

# ANÁLISIS COMERCIAL PARA UNA PYME EN YERBA BUENA, TUCUMÁN

Abregú, Nicolas – Barros, Lucas – Cotella,  
Jerónimo – Dip Flores, Laureano – Romero, Milena

[nico.abregu8@gmail.com](mailto:nico.abregu8@gmail.com) - [barroslb99@gmail.com](mailto:barroslb99@gmail.com)  
- [jerocotella@hotmail.com](mailto:jerocotella@hotmail.com) -  
[laureano.dipflores@hotmail.com](mailto:laureano.dipflores@hotmail.com) -  
[milenaromero466@gmail.com](mailto:milenaromero466@gmail.com)

Análisis Cuantitativo de Negocios  
2024



## Índice

1. Resumen.....	3
2. Introducción .....	3
3. Situación Problemática y Preguntas de Investigación .....	4
3.1. Preguntas de Investigación .....	5
4. Objetivos Generales y Específicos.....	5
4.1. Objetivo General .....	5
4.2. Objetivos Específicos.....	5
5. Marco Metodológico.....	6
5.1. Herramientas a Utilizar .....	6
5.2. Fuente de Datos .....	7
6. Marco Teórico .....	7
6.1. Análisis Cuantitativo.....	7
6.2. Programación Lineal Continua .....	8
6.3. Optimización de Mezcla de Productos.....	8
6.4. Gestión Eficiente del Proceso de Ventas.....	9
6.5. Análisis de Datos para la Toma de Decisiones .....	9
7. Trabajo de Campo – Análisis de Resultados.....	10
7.1.1. Variables de Decisión .....	11
7.1.2. Función Objetivo .....	14
7.1.3. Restricciones .....	14
7.1.4. Conjunto Solución Propuesto.....	19
8. Conclusiones.....	24
9. Recomendaciones .....	24
10. Bibliografía .....	25



## 1. Resumen

Este trabajo de investigación se centra en el análisis cuantitativo de una pyme dedicada a la venta de productos cárnicos, con el objetivo de optimizar tanto sus procesos de compras como de ventas. A través de la recolección y análisis de datos relevantes, se emplean diversas herramientas cuantitativas y modelos matemáticos para mejorar la eficiencia operativa y maximizar la rentabilidad.

Primero, se realiza una recolección exhaustiva de datos históricos de ventas, inventario, compras y costos operativos. Estos datos serán analizados para identificar patrones de demanda y la rentabilidad de distintos productos.

Para la optimización de las ventas, se utilizan métodos de programación lineal, buscando la combinación óptima de pedidos de clientes que maximice la contribución marginal total y la disponibilidad de productos, respetando las limitaciones de almacenamiento y presupuesto.

Este análisis se lleva a cabo para identificar áreas de mejora y posibles reducciones de gastos.

**Palabras Clave:** programación lineal, optimización del inventario, eficiencia operativa, optimización de compras.

## 2. Introducción

El presente trabajo se centra en una empresa, ubicada en la localidad de Yerba Buena, Tucumán, la cual se dedica a la comercialización de distintos tipos de cortes de carne vacuna, porcina y avícola. Identificamos la compañía bajo análisis con el nombre ficticio de "Cincos".

Es una Pyme que tuvo sus comienzos en 2016 como un e-commerce de venta de alimentos. Con el transcurso de los años, terminó inclinándose, específicamente, en 2020, al sector de las carnes y derivados, posicionándose en Yerba Buena como una reconocida carnicería.



Con el crecimiento en el sector, Cincos aumentó sus ventas y su participación en el mercado de manera abrupta. Esto trajo consigo un crecimiento estructural en todos los sectores. Pero actualmente la empresa parece tener fluctuaciones en sus ventas, las cuales de momento no son comprendidas ni evaluadas por su dirigencia.

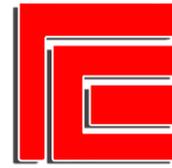
Por lo que se propuso llevar a cabo un análisis desde distintos puntos, y con la utilización de diferentes herramientas, sobre las ventas de Cincos, logrando información relevante y útil para la toma de decisiones en la empresa.

### **3. Situación Problemática y Preguntas de Investigación**

Actualmente, la empresa “Cincos” enfrenta serios desafíos debido a la ausencia de un plan de compras óptimo. Esta falta de planificación se traduce en costos de oportunidad elevados y almacenamiento innecesario de productos. La problemática se manifiesta en dos áreas críticas:

- **Capacidad Ociosa:** La empresa no está utilizando de manera eficiente su espacio de almacenamiento, lo que resulta en recursos inmovilizados y una infraestructura infrautilizada.
- **Demanda Insatisfecha:** Simultáneamente, la empresa no logra satisfacer completamente la demanda del mercado, lo que lleva a pérdidas de ventas y disminución de la satisfacción del cliente.

Estos problemas son síntomas de una gestión ineficaz de los recursos y de la demanda. La incapacidad para alinear adecuadamente las compras con la demanda real del mercado genera un desequilibrio que impacta negativamente en la eficiencia operativa y en la rentabilidad de la empresa. Además, el sobre- stock de productos perecederos no solo representa una pérdida



financiera directa, sino que también puede deteriorar la calidad del servicio y la confianza del cliente.

### **3.1. Preguntas de Investigación**

- ¿Cómo puede el análisis de patrones de ventas históricos y la gestión eficiente de inventarios mejorar la planificación de compras en la carnicería?
- ¿Cuáles son los resultados esperados en términos de rentabilidad y eficiencia operativa al implementar un modelo de programación lineal?
- ¿Qué combinación de productos maximiza la contribución marginal en la carnicería, y cómo pueden las limitaciones de recursos y la demanda influir en esta combinación óptima?

## **4. Objetivos Generales y Específicos**

### **4.1. Objetivo General**

El objetivo general de este trabajo de investigación es proporcionar a los gerentes de "Cincos" un modelo adecuado y sistematizado, para obtener la mezcla óptima de compras, que maximice la contribución marginal, cumpliendo con las restricciones que cuentan.

Esto se logrará mediante la organización y análisis exhaustivo de datos relevantes, asegurando que las decisiones se basen en información sólida y actualizada.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los patrones de ventas históricos para mejorar la planificación de inventarios y la gestión de compras, optimizando la rotación de productos y minimizando los costos asociados a inventarios excesivos o insuficientes.



- Desarrollar un modelo de programación lineal que incluya variables como contribuciones marginales, capacidad de almacenamiento, presupuesto y demanda proyectada.
- Determinar la combinación óptima de productos que la carnicería debe vender para maximizar la contribución marginal, considerando las limitaciones de recursos y la demanda del mercado.

## 5. Marco Metodológico

Se llevará a cabo un método de **investigación cuantitativa**, no experimental de tipo descriptivo. En este caso se utilizará el enfoque cuantitativo ya que se trabajará con datos numéricos brindados por la empresa. Por otro lado, la investigación del trabajo es **no experimental**, debido a que se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. Por último, es descriptiva ya que su propósito es explicar un proceso que sucede en la realidad.

La recolección de datos se hará mediante una base de datos que será analizada, y organizada para encontrar información útil y relevante.

### 5.1. Herramientas a Utilizar

- **Programación Lineal Continua:** se emplea este modelo para encontrar la combinación óptima de productos que maximice la rentabilidad, respetando las restricciones de capacidad de almacenamiento, presupuesto y demanda proyectada. Este modelo ayuda a la carnicería a tomar decisiones informadas sobre la cantidad de cada producto que debe ofrecer, optimizando el uso de recursos y asegurando la disponibilidad de



productos para los clientes. Las variables de decisión son: la cantidad a vender de media res, cajones de pollo, cajones de cerdo y/o la cantidad de ciertos cortes de la media res a adquirir de otros proveedores (tercerización).

## **5.2. Fuente de Datos**

- **Base de Datos de la Empresa:** la base de datos utilizada fue brindada por la compañía a través de uno de los autores (quien trabajaba allí) para el desarrollo de este trabajo de investigación. Se procederá a cambiar algunos datos confidenciales para salvaguardar información valiosa.

## **6. Marco Teórico**

### **6.1. Análisis Cuantitativo**

El análisis cuantitativo es un enfoque metodológico que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para tomar decisiones informadas y resolver problemas complejos en diversos campos, incluyendo la administración y la economía. Según Levin y Rubin (2012), el análisis cuantitativo utiliza técnicas estadísticas y matemáticas para analizar patrones y tendencias en los datos, lo que permite a las organizaciones optimizar sus operaciones y estrategias.

En el contexto de la administración de negocios, el análisis cuantitativo es esencial para la toma de decisiones basada en datos. Render, Stair, y Hanna (2015) destacan que este enfoque permite a las empresas mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y maximizar la rentabilidad. En una carnicería, el análisis cuantitativo puede aplicarse para optimizar tanto las compras como las ventas mediante la utilización de modelos de pronóstico y programación lineal.



## 6.2. Programación Lineal Continua

La programación lineal es una técnica matemática utilizada para encontrar la mejor solución posible (máxima o mínima) a un problema, sujeto a una serie de restricciones lineales. Esta técnica es especialmente útil en la optimización de recursos limitados, como el presupuesto y la capacidad de almacenamiento en una carnicería. Hillier y Lieberman (2010) explican que la programación lineal se basa en varios componentes clave:

- **Función Objetivo:** La función objetivo representa el criterio que se desea optimizar, ya sea maximizar o minimizar. En el contexto de la carnicería, la función objetivo podría ser minimizar los costos totales de las compras o maximizar la rentabilidad (Winston, 2004).
- **Variables de Decisión:** Las variables de decisión son las incógnitas que se controlan para alcanzar el objetivo. En este caso, las variables de decisión serían las cantidades de cada tipo de carne a comprar.
- **Restricciones:** Las restricciones son las limitaciones o condiciones que deben cumplirse. Estas pueden incluir el presupuesto disponible, la capacidad de almacenamiento, y la demanda estimada de cada producto (Hillier & Lieberman, 2010).

## 6.3. Optimización de Mezcla de Productos

La optimización de la mezcla de productos se refiere a la determinación de la combinación óptima de productos que maximiza la rentabilidad de una empresa. Este proceso involucra la evaluación de la contribución marginal de cada producto y la asignación eficiente de recursos para satisfacer la demanda del mercado.

La contribución marginal, que es la diferencia entre el precio de venta de un producto y su costo variable, es un indicador clave para la optimización del mix de productos. Heizer y Render (2013)



señalan que, al maximizar la contribución marginal, las empresas pueden identificar qué productos contribuyen más a los beneficios y ajustar su mix de productos en consecuencia. La programación lineal es una herramienta comúnmente utilizada para resolver problemas de optimización del mix de productos, permitiendo a las empresas encontrar la combinación de productos que maximiza la contribución marginal total dentro de las restricciones de recursos y demanda (Hillier & Lieberman, 2010).

#### **6.4. Gestión Eficiente del Proceso de Ventas**

Una gestión eficiente del proceso de ventas es fundamental para la optimización. Según Johnston y Marshall (2016), la optimización de ventas comienza con la planificación estratégica de las actividades de ventas, lo cual incluye la identificación de objetivos claros, la asignación adecuada de recursos, y el seguimiento de métricas de rendimiento. La utilización de tecnologías de gestión de relaciones con los clientes (CRM) permite a las organizaciones gestionar de manera efectiva las interacciones con los clientes y analizar los datos de ventas para identificar patrones y oportunidades de mejora (Ingram et al., 2015).

#### **6.5. Análisis de Datos para la Toma de Decisiones**

El análisis de datos es crucial en la optimización de ventas. La capacidad de recopilar, analizar y aplicar datos de ventas permite a las organizaciones tomar decisiones informadas que maximicen los ingresos. Davenport y Harris (2007) destacan que las empresas que compiten efectivamente en ventas utilizan análisis predictivo para prever la demanda y ajustar sus estrategias en consecuencia. La minería de datos y el análisis de tendencias ayudan a identificar comportamientos del cliente, mejorar la segmentación de mercado y personalizar las estrategias de ventas para diferentes segmentos de clientes (Shmueli, Bruce, & Patel, 2016).



## 7. Trabajo de Campo – Análisis de Resultados

Se presenta a continuación la base de datos que se utilizó para la aplicación de la programación lineal. La misma fue brindada por el gerente de la empresa. Los datos fueron manipulados y depurados para resguardar la privacidad de Cincos.

**Tabla N°1: Base de datos Ventas “Cincos”**

Productos	Demanda Mensual (Kg)	Clasificación	Costo	Precio	CMg
Suprema	1260	Pollo	\$ 3,900	\$ 7,990	\$ 4,090
Molida	1105	Novillo	\$ 4,500	\$ 5,990	\$ 1,490
Filet de pollo	895	Pollo	\$ 3,600	\$ 6,990	\$ 3,390
Pata Muslo	527	Pollo	\$ 1,500	\$ 3,890	\$ 2,390
Entraña	393	Novillo	\$ 4,500	\$ 11,990	\$ 7,490
Tira de asado	375	Novillo	\$ 4,500	\$ 8,390	\$ 3,890
Pollo entero	245	Pollo	\$ 1,625	\$ 4,290	\$ 2,665
Lomo chatoo	227	Novillo	\$ 4,500	\$ 12,990	\$ 8,490
Vacio de Novillo	195	Novillo	\$ 4,500	\$ 9,590	\$ 5,090
Picana	177	Novillo	\$ 4,500	\$ 12,990	\$ 8,490
Costeleta de Cerdo	167	Cerdo	\$ 2,984	\$ 6,390	\$ 3,406
Colita de Cuadril	157	Novillo	\$ 4,500	\$ 12,990	\$ 8,490
Bola de lomo	156	Novillo	\$ 4,500	\$ 8,490	\$ 3,990
ribs	154	Cerdo	\$ 2,431	\$ 4,990	\$ 2,559
Costeleta de Novillo	148	Novillo	\$ 4,500	\$ 8,490	\$ 3,990
Solomillo	128	Cerdo	\$ 3,647	\$ 6,690	\$ 3,043
Matambre de Cerdo	124	Cerdo	\$ 6,997	\$ 9,590	\$ 2,593

**Fuente: Cincos + Elaboración Propia**

A partir de las demandas obtenidas en el mes de mayo de 2024, se detectó que el 30% de la misma fue registrada durante la primera semana del mes. Se tendrá en cuenta esto para el análisis de la demanda del mes de junio de 2024. Se presenta a continuación la siguiente tabla que muestra en detalle lo mencionado.



**Tabla N°2: Demanda estimada para cada semana del mes de junio 2024**

Clasificación	Productos	Demanda Mensual (Kg)	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Pollo	Suprema	1260	378	315	315	252
Novillo	Molida	1105	331.5	276.25	276.25	221
Pollo	Filet de pollo	895	268.5	223.75	223.75	179
Pollo	Pata Muslo	527	158.1	131.75	131.75	105.4
Novillo	Entraña	393	117.9	98.25	98.25	78.6
Novillo	Tira de asado	375	112.5	93.75	93.75	75
Pollo	Pollo entero	245	73.5	61.25	61.25	49
Novillo	Lomo chato	227	68.1	56.75	56.75	45.4
Novillo	Vacio de Novillo	195	58.5	48.75	48.75	39
Novillo	Picana	177	53.1	44.25	44.25	35.4
Cerdo	Costeleta de Cerdo	167	50.1	41.75	41.75	33.4
Novillo	Colita de Cuadril	157	47.1	39.25	39.25	31.4
Novillo	Bola de lomo	156	46.8	39	39	31.2
Cerdo	ribs	154	46.2	38.5	38.5	30.8
Novillo	Costeleta de Novillo	148	44.4	37	37	29.6
Cerdo	Solomillo	128	38.4	32	32	25.6
Cerdo	Matambre de Cerdo	124	37.2	31	31	24.8

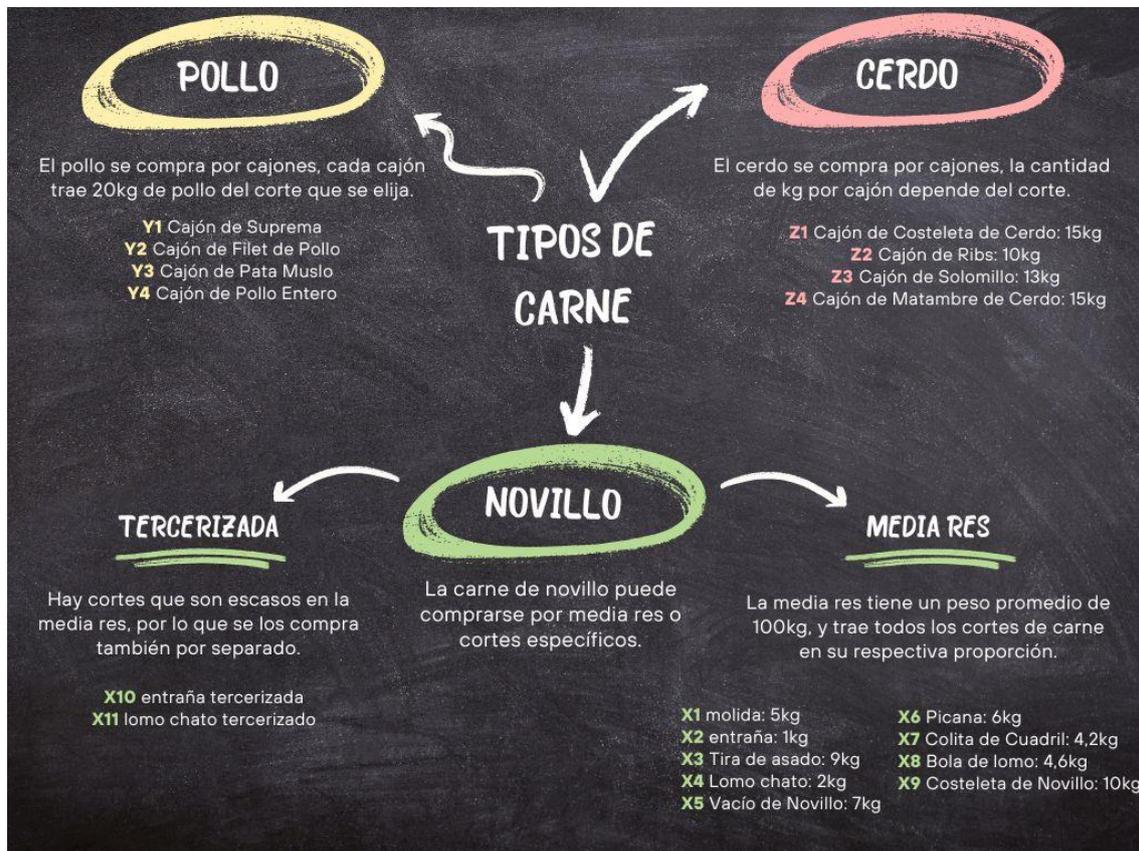
**Fuente: Cincos + Elaboración Propia**

## 7.1 Programación Lineal Continua

A partir de la demanda registrada en el mes de mayo del año 2024 por tipo de corte de carne, se procedió a realizar una Programación Lineal (PL), con el objetivo de obtener la mezcla óptima de ventas para el mes de junio 2024, que maximice el Margen Específico Total y poder ser utilizada como guía para los siguientes meses. Se presentan a continuación la función objetivo definida, los coeficientes objetivos y las restricciones utilizadas para el desarrollo de la PL.

### 7.1.1. Variables de Decisión

Para una mayor comprensión de las variables de decisión, facilitamos un mapa conceptual.



Fuente: elaboración propia

De color se encuentra la variable de decisión respectiva, ejemplo X1: cuantos kilos de molida se compran, Y4: cuantos cajones de pollo entero se compran.

Se tomaron como variables de decisión la cantidad de media reses a adquirir junto con los kg a vender de cada tipo de corte (en base a lo que se adquiere de una media res), además de los cajones a adquirir de cortes de pollo y cerdo. Se presentan en la Tabla N°4: Variables de Decisión del Novillo, Tabla N°5: Variables de Decisión del Pollo y Tabla N°6: Variables de Decisión del Cerdo.

**Tabla N°4: Variables de Decisión Novillo**



<b>X</b>	<b>N° de Medias Reses</b>
<b>X1</b>	Molida
<b>X2</b>	Entraña
<b>X3</b>	Tira de asado
<b>X4</b>	Lomo chatoo
<b>X5</b>	Vacio de Novillo
<b>X6</b>	Picana
<b>X7</b>	Colita de Cuadril
<b>X8</b>	Bola de lomo
<b>X9</b>	Costeleta de Novillo
<b>X10</b>	Entraña Tercerizada
<b>X11</b>	Lomo Chatoo Tercerizado

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla N°5: Variables de Decisión Pollo**

<b>Y1</b>	Cajón de Suprema
<b>Y2</b>	Cajón de Filet de Pollo
<b>Y3</b>	Cajón de Pata Muslo
<b>Y4</b>	Cajón de Pollo Entero

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla N°5: Variables de Decisión Cerdo**

<b>Z1</b>	Cajón de Costeleta de Cerdo
<b>Z2</b>	Cajón de Ribs
<b>Z3</b>	Cajón de Solomillo
<b>Z4</b>	Cajón de Matambre de Cerdo

**Fuente: Elaboración Propia**



### 7.1.2. Función Objetivo

Se definió como función objetivo maximizar el margen de contribución total para el mes de junio 2024. Donde los coeficientes objetivos representan el margen específico unitario por tipo de carne y corte. Para el cálculo del margen específico se utilizaron los datos brindados por la empresa acerca de precio de venta y costo por producto; ya presentados en la Tabla 1: Base de Datos. Los costos por productos vienen dados a partir del costo de la media res y/o de los costos de adquisición de los productos desde otros proveedores.

$$\text{MAX CMgT} = (\text{cantidad kg de carne molida} * \text{CMg kg carne molida}) + (\text{cantidad de kg de entraña} * \text{CMg kg de entraña}) + \dots + (\text{cajón de matambre de cerdo} * \text{CMg de cajón de matambre de cerdo})$$

### 7.1.3. Restricciones

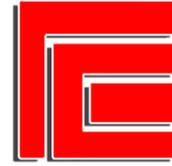
Para hallar resultados que maximicen la Función Objetivo, se definieron 31 restricciones.

Dentro de ellas se encuentran:

*Grupo 1: porcentaje obtenido de cada corte por media res*

**R1:** porcentaje de utilización de X1 (kg de carne molida) en función de X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiera, trae consigo 5 kg del corte utilizado para carne molida.

**R2:** porcentaje de utilización de X2 (kg de entraña) en función de X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiera trae consigo 1 kg del corte “entraña”.



**R3:** porcentaje de utilización de X3 (kg de tira de asado) en función X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiriera trae consigo 9 kg del corte “tira de asado”.

**R4:** porcentaje de utilización de X4 (kg de lomo chato) en función X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiriera trae consigo 2 kg del corte “lomo chato”.

**R5:** porcentaje de utilización de X5 (kg de vacío de novillo) en función X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiriera trae consigo 7 kg del corte “vacío de novillo”.

**R6:** porcentaje de utilización de X6 (kg de tira de picana) en función X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiriera trae consigo 6 kg del corte “picana”.

**R7:** porcentaje de utilización de X7 (kg de colita de cuadril) en función X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiriera trae consigo 4,2kg del corte “colita de cuadril”.

**R8:** porcentaje de utilización de X8 (kg de bola de lomo) en función X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiriera trae consigo 4,6 kg del corte “bola de lomo”.

**R9:** porcentaje de utilización de X9 (kg de costeleta de novillo) en función de X (Media Res). Esta restricción indica que toda media res que se adquiriera trae consigo 10 kg del corte “costeleta de novillo”.



---

*Grupo 2: Restricciones de Capacidad de Almacenaje*

**R10:** Capacidad de Almacenaje de Novillo. Indica la cantidad total en kilogramos que se puede almacenar de cortes de novillo.

**R11:** Capacidad de Almacenaje de Pollo. Indica la cantidad total de unidades de cajones que se puede almacenar de pollo.

**R12:** Capacidad de Almacenaje de Cerdo. Indica la cantidad total de unidades de cajones que se puede almacenar de cerdo.

*Grupo 3: Restricciones de Demanda*

**R14:** Demanda de Entraña. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “entraña”.

**R15:** Demanda Tira de Asado. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “tira de asado”.

**R16:** Demanda Lomo Chato. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “lomo chato”.

**R17:** Demanda Vacío de Novillo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “vacío de novillo”.

**R18:** Demanda Picana. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “picana”.



---

**R19:** Demanda Colita de Cuadril. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “colita de cuadril”.

**R20:** Demanda Bola de Lomo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “bola de lomo”.

**R21:** Demanda Costeleta de Novillo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de novillo “costeleta de novillo”.

**R22:** Demanda Suprema. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte extraído y realizado a partir del pollo “suprema”.

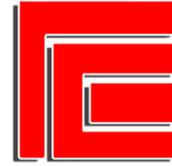
**R23:** Demanda Filet de Pollo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte extraído del pollo “filet de pollo”.

**R24:** Demanda Pata Muslo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte extraído del pollo “pata muslo”.

**R25:** Demanda Pollo Entero. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte extraído del pollo “pollo entero”.

**R26:** Demanda Costeleta de Cerdo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de cerdo “costeleta de cerdo”.

**R27:** Demanda Ribs. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de cerdo “ribs”.



---

**R28:** Demanda Solomillo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de cerdo “solomillo”.

**R29:** Demanda Matambre de Cerdo. Indica la demanda que mínimamente debería satisfacer la empresa del corte de cerdo “matambre de cerdo”.

*Grupo 4: Restricciones de Política*

**R13:** No puede faltar entraña. Esta política indica la imposibilidad de quedarse sin este corte disponible para su venta.

**R30:** Presupuesto. Indica la imposibilidad de exceder el presupuesto destinado para la compra de la media res de novillo, cajones de pollo y cajones de cerdo.

**R31:** No negatividad



**Tabla 7: Programación Lineal Entera**

	X	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	Y1	Y2	Y3	Y4	Z1	Z2	Z3	Z4				
<b>VD</b>	<b>13</b>	<b>65</b>	<b>13</b>	<b>117</b>	<b>26</b>	<b>91</b>	<b>78</b>	<b>54,6</b>	<b>59,8</b>	<b>130</b>	<b>105</b>	<b>595</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>				
<b>CO</b>	0	1490	7490	8390	8490	5090	8490	8490	3990	3990	5250	5320	81800	67800	47800	53300	51090	38385	39559	25930		\$ 11.074.238,00		
R1 Kg de Molida por Media Res	1	-0,2																				0	=	0
R2 Kg de Entraña por Media Res	1		-1																			0	=	0
R3 Kg de Tira de asado por Media Res	1			-0,11																		0	=	0
R4 Kg de Lomo chato por Media Res	1				-0,5																	0	=	0
R5 Kg de Vacio de Novillo por Media Res	1					-0,14																0	=	0
R6 Kg de Picana por Media Res	1						-0,17															0	=	0
R7 Kg de Colita de Cuadril por Media Res	1							-0,24														0	=	0
R8 Kg de Bola de lomo por Media Res	1								-0,22													0	=	0
R9 Kg de Costeleta de Novillo por Media Res	1									-0,1												0	=	0
R10 Capacidad Almacenaje Novillo	100										1	1										2000	≤	2000
R11 Capacidad Almacenaje Pollo													1	1	1	1						45	≤	45
R12 Capacidad Almacenaje Cerdo																	1	1	1	1		13	≤	13
R13 Política (NO puede faltar entraña)			1																			118	≥	117
R14 Demanda Entraña			1									1										118	≥	118
R15 Demanda Tira de Asado				1																		117	≥	113
R16 Demanda Lomo chatoo					1							1										621	≥	68
R17 Demanda Vacio de Novillo						1																91	≥	59
R18 Demanda Picana							1															78	≥	53
R19 Demanda Colita de Cuadril								1														55	≥	47
R20 Demanda Bola de lomo									1													60	≥	47
R21 Demanda Costeleta de Novillo										1												130	≥	45
R22 Demanda Suprema													1									19	≥	19
R23 Demanda Filet de pollo														1								14	≥	14
R24 Demanda Demanda Pata Muslo															1							8	≥	8
R25 Demanda Pollo entero																1						4	≥	4
R26 Demanda Costeleta de Cerdo																	1					3	≥	3
R27 Demanda Ribs																		1				5	≥	5
R28 DemandaSolomillo																			1			3	≥	3
R29 Demanda Matambre de Cerdo																				1		2	≥	2
R30 Política Presupuestaria		4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	6740	7670	78000	72000	30000	32500	44760	24310	47411	104955	\$ 11.594.123,00	≤	15000000	
R31 No Negatividad																								

Fuente: elaboración propia

**7.1.4. Conjunto Solución Propuesto**

Cantidad de medias reses, kilogramos de cada tipo de corte de Novillo, cantidad de cajones de pollo y cerdo para el mes de junio de 2024.

- Cantidad de Medias Reses: **13**
- Kg de Molida: **65**
- Kg de Entraña: **13**
- Kg de Tira de Asado: **117**
- Kg de Lomo Chato: **26**
- Kg de Vacio: **91**



- Kg de Picana: **78**
- Kg de Colita de Cuadril: **54.6**
- Kg de Bola de Lomo: **59.8**
- Kg de Costeleta de Novillo: **130**
- Kg de Entraña Tercerizada: **105**
- Kg de Lomo Chato Tercerizado: **595**
- Cajones de Suprema: **19**
- Cajones de Filet de Pollo: **14**
- Cajones de Pata Muslo: **8**
- Cajones de Pollo Entero: **4**
- Cajones de Costeleta de Cerdo: **3**
- Cajones de Ribs: **5**
- Cajones de Solomillo: **3**
- Cajones de Matambre de Cerdo: **2**

Este conjunto solución ofrece a “Cincos” una Contribución Marginal Total para el mes de junio de 2024 de **\$11.074.238**.

Además, a fin de lograr una mayor comprensión del análisis, se llevo a cabo la programación lineal de manera continua, obteniendo los siguientes resultados.



**Tabla 8: Informe de respuestas**

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$V\$13 R10	Capacidad Almacenaje Novillo	2000	$\$V\$13 \leq \$X\$13$	Vinculante	0
\$V\$14 R11	Capacidad Almacenaje Pollo	45	$\$V\$14 \leq \$X\$14$	Vinculante	0
\$V\$15 R12	Capacidad Almacenaje Cerdo	13	$\$V\$15 \leq \$X\$15$	Vinculante	0
\$V\$16 R13	Política (NO puede faltar entraña)	118	$\$V\$16 \geq \$X\$16$	No vinculante	1
\$V\$17 R14	Demanda Entraña	118	$\$V\$17 \geq \$X\$17$	Vinculante	0
\$V\$18 R15	Demanda Tira de Asado	113	$\$V\$18 \geq \$X\$18$	Vinculante	0
\$V\$19 R16	Demanda Lomo chato	664	$\$V\$19 \geq \$X\$19$	No vinculante	596
\$V\$20 R17	Demanda Vacio de Novillo	88	$\$V\$20 \geq \$X\$20$	No vinculante	29
\$V\$21 R18	Demanda Picana	75	$\$V\$21 \geq \$X\$21$	No vinculante	22
\$V\$22 R19	Demanda Colita de Cuadril	53	$\$V\$22 \geq \$X\$22$	No vinculante	6
\$V\$23 R20	Demanda Bola de lomo	58	$\$V\$23 \geq \$X\$23$	No vinculante	11
\$V\$24 R21	Demanda Costeleta de Novillo	126	$\$V\$24 \geq \$X\$24$	No vinculante	81
\$V\$25 R22	Demanda Suprema	19	$\$V\$25 \geq \$X\$25$	Vinculante	0
\$V\$26 R23	Demanda Filet de pollo	14	$\$V\$26 \geq \$X\$26$	Vinculante	0
\$V\$27 R24	Demanda Demanda Pata Muslo	8	$\$V\$27 \geq \$X\$27$	Vinculante	0
\$V\$28 R25	Demanda Pollo entero	4	$\$V\$28 \geq \$X\$28$	Vinculante	0
\$V\$29 R26	Demanda Costeleta de Cerdo	3	$\$V\$29 \geq \$X\$29$	Vinculante	0
\$V\$30 R27	Demanda Ribs	5	$\$V\$30 \geq \$X\$30$	Vinculante	0
\$V\$31 R28	Demanda Solomillo	3	$\$V\$31 \geq \$X\$31$	Vinculante	0
\$V\$32 R29	Demanda Matambre de Cerdo	2	$\$V\$32 \geq \$X\$32$	Vinculante	0
\$V\$33 R30	Politica Presupuestaria	11.836.998,56 €	$\$V\$33 \leq \$X\$33$	No vinculante	3163001,444
\$V\$4 R1	Kg de Molida por Media Res	0	$\$V\$4 = \$X\$4$	Vinculante	0
\$V\$5 R2	Kg de Entraña por Media Res	0	$\$V\$5 = \$X\$5$	Vinculante	0
\$V\$6 R3	Kg de Tira de asado por Media Res	3,55271E-15	$\$V\$6 = \$X\$6$	Vinculante	0
\$V\$7 R4	Kg de Lomo chato por Media Res	0	$\$V\$7 = \$X\$7$	Vinculante	0
\$V\$8 R5	Kg de Vacio de Novillo por Media Res	-5,32907E-15	$\$V\$8 = \$X\$8$	Vinculante	0
\$V\$9 R6	Kg de Picana por Media Res	0	$\$V\$9 = \$X\$9$	Vinculante	0
\$V\$10 R7	Kg de Colita de Cuadril por Media Res	1,77636E-15	$\$V\$10 = \$X\$10$	Vinculante	0
\$V\$11 R8	Kg de Bola de lomo por Media Res	0	$\$V\$11 = \$X\$11$	Vinculante	0
\$V\$12 R9	Kg de Costeleta de Novillo por Media Res	-3,55271E-15	$\$V\$12 = \$X\$12$	Vinculante	0

**Fuente: elaboración propia**

Aquí podemos observar que existen restricciones que son vinculantes, es decir, que intervienen de manera directa en el conjunto solución, y otras que no. Como, por ejemplo, la capacidad de novillo (R10) es vinculante, ya que interviene en el conjunto solución de manera que no le permite comprar más de 2000kg de carne porque es su capacidad máxima.



**Tabla 9: Informe de sensibilidad (VD)**

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$B\$2	VD X	12,55555556	0	0	244018	1E+30
\$C\$2	VD X2	62,77777778	0	1490	48803,6	1E+30
\$D\$2	VD X5	12,55555556	0	7490	244018	1E+30
\$E\$2	VD X6	113	0	8390	27113,11111	1E+30
\$F\$2	VD X7	25,11111111	0	8490	122009	1E+30
\$G\$2	VD X8	87,88888889	0	5090	34859,71429	1E+30
\$H\$2	VD X9	75,33333333	0	8490	40669,66667	1E+30
\$I\$2	VD X10	52,73333333	0	8490	58099,52381	1E+30
\$J\$2	VD X11	57,75555556	0	3990	53047,3913	1E+30
\$K\$2	VD X12	125,5555556	0	3990	24401,8	1E+30
\$L\$2	VD X13	105,4444444	0	5250	70	244018
\$M\$2	VD X17	639	0	5320	1E+30	70
\$N\$2	VD Y1	19	0	81800	1E+30	14000
\$O\$2	VD Y2	14	0	67800	14000	1E+30
\$P\$2	VD Y3	8	0	47800	34000	1E+30
\$Q\$2	VD Y4	4	0	53300	28500	1E+30
\$R\$2	VD Z1	3	0	51090	1E+30	11531
\$S\$2	VD Z2	5	0	38385	12705	1E+30
\$T\$2	VD Z3	3	0	39559	11531	1E+30
\$U\$2	VD Z4	2	0	25930	25160	1E+30

**Fuente: elaboración propia**

Podemos observar en primer lugar, que todas las variables de decisión son utilizadas en el conjunto solución, ya que tienen "0" en costo reducido, por lo tanto, se puede decir que todas las variables son rentables.



**Tabla 10: Informe de sensibilidad (R)**

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$V\$13	R10 Capacidad Almacenaje Novillo	2000	5320	2000	412,3861075	596,1111111
\$V\$14	R11 Capacidad Almacenaje Pollo	45	81800	45	40,55130057	0
\$V\$15	R12 Capacidad Almacenaje Cerdo	13	51090	13	70,66580528	0
\$V\$16	R13 Política (NO puede faltar entraña)	118	0	117	1	1E+30
\$V\$17	R14 Demanda Entraña	118	-70	118	596,1111111	1
\$V\$18	R15 Demanda Tira de Asado	113	-27113,11111	113	55,30927835	12,28571429
\$V\$19	R16 Demanda Lomo chatoo	664,1111111	0	68	596,1111111	1E+30
\$V\$20	R17 Demanda Vacio de Novillo	87,88888889	0	59	28,88888889	1E+30
\$V\$21	R18 Demanda Picana	75,33333333	0	53	22,33333333	1E+30
\$V\$22	R19 Demanda Colita de Cuadril	52,73333333	0	47	5,733333333	1E+30
\$V\$23	R20 Demanda Bola de lomo	57,75555556	0	47	10,75555556	1E+30
\$V\$24	R21 Demanda Costeleta de Novillo	125,5555556	0	45	80,55555556	1E+30
\$V\$25	R22 Demanda Suprema	19	0	19	0	1E+30
\$V\$26	R23 Demanda Filet de pollo	14	-14000	14	0	14
\$V\$27	R24 Demanda Demanda Pata Muslo	8	-34000	8	0	8
\$V\$28	R25 Demanda Pollo entero	4	-28500	4	0	4
\$V\$29	R26 Demanda Costeleta de Cerdo	3	0	3	0	1E+30
\$V\$30	R27 Demanda Ribs	5	-12705	5	0	5
\$V\$31	R28 DemandaSolomillo	3	-11531	3	0	3
\$V\$32	R29 Demanda Matambre de Cerdo	2	-25160	2	0	2
\$V\$33	R30 Política Presupuestaria	11836998,56	0	15000000	1E+30	3163001,444
\$V\$4	R1 Kg de Molida por Media Res	0	-7450	0	12,55555556	140,577842
\$V\$5	R2 Kg de Entraña por Media Res	0	-7560	0	12,55555556	105,4444444
\$V\$6	R3 Kg de Tira de asado por Media Res	3,55271E-15	-319528	0	6,145475372	1,365079365
\$V\$7	R4 Kg de Lomo chato por Media Res	0	-16980	0	12,55555556	351,4446049
\$V\$8	R5 Kg de Vacio de Novillo por Media Res	-5,32907E-15	-35630	0	4,126984127	100,4127443
\$V\$9	R6 Kg de Picana por Media Res	0	-50940	0	3,722222222	117,1482016
\$V\$10	R7 Kg de Colita de Cuadril por Media Res	1,77636E-15	-35658	0	1,365079365	167,3545738
\$V\$11	R8 Kg de Bola de lomo por Media Res	0	-18354	0	2,338164251	152,8020021
\$V\$12	R9 Kg de Costeleta de Novillo por Media Res	-3,55271E-15	-39900	0	8,055555556	70,28892099

**Fuente: elaboración propia**

Aquí podemos observar, que las 3 capacidades configuran un cuello de botella en la programación, lo que nos da la pauta de que, en el supuesto caso de que aumente la demanda, no podríamos satisfacerla por un problema de capacidad. En el caso de la capacidad de novillo, podemos ver que un kg más de capacidad, aumentaría mi cmg en \$5320. Y en caso de disminuir un kg de capacidad, disminuiría la cmg en \$5320.



## **8. Conclusiones**

El presente trabajo de investigación ha abordado la optimización cuantitativa de las ventas en una carnicería, centrándose en la gestión eficiente de inventarios y el análisis de patrones de ventas históricos. El análisis realizado mediante la programación lineal ha otorgado una combinación ideal de productos que maximiza la contribución marginal de la empresa. Se tuvo en cuenta que algunos factores de la realidad complejizan los cálculos y se priorizaron aquellas variables de decisión que son más significativas para la toma de decisiones. La empresa “Cincos” se beneficia al utilizar estos modelos de optimización que permiten una planificación más precisa y decisiones más acertadas, lo que contribuye a una mayor eficiencia y el rendimiento de la compañía en general.

## **9. Recomendaciones**

Con base en el trabajo realizado, se propone llevar a cabo la implementación mensual de la metodología utilizada, con el objetivo de pronosticar el siguiente período y utilizar la programación lineal entera para determinar la producción óptima que maximice el margen total específico en el período analizado.

Este enfoque implica recopilar datos mes a mes y emplearlos en el modelo de programación lineal. Esto significa que cada mes convendría realizar un análisis de los datos disponibles hasta la fecha y utilizarlos para proyectar las necesidades y oportunidades para el siguiente período. Luego, se debe aplicar la programación lineal para encontrar la combinación



óptima de producción que maximice el margen total específico, teniendo en cuenta las limitaciones y restricciones existentes.

Este proceso permite una gestión más dinámica y adaptativa de los productos, ya que se ajustará de acuerdo con las condiciones cambiantes del mercado y las demandas del negocio en cada período. Además, al utilizar la programación lineal entera, se garantiza una solución óptima que aproveche al máximo los recursos disponibles y maximice los beneficios.

Para llevar a cabo este proceso de manera efectiva, será crucial contar con un sistema de recopilación y análisis de datos, así como con la capacidad de modelado y optimización para implementar la programación lineal entera de manera eficiente. Además, se requerirá una estrecha colaboración entre los equipos de compras, ventas y finanzas para garantizar que todas las variables relevantes se tengan en cuenta y se optimicen de manera integral.

En resumen, la implementación mensual de esta metodología, combinada con la programación lineal entera, proporcionará una herramienta poderosa para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de compras, permitiendo maximizar el rendimiento y la rentabilidad en cada período.

## **10. Bibliografía**

- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.



- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introduction to Operations Research* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts.
- Ingram, T. N., LaForge, R. W., Avila, R. A., Schwepker, C. H., & Williams, M. R. (2015). *Sales Management: Analysis and Decision Making* (9th ed.). Routledge.
- Johnston, M. W., & Marshall, G. W. (2016). *Sales Force Management: Leadership, Innovation, Technology* (12th ed.). Routledge.
- Levin, R. I., & Rubin, D. S. (2012). *Statistics for Management*. Pearson.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and Applications*. John Wiley & Sons.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2015). *Purchasing and Supply Chain Management*. Cengage Learning.
- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2015). *Quantitative Analysis for Management*. Pearson.
- Winston, W. L. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms*. Cengage Learning.