

## || Jornadas Internacionales de Estadística Aplicada

5 y 6 de diciembre de 2019

### ANALISIS DE COSTO-BENEFICIO DISTRIBUIDORA P&H

Gallo Magdalena, Cañizares Owen, Mamani Iris Florencia, Herrera Ariel

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta

Salta-Capital. magui.gallo@hotmail.com . Telef:3876843579

#### RESUMEN

En el presente informe se obtuvo un análisis empírico de 5 temas desarrollados en el cuatrimestre, ayudando a la compañía P&H Distribuciones a resolver problemas presentados en su logística.

Se explica detalladamente en cada experiencia su resolución, la relación con el marco teórico, los objetivos y las conclusiones obtenidas. A partir de los datos reales brindados por dicha entidad.

**Objetivo General:** Demostrar capacidad de solucionar por medio de la estadística problemas en empresas con amplio campo de análisis.

**Objetivos específicos:**

Aplicar la mayor cantidad de conceptos adquiridos durante el cursado.

Afianzar la utilización de Software estadístico, como Excel y Minitab

Determinar la confiabilidad de la duración del producto más vendido.

Realizar una comparación entre cuatro productos iguales de distintas marcas.

Estimar costos por entregas a través de un Análisis de regresión

Optimizar costos mediante la búsqueda de una ruta óptima para la distribución en Zona Norte.

#### INTRODUCCION

La unidad de análisis del siguiente trabajo es P&H DISTRIBUCIONES.

Esta compañía es un importante distribuidor en la provincia que se encarga de vender productos actuando como intermediario entre el productor y el consumidor. En otras palabras, P&H compra directo del productor y posteriormente realiza la venta a los negocios y supermercados.

Es el distribuidor exclusivo de la cooperativa SanCor lácteos, aunque también trabaja con otras marcas y productos que podemos encontrar en el mercado.

Las compañías dedicadas a la distribución se enfrentan a la lógica competencia, algo característico en una economía de mercado. Tres aspectos fundamentales en este tipo de entidades son el punto de venta, la distribución y el inventario. Es por esta razón que decidimos hacer un enfoque en dichas categorías para elaborar un “Informe de Costo-Beneficio”

#### METODOLOGIA

- **Metodología General:**

- Recolección de muestras brindadas por la empresa a partir de las bases de datos solicitadas.

- Gráficas y trabajo de datos mediante los softwares Excel y Minitab para la agilización del análisis con resultados más precisos y menor arrastre de error.

- Anterior a la resolución de cada problema, se realizó un análisis de normalidad de datos.

- **Metodologías aplicadas en la primera parte**

- Aplicaciones a la teoría de la confiabilidad: Densidad del tiempo de falla- Función de distribución- Función de confiabilidad – Intervalos de falla- Tasa de falla o de riesgo- Confiabilidad de 0,90.

- Diseño completo al azar: Formulación de Modelo estadístico lineal y descripción de componente- suposiciones necesarias para un análisis de la varianza de los datos. - cuadro de análisis de la varianza. -Duración media puntual- error estándar de estimación-Duración media en intervalo de confianza del 95%. - Prueba de hipótesis a un nivel de significación de 0,05, empleando la prueba F.

- **Metodologías aplicadas en la segunda parte**

- Análisis de regresión: Interpretación de análisis de regresión devuelto por Excel. -Estadísticas de regresión- Modelo y prueba de ajuste- coeficientes de regresión y estimación por intervalos de confianza- omisión de variables.

- Comparación de tratamientos: valor p- Comparación de a pares- Pruebas simultaneas de Tuckey para diferencias de medias.

- Prueba de normalidad de Shapiro.

## **DESARROLLO**

### **Área de inventario:**

### **Confiabilidad para el producto más vendido:**

Los distribuidores deben conocer sus clientes para satisfacer sus necesidades. Escoger un producto que tenga mucha demanda y mantener la demanda es uno de los problemas más importantes. Para eso se realizó el enfoque en una de las necesidades primordiales del cliente sobre el producto más vendido en los últimos meses: La duración.

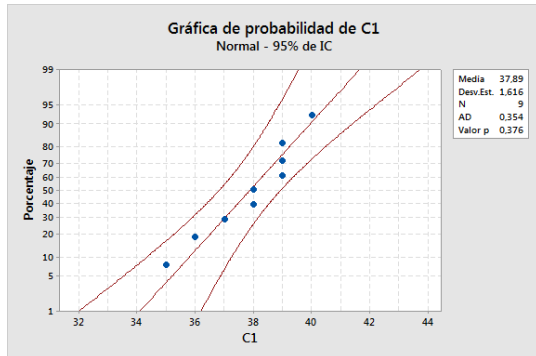
Yogurt	T (Días)
1	39
2	35

A partir de la observación de ventas realizadas estos últimos meses (se adjunta planilla al final del informe) se notó que la mayor demanda es del Yogurt en Sachet.

Se tomó del depósito una muestra de 9 Yogurts de un lote que acababa de ingresar y se midió la cantidad de días que restaban para su vencimiento (T) anotando los datos en la tabla presentada.

3	37
4	39
5	38
6	39
7	40
8	38
9	36

Para aplicar los conceptos adquiridos en el tema de “Confiabilidad” se aseguró que su distribución sea normal mediante una prueba de bondad de ajuste.



Según el análisis, T se encuentra distribuido normalmente con  $E(T) = 37,89$  y desviación estándar  $S=1,616$ .

El director está interesado en Determinar la Confiabilidad y la Tasa de Falla del producto luego de 35 días (debe lanzar ofertas y promociones para su venta rápida), 37 días (debe repartir entre los trabajadores), y 40 días (debe devolver las fallas restantes al productor).

Confiabilidad:

Para la resolución se expresó:

La densidad del tiempo de falla  $f(t)$ : Probabilidad de que el componente fallará entre los tiempos  $t=0$  y  $t + \Delta t$

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * 1,616} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{t-37,89}{1,616} \right)^2} = 0,247 * e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{t-37,89}{1,616} \right)^2}$$

La función de distribución  $F(t)$ : Probabilidad de que el componente fallará entre los tiempos  $t=0$  y  $t$

$$\int_0^t 0,247 * e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{t-37,89}{1,616} \right)^2} * dt = P(T \leq t)$$

La función de confiabilidad  $R(t)$ : Expresa la probabilidad de que sobreviva después del tiempo  $t$

$$\int_t^{\infty} 0,247 * e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{t-37,89}{1,616} \right)^2} * dt = P(T \geq t)$$

Entonces:

$$R(t=35) = P\left(z > \frac{35-37,89}{1,616}\right) = P(z > -1,79) = 0,96327$$

$$R(t=37) = P\left(z > \frac{37-37,89}{1,616}\right) = P(z > -0,55) = 0,70884$$

$$R(t=40) = P\left(z > \frac{40-37,89}{1,616}\right) = P(z > 1,3) = 1-0,90320=0,0968$$

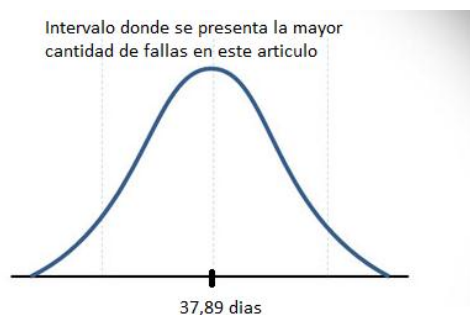
Tasas de falla o función de riesgo: *Probabilidad de falla de muerte en el intervalo de tiempo dado que sobrevivió un tiempo t.*

$$Z(t) = \frac{F(t)}{R(t)}$$

$$Z(t=35) = \frac{1-0,96327}{0,96327} = 0,038$$

$$Z(t=37) = \frac{1-0,70884}{0,70884} = 0,411$$

$$Z(t=40) = \frac{1-0,0968}{0,0968} = 9,33$$



A fin de realizar un análisis completo de confiabilidad de 0,90 del producto estudiamos cuales días debemos considerarlos en buenas condiciones.

$$R(t)=0,90 = P(Z < z_0) = 1 - P(Z > z_0) \rightarrow P(Z > z_0) = 0,10 \text{ (Por tabla)} \rightarrow z_0 = 1,282$$

$$-1,282 = \frac{y-37,89}{1,616} \rightarrow y = 35,8 \text{ días} = 859 \text{ horas.}$$

### Conclusión del problema:

Logramos alcanzar los objetivos para darle una visión detallada de la confiabilidad en las condiciones solicitadas por el director.

Probabilidad que un producto mantenga en sus condiciones antes de:

(35 días)	(37 días)	(40 días)
0,96327	0,70884	0,0968

Tasa de falla:

Z(35 días)	Z (37 días)	Z (40 días)
0,038	0,411	9,33

Finalizamos el problema asegurando con una confiabilidad de 0,90 que el producto se encontraría en buenas condiciones las primeras 859 horas desde su llegada (equivalente a 35,8 días)

### Diseño completo al azar: Duración de Salames de distintas marcas.

Volviendo al tema de duración, se decidió aplicar el tema “Diseño al azar” en otro rubro importante de la empresa: La venta de fiambres.

Se seleccionó al azar, una muestra de cuatro salames por marca y se analizó la duración de cada unidad desde que llegaron al depósito hasta su vencimiento. A partir de la siguiente tabla se buscó formular un modelo estadístico lineal, describiendo cada componente.

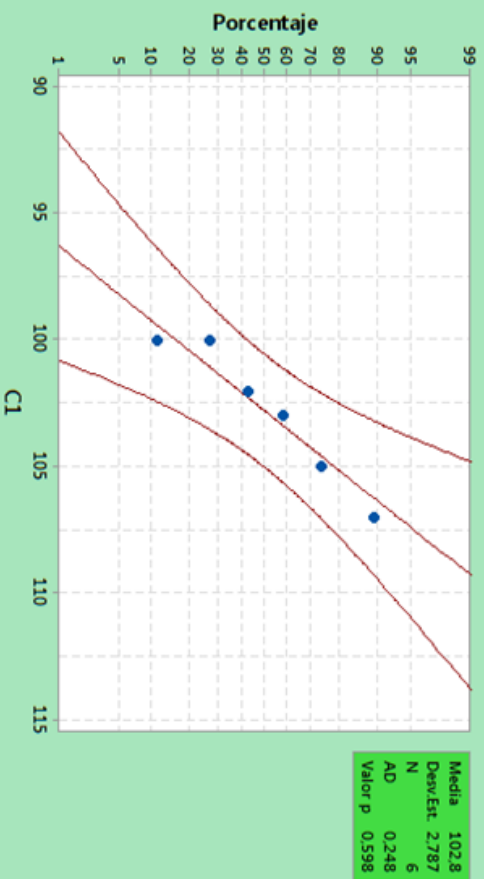
Posteriormente se estableció la duración media de cada tipo de producto y la Estimación de la misma en un en el intervalo de confianza 95%

Para concluir se planteó la hipótesis de que no hay diferencia en la duración media de las 4 marcas diferentes empleando la prueba F.

Salames	Duración desde la llegada al depósito hasta su vencimiento(días)					
La Casona	103	100	103	105	102	100
La Residencia	93	96	90	92	89	95
Milán	81	89	84	88	87	80
Tandilero	28	26	30	27	26	28

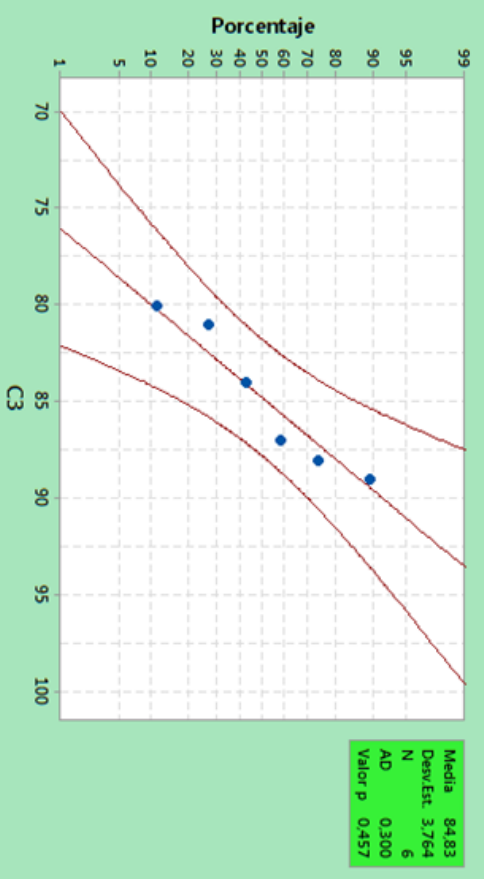
# Gráfica de Normalidad-Salame :La Casona

Normal - 95% de IC



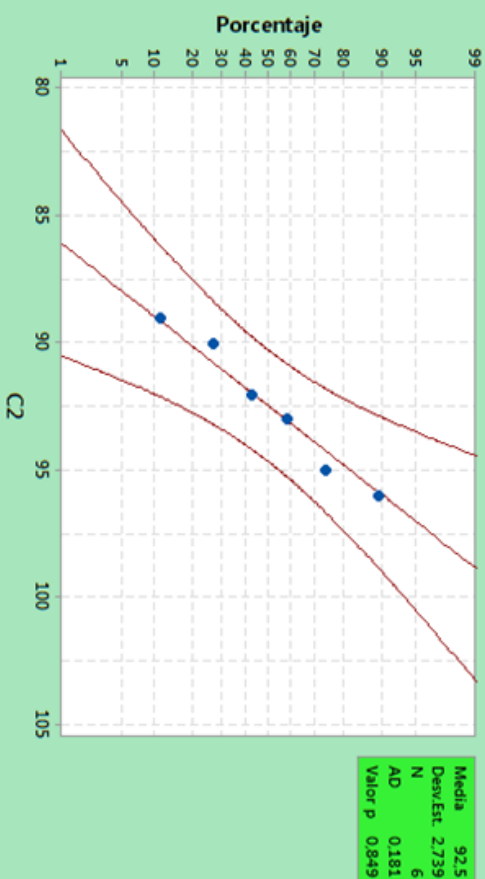
# Gráfica de Normalidad-Salame :Milan

Normal - 95% de IC



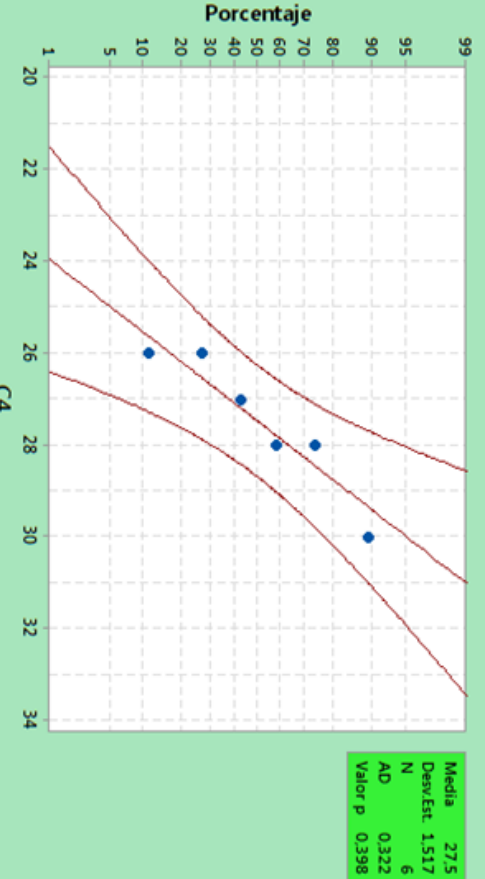
# Gráfica de Normalidad-Salame:La Residencia

Normal - 95% de IC



# Gráfica de Normalidad-Salame: Tandilero

Normal - 95% de IC



Modelo:

$$y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

↓	C1	C2	C3	C4
1	107	93	81	28
2	100	96	89	26
3	103	90	84	30
4	105	92	88	27
5	102	89	87	26
6	100	95	80	28

$\mu$ =media general

$a_i$ =variabilidad entre tratamientos

$e_{ij}$ =error experimental

Enunciar las suposiciones necesarias para el análisis de varianza de los datos suponemos que:

$$E_i \sim N(0, \sigma_e^2)$$

$$A_i \sim N(0, \sigma_a^2)$$

Cuadro del análisis de varianza

### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Marca de Salame	3	20515,2	6838,39	861,98	0,000
Error	20	158,7	7,93		
Total	23	20673,8			

Duración media de cada tipo de producto y Estimación de duración media en el intervalo de confianza 95%:

### Medias

Marca de Salame	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	6	102,83	2,79	(100,43; 105,23)
2	6	92,50	2,74	(90,10; 94,90)
3	6	84,83	3,76	(82,43; 87,23)
4	6	27,500	1,517	(25,101; 29,899)

Con el objetivo de obtener la información para que el director tome medidas respecto a su comercialización, se prueba la hipótesis de que no hay diferencia en la duración media de las 4 marcas diferentes empleando la prueba F.

Como en el cálculo del F observado se devolvió un número muy alto (861,98), podemos rechazar la hipótesis nula. Es decir que la duración promedio de los productos hasta su fecha de vencimiento no es la misma, por lo que el director deberá tomar medidas para el mejor desempeño de la venta rápida.

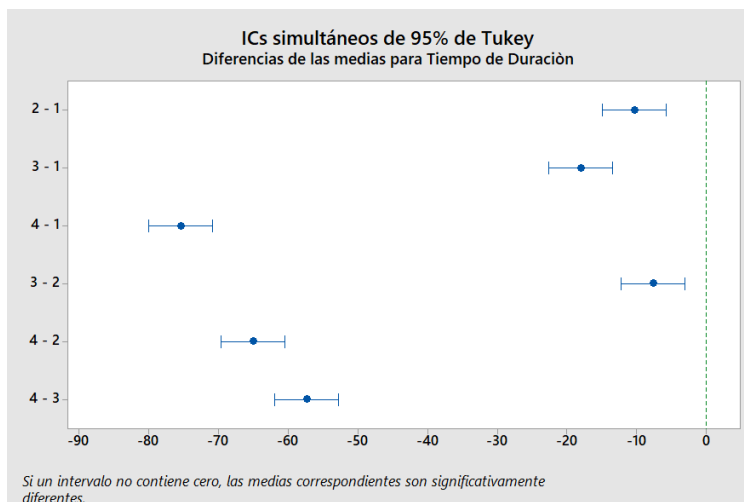
Como no son las mismas, para terminar de hacer una demostración completa del tema se procedió a realizar una comparación de a pares:

## Comparaciones en parejas de Tukey

### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Marca de Salame	N	Media	Agrupación
1	6	102,83	A
2	6	92,50	B
3	6	84,83	C
4	6	27,500	D

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



## Área de reparto.

El canal más importante del distribuidor es el Reparto. El área de Reparto abarca lo que se llama “logística externa” y se encarga de la entrega de los pedidos realizados por los clientes, su mantenimiento representa un costo muy importante por las distancias que debe recorrer. Para ello nos planteamos dos problemas, uno relacionado a la disminución de costos por entrega y otro, que fue de vital importancia para la empresa fue la planificación de una ruta que buscaba disminuir lo mayor posible la cantidad de Km recorridos por el camión encargado de la distribución de la Zona Norte.

## Costo por entrega:

El propietario, tiene interés en determinar los costos adecuados por entrega (Y). Para investigar esto, vamos a reunir información sobre una muestra aleatoria de 6 entregas recientes. Los factores que se consideran relacionados con el costo de entrega de un producto son:

Preparación (X1): Tiempo en horas desde la preparación del pedido hasta el momento en que los productos están listos para su entrega.

Entrega (X2): Tiempo de recorrido real en minutos desde el depósito hasta el cliente.

KM (X3): Distancia en km desde el depósito hasta el cliente A continuación, figura la salida de computadora del análisis obtenida con Excel:

Y	X1 (Horas Preparación)	X2(Horas viaje)	x3: Distancia en km
2100	0,5	2,1	126
1100	0,63	1,1	67
832	0,52	0,9	52
1475	0,55	1,6	92
5960	0,57	6,2	372
2945	0,61	2,3	184
2528	0,58	2	158

3	<i>Estadísticas de la regresión</i>								
4	Coefficiente de correlación múltiple	0,999999283							
5	Coefficiente de determinación R^2	0,999998566							
6	R^2 ajustado	0,999996416							
7	Error típico	3,588049044							
8	Observaciones	6							
9									
10	<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>								
11		<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
12	Regresión	3	17958965,59	5986321,862	464989,69	2,15058E-06			
13	Residuos	2	25,74819189	12,87409594					
14	Total	5	17958991,33						
15									
16		<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Infr 95%</i>	<i>Supe 95%</i>	<i>Infr 95,0%</i>	<i>Supe 95,0%</i>
17	Intercepción	-143,4001854	25,36652933	-5,653125956	0,0298951	-252,5435521	-34,256819	-252,54355	-34,256819
18		0,5	271,8955883	44,67657167	6,085865099	0,025953	79,66781524	464,12336	79,667815
19		2,1	22,89482852	4,760612627	4,809218963	0,0406203	2,411565608	43,378091	2,4115656
20		126	15,6073787	0,079028677	197,4900679	2,564E-05	15,26734575	15,947412	15,267346
21									

### **Modelo obtenido y prueba de su ajuste.**

Modelo de Regresión propuesto:  $Y = B_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + B_3 \cdot X_3 + \varepsilon$

Descripción de cada componente

Y: Costo por entrega - X1: Preparación - X2: entrega - X3: Kms

$\varepsilon$  : Error aleatorio ~ NID (0,  $\sigma^2$ )

B<sub>0</sub>: costo por entrega sin la intervención de los factores X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> y X<sub>3</sub>

B1: cambio en Y ocasionado por el cambio unitario en X1, manteniendo constante X2 y X3

B2: cambio en Y ocasionado por el cambio unitario en X2, manteniendo X1 y X3 constantes

B3: cambio en Y ocasionado por el cambio unitario en X3, manteniendo X1 y X2 constantes

**-Estadísticas de regresión: en base a la muestra aleatoria de 6 entregas**

Coeficiente de correlación múltiple= 0,999999283 » indica cierta relación lineal de Y con X1, X2 y X3

$R^2 = 0,999998566$  » indica que aproximadamente un 93,4% de la variación de los costos por entrega se atribuye a los factores X1, X2 y X3 considerados

$R_a^2 = 0,999996416$  » indica que el número de parámetros B se ajustan al tamaño de datos

$\sigma^2 = 3,588049044$  » estimación del error estándar del modelo

Significado de los coeficientes de regresión y su estimación por intervalos de confianza.

- Parámetros estimados:

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_0 = -143,40018537743 \\ \beta_1 = 271,89558830662 \\ \beta_2 = 22,8948285248515 \\ \beta_3 = 15,6073786967819 \end{pmatrix}$$

Modelo de estimación:  $Y = -143,4 + 271,9 \cdot X_1 + 22,9 \cdot X_2 + 15,6 \cdot X_3$

- Prueba de ajuste:  $H_0: B_1=B_2=B_3=0$                        $H_a: B_j \neq 0$  para algun  $j=1,2,3$

Estadístico de prueba:  $\frac{CM_{Regr}}{CM_{Residuos}} \sim F [\alpha=0,05, v_1=3, v_2=2]$

Fobs= 464989,7

$F [\alpha =0,05; v_1=3; v_2=2] = 19,16$

Fobs>Fcritico    Por lo tanto rechazamos  $H_0$ , Entonces las variables X1, X2 y X3 brindan información sobre los valores Y

**- Estimación por intervalos de confianza de los parámetros de regresión**

Confianza del 95%

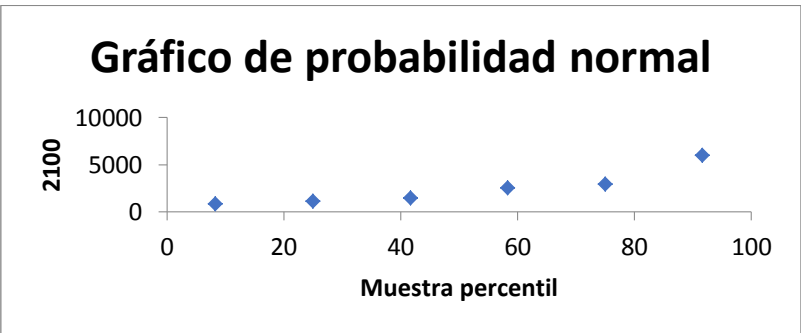
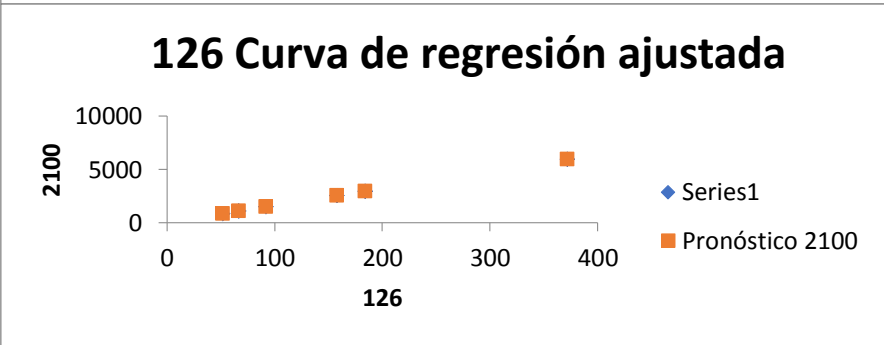
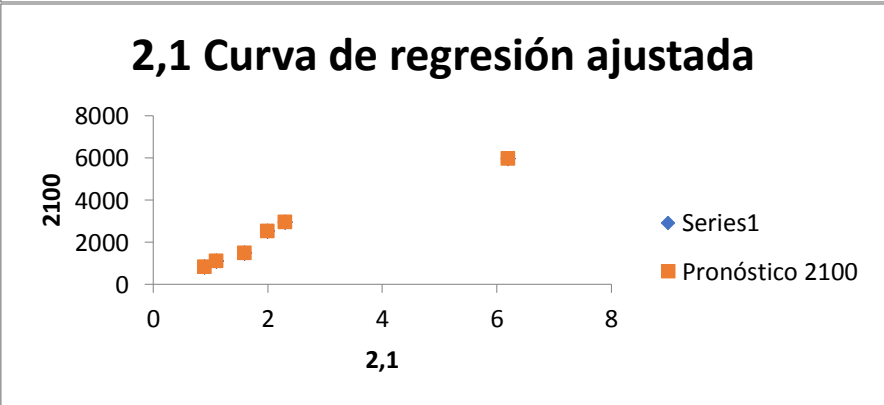
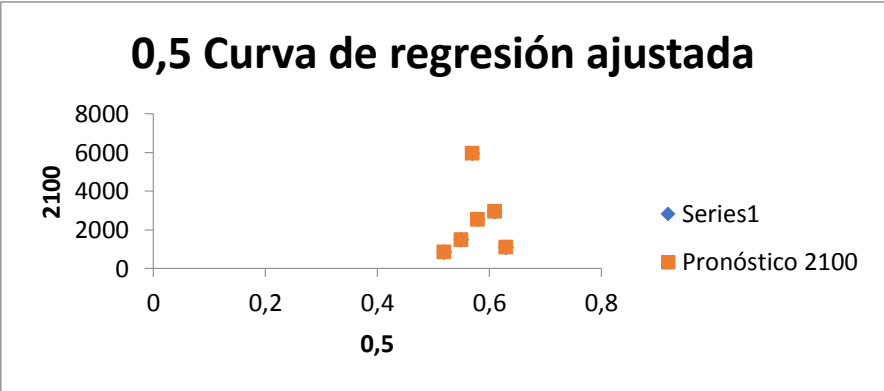
$-252,54 < B_0 < -34,26$

$79,67 < B1 < 464,12$

$2,41 < B2 < 43,38$

$15,26 < B3 < 15,95$

En base a la información brindada por los intervalos, no se puede omitir ninguna variable.



### Planificación de la Ruta:

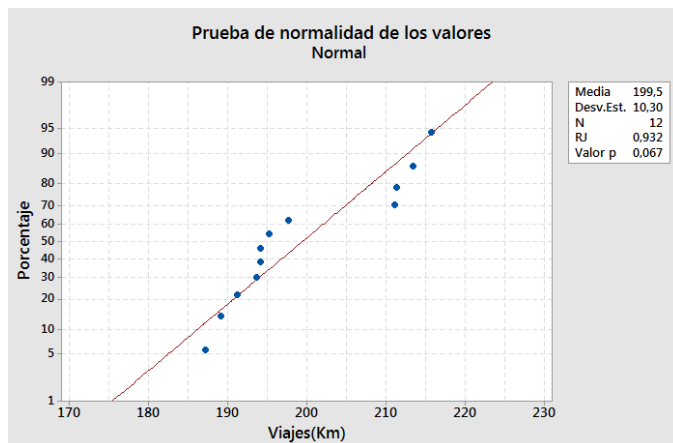
Un método para reducir los costos de combustible de los camiones de la distribuidora consiste en disminuir la cantidad de km recorridos. La zona norte de la ciudad de Salta presenta este problema puesto que las rutas de distribución no están planteadas del todo correcto. Se han propuesto 3 rutas, con los respectivos viajes que realiza cada camión, para llevar los productos desde la planta hasta zona norte. Se tomó una muestra de 4 viajes por ruta y obtuvimos los datos mostrados a continuación.

Ruta	viajes			
1	211,3	215,7	211,1	212,5
2	193,7	191,2	197,7	194,2
3	187,2	203,5	195,2	193,4

Vamos a demostrar con una prueba de Shapiro Wilks en minitab, si los datos provienen de una población con distribución normal con un nivel de significancia del 0.05%, comparando el valor p que obtenemos.

Ho: Proviene de una distribución normal

Ha: No proviene de una distribución normal



Cómo informar sobre cuál es el *valor p* tiene la ventaja de permitir que cualquiera decida qué hipótesis acepta basándose en su propio nivel de riesgo  $\alpha$ . Al proporcionar el *valor p* obtenido con la muestra actual, la decisión se hará de acuerdo a la regla siguiente:

sí  $p_v \leq \alpha$ , aceptar  $H_a$

sí  $p_v > \alpha$ , aceptar  $H_0$

Como valor  $p > \alpha$  No se rechaza  $H_0$

Una vez concluida la normalidad, mediante uso de la aplicación Minitab obtenemos los siguientes resultados:

Nivel de confianza individual = 97,91%

#### ANOVA de un solo factor: Viajes(Km) vs. Rutas

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Rutas	3	1. 2. 3

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Rutas	2	1087,13	543,566	61,05	0,000
Error	9	80,14	8,904		
Total	11	1167,27			

## ANOVA de un solo factor: Viajes(Km) vs. Rutas

### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Rutas	3	1, 2, 3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Rutas	2	1087,13	93,13%	1087,13	543,566	61,05	0,000
Error	9	80,14	6,87%	80,14	8,904		
Total	11	1167,27	100,00%				

### Resumen del modelo

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
2,98399	93,13%	91,61%	142,467	87,79%

#### Medias

Rutas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	4	212,88	2,15	(209,50, 216,25)
2	4	194,20	2,68	(190,82, 197,58)
3	4	191,45	3,86	(188,07, 194,83)

Desv.Est. agrupada = 2,98399

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Rutas	N	Media	Agrupación
1	4	212,88	A
2	4	194,20	B
3	4	191,45	B

## PRUEBAS SIMULTÁNEAS DE TUCKEY PARA DIFERENCIAS DE MEDIAS:

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Rutas	N	Media	Agrupación
1	4	212,88	A
2	4	194,20	B
3	4	191,45	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2 - 1	-18,68	2,11	(-24,57, -12,78)	-8,85	0,000
3 - 1	-21,43	2,11	(-27,32, -15,53)	-10,15	0,000
3 - 2	-2,75	2,11	(-8,64, 3,14)	-1,30	0,428

Nivel de confianza individual = 97,91%

#### ICs simultáneos de 95% de Tukey

#### Gráfica de intervalos de Viajes(Km) vs. Rutas

Realizando la comparación del estadístico de prueba de Tukey, en valor absoluto de las diferencias de las medias:

$|y_i - y_j| > DHS$ , podemos decir que por lo general Rechazamos la Hipótesis nula de que las medias de las rutas son iguales. Lo que concluimos entonces es que son diferentes, o sea el promedio de la ruta 1 es diferente al promedio de la ruta 2 y 3, al igual que el promedio de la ruta 2 es diferente al promedio de la ruta 3, pero como la ruta 2 y 3 incluye el cero en su intervalo nos permite realizar el siguiente análisis de agrupación de información proporcionado por minitab.

## Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Rutas	N	Media	Agrupación
1	4	212,88	A
2	4	194,20	B
3	4	191,45	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

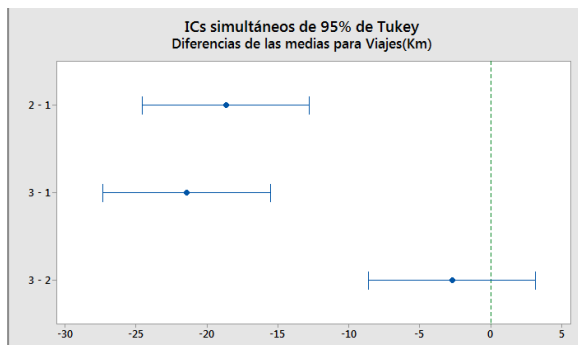
## Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2 - 1	-18,68	2,11	(-24,57, -12,78)	-8,85	0,000
3 - 1	-21,43	2,11	(-27,32, -15,53)	-10,15	0,000
3 - 2	-2,75	2,11	(-8,64, 3,14)	-1,30	0,428

Nivel de confianza individual = 97,91%

## ICs simultáneos de 95% de Tukey

### Gráfica de intervalos de Viajes(Km) vs. Rutas



Por lo tanto, podemos concluir que las mejores rutas son las rutas 2 y 3 para realizar una distribución adecuada y económica sobre la zona Norte

## CONCLUSIONES

Se llegó a la conclusión de lo importante que es el diseño de experimentos, lo fundamental de planear paso a paso las operaciones para así obtener un resultado satisfactorio a nuestro problema planteado.

Los conceptos antes mencionados, tales como prueba de distribución normal, confiabilidad, análisis de regresión, análisis de varianza, prueba de Tukey han sido analizados e investigados de tal manera de entender, organizar y tomar decisiones que estén de acuerdo con los análisis efectuados.

Se observó que los productos tienen una confiabilidad del 90% en su conservación, mientras que un producto determinado, en este caso el salame tiene duraciones distintas para cada una de las marcas seleccionadas.

Como se puede apreciar un diseño debe de ser lo más sencillo posible y así poder ahorrar tiempo, inversión y personal, pero no por eso se deben de olvidar considerar los principios básicos en el diseño.

Finalmente, por medio de dicho análisis podremos establecer información grata a la distribuidora Sancor para poder perfeccionar el conservado y la comercialización de sus productos

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Libros:**

Diseño de Experimentos: Principios Estadísticos de Diseño y Análisis de Investigación | 2da Edición | Robert O. Kuehl

Probabilidad y Estadística Aplicada a La Ingeniería | E. Valencia Rondon | Montgomery y Runger

Estadística para investigadores| E. reverte | Box Hunter

Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias| William Mendenhall, Terry Sincich |Editorial Prentice Hall. Cuarta Edición. México. 1997

Fundamentos de Estadística |Daniel Peña Alianza| Editorial. España. 2008.

Diseño y Análisis de Experimentos |Douglas C. Montgomery |Grupo Editorial Iberoamérica. Tercera Edición. México. 1993

Teoría de la Catedra.

### **Páginas web solicitadas:**

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/dto351-1979-anexo4.htm>

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/texact.htm>

[https://play.google.com/store/apps/details?id=crunchybytebox.lightmeter&hl=es\\_AR](https://play.google.com/store/apps/details?id=crunchybytebox.lightmeter&hl=es_AR)