°1 y la aproximación en cantidades por unidad, con un peso aproximado de 279 kg considerando solo lo que se aprovecha del animal, por cada novillito de la línea Ternera se pueden observar en la tabla N° 27 en Anexo n°2.

5.2 Tradición:

Dentro de las series de datos el software, arrojó que para esta línea de carne el mejor método para pronosticar, es el método de Holt, lo que realiza este método es poder suavizar el nivel y la pendiente de esta serie, utilizando constantes de suavización como alfa (α) y beta (β) para cada uno. Este ajuste se puede observar mediante la ilustración N°2.

Ilustración N° 2



Donde la línea roja hace referencia a los datos reales, la de color azul que le sigue es el ajuste de los datos a los reales mediante el método de Holt y la línea de tendencia azul los datos pronosticados hasta diciembre.

En estadísticos ajuste del modelo, se reflejan las mediciones del error del pronóstico, como el $r^2 = 0,58\%$, como se sabe un valor ideal que explique los datos de la serie entre sí, es sobre 0.6, por lo que 0.58 es un valor aceptable, ya que está muy cerca a lo esperado, para poder realizar un buen pronóstico.

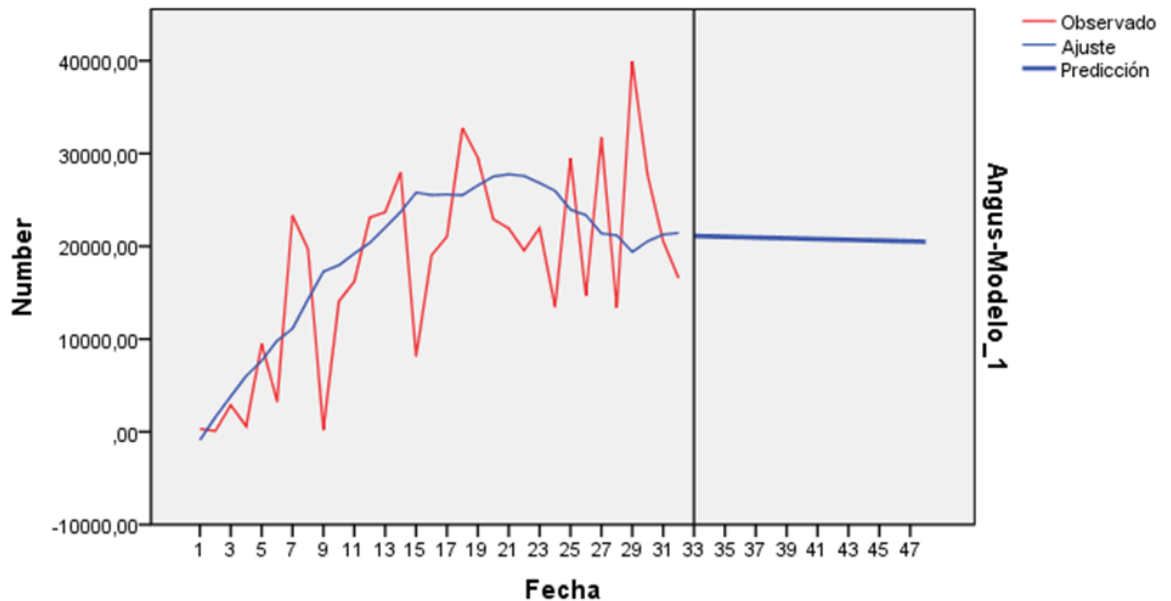
El porcentaje medio de error para este modelo, representa un PME= 0,41%, lo que quiere decir que el método no está sesgado, por lo que el modelo realizado en torno a los datos, tienen buena proyección.

Los datos pronosticados por el método de suavización exponencial de Holt hasta el mes de diciembre 2016, se pueden observar en la tabla N° 25 en Anexo n°1, junto a los datos reales. También en Anexo n°2 en tabla N° 28 se tiene una aproximación de la cantidad en unidades, posibles en ese mes en la línea Tradición, con un peso de 322 kg considerando solo lo que se aprovecha del animal.

5.3 Angus:

De acuerdo a la línea Angus y según los datos que se tienen, el modelo óptimo que arrojo el software, fue el modelo Holt, éste método lo que realiza es suavizar el nivel y la pendiente de la serie, utilizando constantes de suavización alfa (α) y beta (β) para cada uno. Este ajuste se puede observar mediante la ilustración N°3.

Ilustración N° 3



Donde la línea color rojo son los datos reales, la línea azul que se acerca es la que se ajusta a los datos mediante el modelo Holt y la línea de tendencia azul, es la proyección de los datos hasta el mes de diciembre de 2016.

Como se puede apreciar en dicha ilustración, la línea de color azul creada por el modelo trata de ajustarse a los datos históricos reales, pero no logra adaptarse en totalidad, ya que la dispersión de sus datos no la deja.

Y esto se ve reflejado en los estadísticos de ajuste del modelo, donde el $r^2 = 0,39\%$ lo que está muy por debajo del porcentaje óptimo para considerar una proyección de datos buena.

Se demostró anteriormente que los resultados obtenidos trabajados con datos por separados, tanto para Tottus quien es el que demanda en gran cantidad v/s el resto de los clientes, son deficientes en relación al porcentaje óptimo de r^2 , esto sucede ya que en el primer resultado se tomaron datos desde principios del año 2013 hasta mayo de 2016, en comparación a estos segundos resultados donde los datos de Tottus son solo desde 2015-2016 lo cual hace que los datos sean mucho más acotados y sus resultados muchos más

bajos que en la primera opción. Es por esto que se decide trabajar finalmente con los resultados obtenidos desde 2013 a 2016.

Y los datos pronosticados por el método de Holt hasta el mes de diciembre 2016, se pueden observar en la tabla N° 26 en Anexo n°1 y la aproximación en cantidades por unidad, con un peso aproximado de 330 kg considerando solo lo que se aprovecha del animal, de la línea Angus se pueden observar en la tabla N° 29 en Anexo n°2.

Como se mencionó anteriormente de los resultados obtenidos para cada línea de carne, de acuerdo a la proyección en los meses de junio a diciembre, en los distintos escenarios, se puede observar que:

Línea de carne Tradición, en la tabla N° 10 algunos de los porcentajes de salida, son negativos, debido a que en esos meses se envió mucho menos kg de los que se tenían estimado, en las tablas N° 11, 12 y 13 se pueden apreciar los distintos escenarios logrados según la proyección de datos 2016 y con porcentajes cercanos al promedio calculado y estimados según la proyección de demanda, donde el porcentaje promedio 0,35 de entrada y 0,13 de salida, da un saldo en cantidad relativamente alto en comparación de un porcentaje un poco más acotado de 0,2 entrada y 0,10 salida, donde el escenario es mucho más óptimo obteniendo así un saldo suficiente y en el escenario N°3 una visión un poco más extremista con un porcentaje de entrada menor al de salida, el cual fuese el caso, no permitiría suplir la demanda del mes.

Línea de carne Ternera, en la tabla N° 15 algunos de los porcentajes de salida, son negativos, debido a que en esos meses se envió mucho menos kg de los que se tenían estimado, en las tablas N° 16, 17 y 18 se pueden apreciar los distintos escenarios logrados según la proyección de datos 2016 y con porcentajes cercanos al promedio calculado y estimados según proyección de datos demanda 2016, donde el porcentaje promedio 0,65 de entrada y 0,13 de salida, da un saldo en bodega relativamente alto, en comparación de un porcentaje un poco más acotado de 0,5 entrada y 0,20 salida, donde el escenario es mucho más óptimo obteniendo así un saldo suficiente y en el escenario N°2 una visión un poco

más extremista con un porcentaje de entrada mucho menor al promedio, el cual no es completamente efectivo, ya que siempre se debe tener un mínimo stock de seguridad.

Línea de carne Angus, en la tabla N° 20 uno de sus porcentajes de salida, es negativo, debido a que en ese mes se envió mucho menos kg de los que se tenía estimado, en las tablas N° 21, 22 y 23 se pueden apreciar los distintos escenarios logrados según la proyección de datos 2016 y con porcentajes cercanos al promedio calculado, donde el porcentaje promedio 0,7 de entrada y 0,14 de salida, da un saldo en bodega relativamente alto, en comparación de un porcentaje un poco más acotado de 0,5 entrada y 0,20 salida, donde el escenario es mucho más óptimo que el que se tiene actualmente obteniendo 17 bovinos menos que antes y a la vez un saldo suficiente y en el escenario N°2 una visión un poco más acotada con un porcentaje de entrada 0,2 y 0,10 de salida, el cual es un porcentaje mucho menor al promedio pero rescatando igualmente un stock suficiente.

A su vez los resultados adquiridos en este proyecto, se pueden utilizar de manera eficiente en el CD, permitiendo con esto evitar posibles quiebres de stock, pedidos incompletos, costos asociados como tiempo, dinero, recurso humano, tardía respuesta al cliente principalmente.

Capítulo VI: Conclusiones y/o Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, los cuales se consiguieron de acuerdo al software de apoyo SPSS, se puede observar que en cada línea de carne, los resultados de proyección de datos son relativamente buenos.

En la línea de carne Ternera se aprecia que su proyección, de acuerdo al programa efectuado será constante, no obstante, es solo una aproximación a los datos reales, puesto que según los datos históricos entregados por la empresa, la línea de tendencia de ventas va en declinación y los datos con los cuales se trabajó son muy acotados en un periodo de tiempo 2015-2016, por lo que sus resultados también lo son.

Por otro lado en la línea de carne Tradición, los resultados del pronóstico de los datos es bastante bueno y cercano a la realidad, debido a que según los datos históricos entregados por el CD que son desde 2013 a 2016, reflejan una tendencia similar durante la cantidad de meses con los que se trabajó, apoyando esto a los resultados obtenidos de acuerdo al software y confirmando la veracidad de éstos.

En tanto los datos reales de línea Angus, desde un comienzo son muy dispersos a los largo de los meses observados, por lo que en una primera impresión y de acuerdo a su r^2 , se percibe que los posibles datos proyectados al futuro, no son completamente confiables, es por esto que se decide separar la serie y poder obtener resultados más cercanos.

Una vez trabajados los datos por separado, se puede observar que finalmente no es conveniente trabajar con ellos de esa manera, ya que como el CD comenzó a distribuir a Tottus, solo desde el año 2015 hacía adelante, se reflejaron datos muy acotados lo que

perjudicó aún más al software para realizar el pronóstico, ya que con tan pocos datos, el modelo de pronóstico es más inexacto y es por esto que de acuerdo a los resultados vistos anteriormente, se llega a la conclusión que el mejor resultados obtenido por el software es trabajar con todos los datos juntos desde 2013 a 2016, como estos datos obtuvieron un r^2 muy por debajo de un 60% la predicción para esta línea no es recomendable de fiar.

Según los resultados obtenidos en los distintos escenarios, se observa que el pronóstico para los meses posteriores a junio, son de gran ayuda al momento de calcular que porcentaje aproximadamente se debe demandar al ganadero, para poder suplir la demanda de los clientes en el mes y a la vez obtener un stock adecuado de seguridad y no un sobre stock o por el contrario una falta de stock, se debe tener en cuenta que tanto para la línea Ternera y Angus existe una tendencia lineal y negativa, debido a sus proyecciones según los datos históricos obtenidos.

De acuerdo a esto, el escenario más recomendable para los tres tipos de línea, independiente de sus diferentes datos históricos, es demandar al ganadero un porcentaje no muy superior a la demanda estimada y tampoco muy inferior, ya que de esta manera se genera un rango óptimo como por ejemplo un 20% más de la demanda real, donde se obtendrá lo necesario para mantener el promedio de stock y a la vez cumplir con la demanda.

Debido a esto se recomienda trabajen con una proyección de demanda mes a mes, ya que podrán evitar pedidos incompletos, perdidas de ventas, devolución de pedidos por fecha de vencimiento próxima, acoplamiento de mercadería en bodegas y poder facilitar sus decisiones a la hora de demandar el encargo de bovinos al ganadero.

Disminuyendo también en gran parte la cantidad de stock en bodegas, logrando reducir el stock hasta un 37% lo que correspondería aproximadamente a \$34.016.466 en la línea de carne más demandada.

A su vez existe una línea de carnes con más demanda que otras en el mercado y se refleja en los datos históricos, es por esto que se sugiere a la empresa realizar estrategias de

incentivo a los clientes por el consumo de ese tipo de carnes, ya sea facilitando demostraciones de carnes en sus puntos de ventas, entregando información sobre los beneficios según cada línea de carne, promocionando precios, realzando la calidad del tipo de carne junto a la demostración, etc.

También el CD debe tener presente, el registro de inventario que llevan mes a mes, su cuadratura, tanto lo que demandan como lo que egresan desde la bodega hacia sus puntos de ventas como también el resto de sus clientes, ya que para una buena proyección es óptimo tener datos actualizados y ordenados, se hace la recomendación ya que según los datos entregados durante el proyecto, habían muchas falencias en cuanto al registro mensual de cada línea de carne, tanto lo que ingresaba, lo que salía y el stock que se mantenía en bodegas.

Bibliografía

1. GUJARATI, Damodar N. (1997). *Econometría*. 3ra. Edición, México, McGraw-Hill, 1028p.
2. HANKE, John E. y REITSH, Arthur G. (2010). *Pronósticos en los Negocios*. 9a. Edición, México, Prentice Hall, 576p.
3. CHOPRA Sunil y MEINDL Peter (2008). *Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, Planeación y Operación*. 3 era. Edición, México, Prentice Hall, 552p.
4. CHASE Richard, JACOBS Robert y AQUILANO Nicholas. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministro*. Duodécima. Edición, México, McGraw-Hill, 776p.
5. MILLONES Rosa, BARRENO Emma, VÁSQUEZ Félix y CASTILLO Carlos. (2015). *Estadística aplicada a la ingeniería y los negocios*. 1 era. Edición, Perú, Universidad de Lima, 500p.

Anexos

Anexo n°1: Datos Históricos.

Tabla N°24: Datos Ternera

		Y	Y'
2 0 1 5	Enero	1.775	1.775
	Febrero	3.297	1.775
	Marzo	3.043	3.297
	Abril	2.469	3.043
	Mayo	1.357	2.469
	Junio	1.273	1.357
	Julio	1.502	1.273
	Agosto	1.360	1.502
	Septiembre	1.052	1.360
	Octubre	221	1.052
	Noviembre	184	221
	Diciembre	1.194	184
2 0 1 6	Enero	443	1.194
	Febrero	495	443
	Marzo	437	495
	Abril	645	437
	Mayo	1.193	645
	Junio		1.193
	Julio		1.193
	Agosto		1.193
	Septiembre		1.193
	Octubre		1.193
	Noviembre		1.193
	Diciembre		1.193

Tabla N° 25: Datos Tradición

		Y	Y'
2013	Enero	108.059	89.348
	Febrero	108.149	91.932
	Marzo	68.514	94.973
	Abril	83.222	93.457
	Mayo	107.737	92.847
	Junio	77.955	94.892
	Julio	76.241	93.652
	Agosto	93.775	91.664
	Septiembre	78.166	91.354
	Octubre	98.197	89.259
	Noviembre	73.410	89.333
	Diciembre	114.134	86.731
2014	Enero	81.169	88.777
	Febrero	95.526	87.659
	Marzo	78.665	88.123
	Abril	96.862	86.790
	Mayo	119.180	87.459
	Junio	87.910	91.185
	Julio	98.045	91.925
	Agosto	92.117	93.679
	Septiembre	90.114	94.744
	Octubre	90.575	95.370
	Noviembre	111.584	95.788
	Diciembre	100.246	98.527
	Enero	91.368	100.189

2015	Febrero	112.858	100.632
	Marzo	107.735	103.289
	Abril	132.852	105.493
	Mayo	115.595	110.680
	Junio	93.007	114.237
	Julio	133.063	114.797
	Agosto	119.916	119.322
	Septiembre	108.981	122.430
	Octubre	119.292	123.845
	Noviembre	136.045	125.800
	Diciembre	159.524	129.379
2016	Enero	112.511	135.808
	Febrero	171.366	136.931
	Marzo	171.553	144.164
	Abril	122.568	151.938
	Mayo	183.170	153.888
	Junio		161.812
	Julio		167.350
	Agosto		172.887
	Septiembre		178.424
	Octubre		183.961
	Noviembre		189.499
Diciembre		195.036	

Tabla N° 26: Datos Angus

		Y	Y'
2013	Enero	0	0
	Febrero	0	0
	Marzo	0	0
	Abril	0	0
	Mayo	0	0
	Junio	0	0
	Julio	0	0
	Agosto	0	0
	Septiembre	0	0
	Octubre	323	-901
	Noviembre	89	1.584
	Diciembre	2.883	3.816
	2014	Enero	589
Febrero		9.489	7.657
Marzo		3.245	9.837
Abril		23.295	11.124
Mayo		19.691	14.257
Junio		207	17.283
Julio		14.078	17.954
Agosto		16.199	19.218
Septiembre		23.118	20.364
Octubre		23.678	22.023
Noviembre		27.979	23.707
Diciembre		8.161	25.795
20	Enero	19.032	25.532
	Febrero	21.035	25.588

1 5	Marzo	32.742	25.506
	Abril	29.542	26.560
	Mayo	22.911	27.522
	Junio	21.941	27.754
	Julio	19.543	27.582
	Agosto	21.986	26.818
	Septiembre	13.466	25.977
	Octubre	29.466	23.954
	Noviembre	14.670	23.354
	Diciembre	31.716	21.387
2 0 1 6	Enero	13.363	21.178
	Febrero	39.958	19.407
	Marzo	27.613	20.550
	Abril	20.556	21.261
	Mayo	16.563	21.454
	Junio		21.111
	Julio		21.070
	Agosto		21.029
	Septiembre		20.988
	Octubre		20.947
	Noviembre		20.906
	Diciembre		20.865

Anexos n°2: Proyecciones

Tabla N° 27: Datos Ternera

Meses	Y'	Cantidad
Junio	1.193	4
Julio	1.193	4
Agosto	1.193	4
Septiembre	1.193	4
Octubre	1.193	4
Noviembre	1.193	4
Diciembre	1.193	4

Tabla N° 28: Datos Tradición

Meses	Y'	Cantidad
Junio	161.812	503
Julio	167.350	520
Agosto	172.887	537
Septiembre	178.424	554
Octubre	183.961	571
Noviembre	189.499	589
Diciembre	195.036	606

Tabla N°29: Datos Angus

Meses	Y'	Cantidad
Junio	21.111	64
Julio	21.070	64
Agosto	21.029	64
Septiembre	20.988	64
Octubre	20.947	63
Noviembre	20.906	63
Diciembre	20.865	63