

IMPLEMENTACIÓN DE UN PRONÓSTICO EN LA PRODUCCIÓN DE TORTILLAS COMO SOPORTE EN LA PREPARACIÓN DE SUS INSUMOS

Francisco Juárez Herrera

Profesor de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México campus Iguala, Guerrero, México

Jesús Eduardo Alpízar Román

Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Tecnológico Nacional de México campus Iguala, Guerrero, México

Sofía Castrejón Pérez

Profesora de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México campus Iguala, Guerrero, México

Julio Cesar Flores Cabrera

Profesor de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México campus Iguala, Guerrero, México

Agustín Acevedo Figueroa

Profesor de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México campus Iguala, Guerrero, México

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: En este trabajo se presentan los resultados de investigación que se realizó en una tortillería ubicada en la ciudad de Taxco de Alarcón, Guerrero. Las actividades se centraron en la problemática de la producción de la tortilla, específicamente en la disponibilidad de su insumo principal que es la masa y del insumo de este que es la disponibilidad del nixtamal. El objetivo fue la de aplicar un modelo de pronóstico, que permitiera conocer las ventas por cada día de la semana, y de aquí desprender la cantidad de masa a tener disponible para la preparación de la tortilla y a su vez la cantidad mínima de nixtamal para la producción de la masa. Se determinó los pronósticos de ventas de cada día de la semana, con la característica de que tiene un comportamiento estacional durante el ciclo de una semana, esto permitió definir la cantidad mínima de nixtamal a preparar, y esta a su vez definir la cantidad de masa para producir las tortillas de cada día de la semana. Esta estrategia permite contar con las tortillas suficientes para la venta del día y evitar que el cliente se retire sin el servicio y se minimice el sobrante del producto.

Palabras clave: Pronóstico, Índice estacional, Series de tiempo, Tortillas, Masa.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es realizar un pronóstico de ventas implementado en una tortillería de la ciudad de Taxco de Alarcón, Guerrero, debido a que el propietario desea obtener el pronóstico de la venta de su producto para la próxima semana, con la finalidad de conocer la cantidad de materia prima que va a utilizar para la elaboración de sus tortillas, por este motivo es importante mencionar que este proyecto esta específicamente enfocado a las tortillas. El servicio que ofrece este negocio es el de satisfacer las necesidades de sus consumidores, mediante la venta de tortillas de distintos tamaños, las cuales tienen un

precio de \$26.00 por kilo sin importar si estas son chicas, medianas o grandes, al igual que la venta de masa es de \$20.00 por kilo, abriendo de lunes a domingo en un horario de 8:00 a 16:00 hrs.

En el cuadro 1 se muestran las ventas de las tortillas por kilo, correspondientes a seis semanas de los meses febrero y marzo. De aquí puede notarse que los días de mayor venta corresponden a los días viernes, sábado y domingo, esto obedece a que Taxco es una ciudad turística y recibe a personas cuyo interés es adquirir plata los días sábados y domingos, esto se vuelve un impulso para los comercios ubicados en las calles aledañas, aunado a que la mayoría de las celebraciones locales son realizadas en fines de semana por ejemplo casamientos, festejos de XV años, fiestas de cumpleaños, etc. Por ello requieren atención exclusiva y personalizada.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Tomando como referencia el cuadro 1, que es la venta reciente de tortillas por día, en la gráfica 1 se muestra el comportamiento diario de las ventas totales de los kilos de tortillas. En esta gráfica puede notarse el comportamiento de las ventas, donde este tiene un comportamiento estacional en un ciclo de una semana, debido a que existen fluctuaciones, es decir movimientos ascendentes y descendentes periódicos en cada ciclo de una semana.

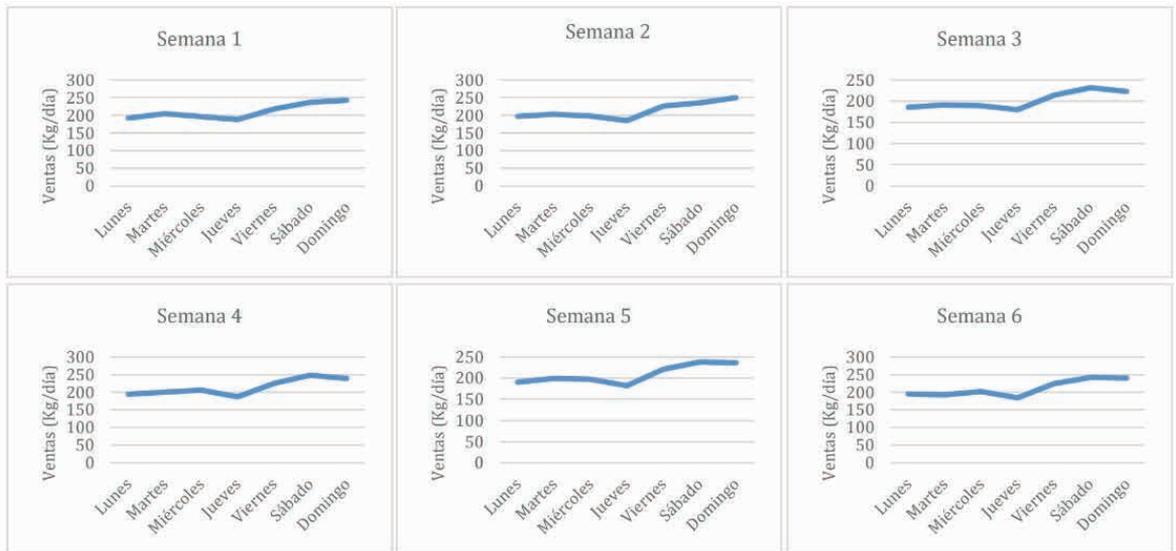
En la gráfica 2. Se puede notar el comportamiento de las ventas por semana, en donde se observa que la serie de los datos tienen un comportamiento similar, es decir que los días lunes y jueves las ventas son bajas, los martes y miércoles asciende ligeramente, a partir del viernes hasta el domingo las ventas ascienden notablemente. Debe mencionarse algunas de las características particulares de esos días, por ejemplo, los días jueves las ventas bajas se debe a que hay muchos negocios que

Semanas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Semana 1. 01 al 07 de febrero	192	205	196	188	218	237	243
Semana 2. 08 al 14 de febrero	197	203	198	185	226	235	250
Semana 3. 15 al 21 de febrero	186	191	189	180	214	232	223
Semana 4. 22 al 28 de febrero	194	200	206	187	225	248	239
Semana 5. 01 al 07 de marzo	190	199	197	182	221	238	236
Semana 6. 08 al 14 de marzo	195	193	202	184	224	242	240

Cuadro 1. Ventas de las tortillas por kilo en el lapso de una semana.



Gráfica 1. Comportamiento de las ventas totales de los kilos de tortillas por día.



Gráfica 2. Ventas totales de los kilos de tortillas por día-semana.

no dan servicio y por lo tanto no requieren tortillas, contrario a los días viernes, sábados y domingos, donde las ventas son mayores. En el fin de semana la venta es mayor, debido a que, en la ciudad de Taxco, como ya se mencionó anteriormente, depende del turismo, además de que los taxqueños acostumbran hacer celebraciones de tipo familiar. Por este motivo se solicitan servicios de taquerías y otros platillos que requieren el uso de las tortillas.

A continuación, se da un análisis por día de la gráfica 3. Se puede ver el comportamiento de las ventas por semana, el *lunes* se observa que no fueron altas ni bajas, pero que aumentaron durante la segunda semana, pudo deberse a que tal vez hubo algún día festivo, sin embargo, en la semana 3 tuvieron un declive, pero que no afectaron demasiado ya que en las semanas posteriores se regularizaron, es decir tuvieron un incremento.

Para los días *martes* se observa que en la gráfica de la semana 1, las ventas fueron las mayores a comparación de las otras semanas, posteriormente en las semanas 2 y 3 las ventas disminuyeron significativamente, en la cuarta las ventas aumentaron y en la quinta se mantuvieron, en la semana 6 volvieron a disminuir. Con base en estos datos, podemos concluir que las ventas van disminuyendo, por esta razón en conjunto con el propietario posteriormente se debe de hacer un análisis de lo que ocurre los días martes, para encontrar la causa y establecer una estrategia de ventas.

De igual manera en esta grafica se puede ver el comportamiento de las ventas por semana de los días *miércoles* y se nota que en la primer semana las ventas no fueron altas ni bajas, en la semana 2 las ventas se mantuvieron, sin embargo en la tercera semana disminuyeron, siendo esta la más baja, lo cual es algo inusual, pero no se ve afectado porque en la semana 4 las ventas aumentaron significativamente, en la quinta semana volvieron a disminuir un poco, pero en la semana 6 aumentaron, por lo

que se intuye que las ventas van hacia la alza.

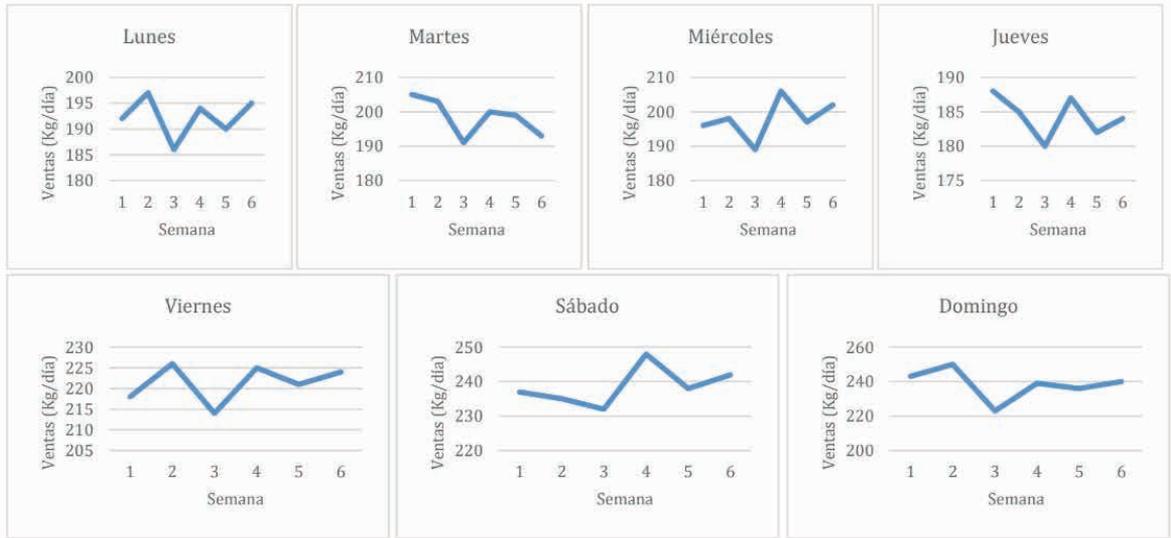
Los días *jueves*, es posible notar que sigue un comportamiento similar al de los días martes ya que de la semana 1 a la semana 3 hay un bajo flujo de ventas, que posteriormente en la cuarta semana se recupera volviendo a recaer en la semana 5, en la sexta semana el aumento fue mínimo, se concluye que las ventas van disminuyendo, y este tiende a la media.

En el caso de los *viernes*, se puede observar como el comportamiento va variando debido a las altas y bajas ventas que ocurren semana tras semana, sin embargo, se nota un pequeño aumento.

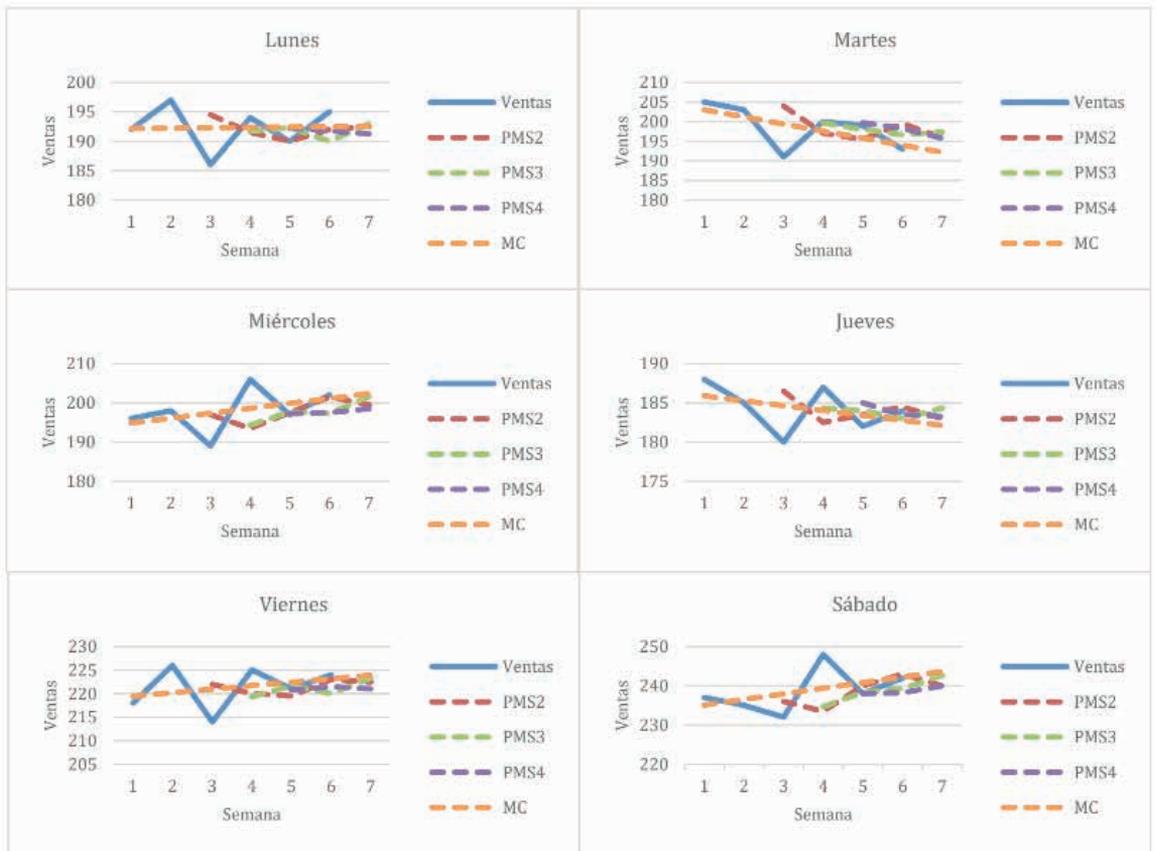
Así mismo en esta gráfica se puede ver el comportamiento para los días *sábados*, en donde se mira que en las tres primeras semanas las ventas son las más bajas, sin embargo, las ventas aumentaron significativamente en la semana 4, en la quinta semana tuvieron una pequeña disminución, pero se recuperó en la semana 6, se observa que las ventas van aumentando.

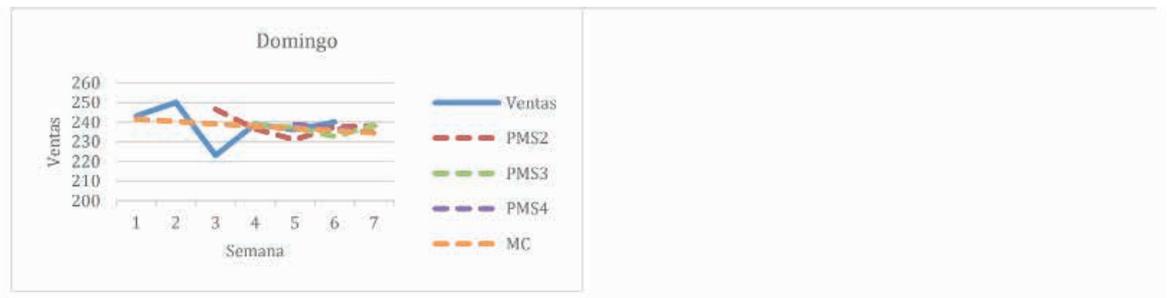
Por último, los días *domingos* se puede notar que en las primeras 2 semanas hubo un incremento de ventas y en la semana 3 hubo una decaída, en la cuarta semana aumentaron, después en la semana 5 se mantuvo y en la sexta semana aumentaron muy poco.

En la gráfica anterior, puede notarse que, en la mayoría de las series, estas responden a una tendencia, salvo las series de los días lunes y domingo, sin embargo, tratando de ser conservador en las ventas, a todos los días se les aplicaron los modelos de pronóstico de mínimos cuadrados (pronóstico causal) y de promedio móvil simple (pronóstico de un nivel constante). Para el caso de los promedios móviles, se realizó el pronóstico para dos, tres y cuatro datos. En la gráfica 4, se muestra el resultado de los pronósticos de promedios móviles con dos datos (PMS2), promedio móvil simple con tres datos (PMS3), promedio móvil simple con cuatro datos (PMS4) y el de



Gráfica 3. Comportamiento de las ventas totales de los kilos de tortillas de los días lunes a domingos.





Gráfica 4. Pronóstico de ventas de los días de la semana 7, con promedio móvil simple y mínimos cuadrados.

Día	Promedio Móvil Simple			Mínimos Cuadrados
	PMS2	PMS3	PMS4	MC
Lunes	3.50	3.22	2.75	2.97
Martes	6.50	1.67	3.00	3.13
Miércoles	5.38	5.67	2.38	3.75
Jueves	3.25	1.89	1.75	2.10
Viernes	3.88	3.44	1.38	3.30
Sábado	5.38	5.44	1.88	3.51
Domingo	8.38	3.00	2.88	5.61

Cuadro 2. Valores de MAD para cada pronóstico de los días de la semana.

Día de la semana	Semanas						
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7 (Pronóstico)
Lunes	192	197	186	194	190	195	191.25
Martes	205	203	191	200	199	193	197.33
Miércoles	196	198	189	206	197	202	198.50
Jueves	188	185	180	187	182	184	183.25
Viernes	218	226	214	225	221	224	221.00
Sábado	237	235	232	248	238	242	240.00
Domingo	243	250	223	239	236	240	234.50
Total	1,479	1,494	1,415	1,499	1,463	1,480	1,465.83

Cuadro 3. Resultado de la proyección para la semana 7.

mínimos cuadrados (MC), como lo siguieren (Chapman, 2006) y (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

De los pronósticos que se muestran en la gráfica 4, estos se evaluaron con la medida de la Desviación Absoluto Media (MAD), que es un método de medición del error de pronósticos (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), el concentrado de esta evaluación se muestra en el cuadro 2.

En el cuadro 3 se muestra el resultado de la proyección para la semana 7, estas son resultado de las series mostradas en la gráfica 4 y de la evaluación mostrado en el cuadro 2, donde se muestra que los modelos de pronósticos que presentan menor error son la de promedio móvil de tres y cuatro datos.

En el cuadro 4, se emplea la metodología empleada por (Heizer & Render, 2009) y (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), donde el resultado de la proyección para la semana 7 es calculado con el índice de estacionalidad. En la columna dos, se calcula la *demanda (1-6) promedio* de las seis semanas de cada día de la semana. La *demanda promedio diario* es resultado de dividir 1,471.67 entre 7, que son los días de la semana. El *índice de estacionalidad*, se calcula dividiendo la *demanda (1-6) promedio* entre la *demanda promedio diario*. Finalmente se obtiene el *pronóstico de la semana 7 con índice estacional*, que es el resultado de dividir 1,465.83 entre 7 (cuyo resultado es 209.40), y este a su vez se multiplica por cada valor del *índice estacional*.

COMENTARIOS FINALES

RESUMEN DE RESULTADOS

En este trabajo se analizó el comportamiento de la demanda en la venta de tortillas durante seis semanas, con la aplicación de los modelos de pronósticos de promedios móviles y mínimos cuadrados. Estas, fueron evaluados con la medida de la Desviación Absoluto

Media, de los modelos elegidos, estos se ajustaron con un índice estacional en un ciclo de una semana. El pronóstico encontrado sirvió como referencia para determinar la cantidad de masa y nixtamal a preparar durante el día. En el cuadro 5, se muestra los insumos necesarios para la elaboración de las tortillas a una medida que no permita el desperdicio o faltante cuando el cliente lo solicite.

CONCLUSIONES

Esta investigación permitió aplicar los modelos de pronósticos que mejor se ajustaron a la problemática de la demanda de tortillas, y esto permitirá a partir de este estudio contar con cifras cercanas a la realidad de la demanda. Permitiendo de esta forma tener la certeza de disponer y preparar los insumos para la producción de la tortilla de cada día de la semana, los resultados encontrados se muestran en el cuadro 5.

RECOMENDACIONES

Se ha recomendado a la tortillería seguir el camino de los pronósticos para identificar los problemas que se le presente, y de igual manera pueda solucionarlos, además de que les permitirá saber el comportamiento de sus ventas, así como fenómenos inusuales que pueda notar. Actualmente en la preparación de las tortillas se preparan diariamente de 2 a 3 bultos de maíz para la preparación del nixtamal, quedando pendiente un estudio de los ajustes para preparar cantidades menores a un bulto (50 Kg), para dar cumplimiento a la demanda pronosticada.

Día de la semana	Demanda (1-6) promedio	Demanda promedio diario	Índice estacional	Pronóstico semana 7 con índice estacional.
Lunes	192.33	210.24	0.9148	191.57
Martes	198.50	210.24	0.9442	197.71
Miércoles	198.00	210.24	0.9418	197.22
Jueves	184.33	210.24	0.8768	183.60
Viernes	221.33	210.24	1.0528	220.46
Sábados	238.67	210.24	1.1352	237.72
Domingos	238.50	210.24	1.1344	237.55
Total	1,471.67			1,465.83

Cuadro 4. Resultado de la proyección para la semana 7, incluyendo el índice de estacionalidad.

Día de la semana	Pronóstico de las ventas de tortillas	Maíz a utilizar	Cal a utilizar	Litros de agua a utilizar
Lunes	191.57 Kg	95.78 Kg	0.747 Kg	191.56 l
Martes	197.71 Kg	98.85 Kg	0.771 Kg	197.70 l
Miércoles	197.22 Kg	98.61 Kg	0.769 Kg	197.22 l
Jueves	183.60 Kg	91.80 Kg	0.716 Kg	183.60 l
Viernes	220.46 Kg	110.23 Kg	0.859 Kg	220.46 l
Sábado	237.72 Kg	118.86 Kg	0.927 Kg	237.72 l
Domingo	237.55 Kg	118.77 Kg	0.926 Kg	237.54 l

Cuadro 5. Insumos críticos necesarios para la elaboración de tortillas

REFERENCIAS

Chapman, E. N. (2006). *Planificación y control de la producción* (1a ed.). México: Pearson Educación.

Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (7a ed.). México: Pearson Educación.

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor* (8a ed.). México: Pearson Educación.