

## Pronóstico de la demanda de un Proyecto de inversión Forecasting the demand for an investment project

Juan C. Soto Romero <sup>a</sup>

---

### Abstract:

The work presents a comparison in the determination of the demand forecast, to base an investment project, using the linear regression methods and the Winters exponential smoothing method. Both processes are described, as well as how to obtain the calculations, the equations used and the comparison of the results. In the final part, the reason why prefer one method over another is raised, for this case study.

### Keywords:

Forecasts, winters, linear regression

---

### Resumen:

El trabajo presenta una comparación en la determinación del pronóstico de la demanda, para fundamentar un proyecto de inversión, mediante los métodos de regresión lineal y el método de suavizamiento exponencial Winters. Se describen ambos procesos, así como la forma de obtener los cálculos, las ecuaciones utilizadas y la comparación de los resultados. En la parte final, se plantea, la razón del porqué preferir un método sobre otro, para este caso de estudio.

### Palabras Clave:

Pronosticos, Winters, Regresión lineal

---

### Introducción

Para desarrollar un proyecto de inversión, es importante contar con las herramientas que permitan sustentarlo, como es el caso del análisis financiero; para que este sea lo más confiable posible, se deben de plantear métodos de predicción de demanda, que permitan tener un estimado de ventas y con ello, poder calcular el rendimiento que pueda tener una empresa.

La empresa denominada "Zlivor" dedicada a realizar alimentos especialmente para personas con enfermedades asociadas a la nutrición, pretende acceder a un financiamiento para formalizar su negocio, donde parte importante, es sustentar la predicción de la demanda. En esta ocasión, se comenzó realizando el pronóstico por medio de una regresión lineal, sin embargo, se pudo notar, que el comportamiento de los datos registrados en la fase

de experimentación, no tienen solo esa tendencia de crecimiento lineal, sino que se podían notar ciclos, los cuales se pueden repetir, pues existen alimentos, que no están disponibles en todo el año o existen algunos que se consumen más en algunas épocas, que en otras.

Para esto, se decidió comparar los resultados obtenidos con la regresión lineal, frente al método Winters, el cuál es un método de amplificación perfeccionada del enfoque del suavizamiento exponencial; este método permite una impresión general y la elaboración de pronósticos a corto plazo, con la bondad de realizar fácilmente ajustes, que permiten disminuir la incertidumbre de los pronósticos (Mira Segura , Trejo Martínez , & López Cruz , 2018).

### Pronósticos

El análisis de regresión, representa uno de los métodos para realizar pronósticos, que se basan en la tendencia.

---

<sup>a</sup> Juan Carlos Soto Romero, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-3065-1675>, Email: [jcsoto@uaeh.edu.mx](mailto:jcsoto@uaeh.edu.mx)

Para ello se define a  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  de  $n$  datos apareados para las variables  $X$  y  $Y$ ; siendo  $Y$  la variable dependiente y  $X$  la variable independiente. Al haber una relación entre ambas variables, esta se puede representar mediante una línea recta, con la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = a + bX \quad (1)$$

Donde  $\hat{Y}$  es el valor predicho de  $Y$ . Los valores de  $a$  y  $b$  en la ecuación de la recta, son valores que minimizan la suma de las distancias cuadráticas entre la línea de regresión y los puntos dados (Nahmias, 2007).

Para realizar el pronóstico de la demanda para "Zlivor", se utilizaron los datos de las ventas registradas, en un periodo de ocho meses en los que operó la empresa. Los datos obtenidos son bivariados, pues para cada producto, se registra la demanda y el periodo.

Al graficar estos puntos, se puede observar que los puntos tienden a inclinarse hacia arriba y a la derecha, lo que indica, que, con el paso del tiempo, los clientes conocieron los productos e incrementaron la demanda. El gráfico que representa este método, se conoce como gráfico de dispersión y se puede observar en el gráfico 1 (Navidi, 2006).

En algunas ocasiones, la demanda de un producto se puede observar con una tendencia, sin embargo, como es el caso de este estudio, la venta de ensaladas se puede ver que va en aumento, sin embargo, existen temporadas en las que la demanda sea especialmente mayor, donde se puede suponer el gusto por ciertos productos por el factor del clima, que incluso es determinante para la cantidad de producto que existe en el momento y las características del mismo.

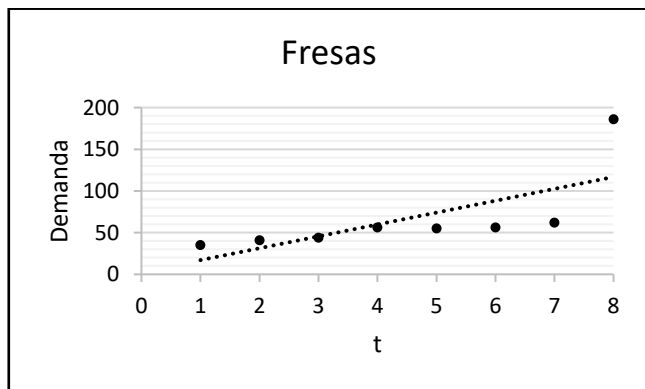


Gráfico 1. Gráfico de dispersión, de la demanda de la ensalada de fresas en un periodo de 9 meses. El gráfico contiene la ecuación de la línea de tendencia.

Este efecto se ha de tomar en cuenta utilizando el método Winters, ya que esto representa un problema estacional. El método Winters es un tipo de suavizamiento exponencial triple, con la ventaja de su fácil actualización. Este método se realiza suponiendo el siguiente modelo:

$$D_t = (\mu + G_t)c_t + \epsilon_t \quad (2)$$

Donde  $\mu$  es la señal base en el tiempo  $t = 0$  excluyendo la estacionalidad,  $G_t$  como el componente de tendencia o pendiente,  $c_t$  como el componente estacional multiplicativo en el periodo  $t$ , y finalmente  $\epsilon_t$  como el término de error.

Si la duración es exactamente  $N$  periodos y los factores estacionales son los mismos y tienen la propiedad  $\sum c_t = N$ , se usan tres ecuaciones de suavizamiento en cada periodo para actualizar los datos de serie desestacionalizada, los factores estacionales y la tendencia. Las ecuaciones son:

La serie, definida por  $S_t$ , mide el nivel actual de la serie desestacionalizada:

$$S_t = \alpha \left( \frac{D_t}{c_t - N} \right) + (1 + \alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (3)$$

La tendencia, donde el nuevo estimado de intercepción,  $S_t$ , provoca que se modifique el estimado de pendiente en la cantidad  $S_t - S_{t-1}$ , y se promedia con el valor estimado anterior de la pendiente  $G_{t-1}$ .

$$G_t = \beta [S_t - S_{t-1}] + (1 - \beta)G_{t-1} \quad (4)$$

Los factores estacionales

$$c_t = \gamma \left( \frac{D_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)c_{t-1} \quad (5)$$

La relación de la observación de la demanda más reciente sobre el estimado actual de la demanda desestacionalizada da como resultado el estimado del factor estacional.

Por último, el pronóstico realizado en el periodo  $t$  para cualquier periodo futuro  $t + \tau$ , está dado por:

$$F_{t,t+\tau} = (S_t + \tau G_t)c_{t+\tau-N} \quad (6)$$

Esta ecuación de pronóstico supone que  $t \leq N$ . Si  $N < \tau \leq 2N$ , el factor estacional adecuado será  $c_{t+\tau-2N}$  y así sucesivamente.

### Tratamiento de datos

Se realizó la metodología para 5 platillos, los datos se obtuvieron mediante la fase de experimentación del negocio, con una duración de 8 meses, donde cabe mencionar, que el último mes evaluado fue el mes de diciembre, y es notable el incremento de ventas, que se justifica por haber dado servicio para cenas de las festividades propias del tiempo. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Ventas realizadas en un periodo de 8 meses, de 5 platillos.

Platillo	Periodo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fresas	35	41	44	56	55	56	62	182
César	32	34	30	42	44	39	46	72
Andaluza	75	72	73	85	92	87	96	86
Uvas	63	68	75	71	92	93	88	148

Apio	81	79	85	92	106	98	108	102
------	----	----	----	----	-----	----	-----	-----

La siguiente gráfica, muestra las ventas de la ensalada andaluza, donde se puede observar una tendencia, sin embargo, también se pueden notar 2 estaciones, que van por épocas del año.

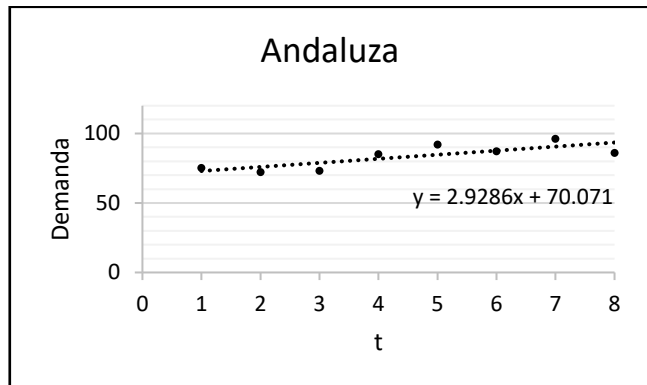


Gráfico 2. Gráfico de dispersión de la ensalada andaluza, donde se observa la tendencia, con su ecuación y la separación de estaciones.

### Resultados

En la siguiente tabla, se muestran los resultados del análisis de regresión lineal, para los cuales, se han de calcular los valores de la pendiente de la recta de regresión lineal, así como los valores de la ordenada al origen, definida por b.

Tabla 2. Valores de la recta de regresión lineal.

Platillo	Valores de regresión lineal	
	m	b
Fresas	14.25	2.75
César	4.39	22.61
Andaluza	2.93	70.07
Uvas	9.17	46
Apio	4.11	75.39

Con los valores anteriores, se determinó la demanda probable (Nahmias , 2007), la tabla 3 muestra dicha predicción, cuyos valores se obtienen al sustituir, los valores de la tabla 2 en la ecuación 1. Para efectos de este análisis, se hace la predicción de 8 periodos.

Tabla 3. Predicción de la demanda, según la regresión lineal.

Platillo	Periodo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fresas	146	160	174	188	203	217	231	245
César	67	71	76	80	85	89	93	98
Andaluza	100	103	106	109	112	115	117	120

Uvas	138	147	157	166	175	184	193	202
Apio	117	121	125	129	133	138	142	146

Los resultados anteriores, se comparan con los resultados que se obtienen del método Winters.

Como primer paso para desarrollar este método, se determina la media de la muestra de las dos estaciones de datos (esto se hace por cada platillo), posterior a ello, se determina el estimado de la pendiente inicial,  $G_0$ , así como el valor de la serie en el tiempo,  $S_0$ , los datos se muestran en la tabla 4. (Nahmias , 2007).

Platillo	Media de estaciones		$G_0$	$S_0$
	$V_1$	$V_2$		
Fresas	44	89.75	11.44	106.91
César	34.5	50.25	3.94	56.16
Andaluza	76.25	90.25	3.50	185.75
Uvas	69.25	105.25	9.00	118.75
Apio	84.25	103.50	4.82	110.73

Los factores iniciales se calculan para cada periodo del que se tengan datos disponibles y se promedian para obtener el conjunto de factores estacionales. Lo anterior se realiza mediante la siguiente ecuación, que divide cada una de las observaciones iniciales entre el punto, a lo largo de la línea que conecta  $V_1$  y  $V_2$ .

$$c_t = \frac{D_t}{V_t - [(N+1)/2 - j]G_0} \quad (7)$$

Donde  $i = 1$  para la primera estación y  $j$  es el periodo de la estación. Esto es,  $j = 1$  para  $t = -2N + 1$  y  $t = -N + 1$ ;  $j = 2$  para  $t = -2N + 2$  y  $t = -N + 2$ , y así sucesivamente. Posterior a ello, se promedian y se normalizan los factores estacionales, que, para este caso de estudio, se obtuvieron 4 factores, de lo que se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4. Factores estacionales.

Platillo	Factores estacionales ( $\sum = 4$ )			
	$c_{-3}$	$c_{-2}$	$c_{-1}$	$c_0$
Fresas	1.05	0.86	0.76	1.33
César	1.06	0.93	0.85	1.16
Andaluza	1.07	0.98	0.98	0.97
Uvas	1.06	0.98	0.91	1.05
Apio	1.08	0.97	0.99	0.96

Una vez obtenidos estos datos, se puede pronosticar la demanda con la ecuación 6, en este caso, se realizó el cálculo para pronosticar la demanda del siguiente año en el tiempo  $t = 0$  y para 4 periodos, de lo que se arroja la siguiente información:

Platillo	Demanda en $t = 0$			
	$F_{0,1}$	$F_{0,2}$	$F_{0,3}$	$F_{0,4}$
Fresas	124.26	101.78	89.95	157.41

César	63.71	55.89	51.09	69.72
Andaluza	202.50	185.47	185.47	183.57
Uvas	132.42	125.20	116.25	134.14
Apio	124.79	112.08	114.39	110.93

Es importante la consideración de elegir constantes de suavizamiento apropiadas  $\alpha, \beta$  y  $\gamma$ , como estas se obtienen por medio de la experimentación con varios valores de los parámetros que retrospectivamente mejor se ajusten a la serie y los cálculos suelen ser tediosos, se toma la postura de adoptar valores entre 0.1 y 0.2, para garantizar pronósticos estables.

El método se ha de actualizar, procedimiento que se realiza ajustando con los datos de las ventas reales, donde se estima el nuevo nivel, tendencia y estacionalidad. Con esto, se puede obtener un mejor pronóstico de la demanda para el siguiente periodo y así sucesivamente, un tercer periodo, será mejor pronosticado cuando se tengan los datos de dos periodos transcurridos y el modelo establecido (Maguiña Rivero, 2016).

### Conclusiones

Este trabajo presenta una comparación de dos métodos utilizados en los pronósticos de la demanda. Se presenta un ejemplo donde se dispone de la información de un negocio, que pretende fundamentar la solicitud de un financiamiento. Para tales efectos, es muy importante, detallar el análisis financiero, que, para realizar su predicción, hay que elaborar un pronóstico de la demanda; si bien se sabe, que todo método de pronósticos, tiene un grado de incertidumbre, se debe de buscar aquel, que reduzca dicho parámetro lo mejor posible.

Se encuentra que el método de la regresión lineal arroja datos que siempre van en aumento, tal como lo marca su línea de tendencia, sin embargo, con el análisis de los datos registrados, se logró observar que la demanda de los productos, mostraba una estacionalidad. El método Winters, ha proporcionado datos, que se consideran más realistas, pues estos no siempre van en aumento.

Gracias al tipo de cálculo, se arrojan datos que oscilan en demandas ascendentes y descendentes, tal como se ha podido observar en la fase de experimentación. Con esto se puede suponer un pronóstico con un mejor grado de precisión que la regresión lineal.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit volutpat, ultricies in primis mollis enim lobortis morbi sodales, praesent nisi nec cubilia integer congue feugiat.

### Referencias

- [1] Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Administración de la cadena de suministro. Estrategia, Planeación y Operación. México: Pearson Educación.
- [2] Maguiña Rivero, O. (Noviembre de 2016). El método de Pronóstico Holt-Winters.
- [3] Mira Segura, L., Trejo Martínez, A., & López Cruz, D. (2018). Aplicación del método de Holt-Winters para pronósticos de inventarios. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- [4] Nahmias, S. (2007). Análisis de la producción y de las operaciones. México: McGraw-Hill Interamericana.
- [5] Navidi, W. (2006). Estadística para ingenieros y científicos. México: McGraw-Hill.