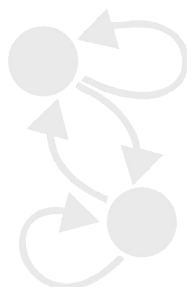


Pronóstico de cadenas Markov para la planeación de estrategias comerciales en la empresa Marinter, S. A. de C.V.

RESUMEN: En este artículo se presentan los resultados de la investigación llevada a cabo en la distribuidora Marinter, S.A. de C.V.; empresa dedicada a comercializar productos de abarrotes con la finalidad de aplicar métodos estocásticos y generar un pronóstico al producto, "Salsa de la Viuda", el cual se seleccionó por ser el de menor desplazamiento, con la finalidad de replantear estrategias comerciales, de producción, entre otras, para incrementar las ventas del mismo. Lo significativo de esta investigación es que el pronóstico obtenido sigue la metodología de Cadenas de Markov, que nos permite beneficiar cambios en la organización y comprobar la aplicación práctica de esta metodología al trabajar con datos reales.

Palabras clave: cadenas de Markov, métodos estocásticos, pronósticos, metodología de Markov, decisiones de compra.



Colaboración

Felipe de Jesús Dorantes Benavidez; Humberto Dorantes Benavidez; Marco Antonio Acosta Mendizábal, Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México

ABSTRACT: This article presents the results of research carried out in the present Marinter distributor, S.A. of C.V. .; dedicated to sell grocery products in order to apply stochastic methods and generate a forecast product, "Salsa Widow," which was selected as the smaller displacement, in order to rethink commercial, production strategies, among others, to increase sales of the same. The significance of this research is that the prognosis obtained follows the Markov chains methodology that allows us to benefit from changes in the organization and verify the practical application of this methodology to work with real data.

Keywords: Markov chains, stochastic models, forecasts, methodology Markov purchasing decisions.

INTRODUCCIÓN

El objetivo general de esta investigación es generar un Pronóstico de Cadenas de Markov que permita generar una planeación estratégica de tipo comercial con el propósito de posicionar al producto "Salsa de la Viuda".

Se decide analizar los datos históricos para obtener datos "futuros" y hacer uso de los mismos para desarrollar ciertas estrategias de múltiples aplicaciones. La metodología utilizada, la obtención de los datos, el procesamiento de los mismos, su interpretación y sugerencias posibles a la solución del problema están debidamente fundamentados con conceptos de autores en el tema.

Hemos definido el tamaño de la muestra con aplicación de ecuación matemática para poder emplear la metodología de Cadenas de Markov, partiendo del hecho que el método proviene de un método especial estocástico de probabilidad donde el evento futuro depende obligatoriamente del inmediato anterior.

La investigación se ha realizado bajo la autorización de la empresa, por lo que hace de esta un caso de estudio, pudimos experimentar la manera de ejercer la teoría en un caso real, dando énfasis a la aplicación matemática. El resultado se resume a que se deben formular nuevas estrategias comerciales para lograr ganar mayor impulso comercial al producto de estudio.

Se determinaron las variables aleatorias explorando todas las características del fenómeno de ventas del producto, cuidando que la variable tiempo permanezca constante, ya que de ello depende el resultado de la presente investigación, por las ya conocidas curvas de preferencia del consumidor en períodos estacionales. El tiempo entonces, al ser la variable aleatoria dependerá del fenómeno probabilístico, teniendo por consecuencia cualquier otra variable aleatoria como la densidad poblacional y está también será dependiente del tiempo.

La variable observada puede ser económica (I.P.C., demanda de un producto, existencias en un determinado almacén, etc.), física (temperatura de un proceso, velocidad del viento en una central eólica, concentración en la atmósfera de un contaminante, etc.) o social (número de nacimientos, votos de un determinado partido, etc.). Supondremos a lo largo del tema que los datos se obtienen en intervalos regulares de tiempo (horas, días, años) y el objetivo es utilizar la posible "inercia" en el comportamiento del consumo de la serie con el fin prever su evolución futura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se inicia con la identificación y recolección de datos de las ventas del mes de mayo del 2014. De los tres competidores del producto "Salsa de la Viuda". Una vez obtenida la información se modela a través de un proceso con cadenas de Markov, el cual requiere de datos de entrada para poder calcular las probabilidades de transición. Es decir la transición a un estado siguiente solo depende del estado presente en que se encuentre el sistema y no importa el recorrido que ha hecho para llegar al estado presente en este tipo de procesos la variable aleatoria de estados y el parámetro t (tiempo) se consideran variables discretas. [1]. Las cadenas de Markov permitirán conocer la situación actual de los consumidores por desplazarse en un lapso de tiempo hacia un centro comercial, el número de clientes fieles y el número de clientes que adquirirían el producto dicho anteriormente en algún otro centro comercial en específico, es lo que se pretende investigar ya que dicha información servirá a la empresa Marinter S. A de C.V. sobre que decisiones tomar para el buen suministro de insumos así como tener una mejor estrategia comercial.

Posteriormente se procedió a verificar la metodología necesaria porque un estudio de Markov está enfocado a la teoría de muestreo. [2] Sin embargo, para este tra-

bajo se decide tomar la totalidad de los registros de las ventas por lo que se toma el censo de dicha población. Se define entonces el cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población. Fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{Nx \sum_a^2 xpxq}{d^2 x(N-1) + Z_a^2 xpxq}$$

En dónde:

- $N =$ Tamaño de la población,
- $Z =$ Nivel de confianza,
- $P =$ Probabilidad de éxito, o proporción esperada.
- $Q =$ Probabilidad de fracaso,
- $D =$ Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Para efecto del presente estudio, se tienen definido una población de 224067 personas potenciales para el análisis; a esta población se calcula el tamaño de la muestra para definir el estudio y con ello conocer la preferencia del mercado referido al producto Salsa de la Viuda Picante de 150ml., relacionado al formato de tienda. La población en el sector de interés es de 224067.

Seguridad = 95%;
 Precisión = 3%;
 Proporción esperada = asumamos que puede ser próxima al 5%; si no tuviese ninguna idea de dicha proporción utilizaríamos el valor $p = 0.5$ (50%) que Maximiza el tamaño muestral:

$$n = \frac{(224,067) \cdot (1.96)^2 \cdot (0.05) \cdot (0.95)}{(0.03)^2 \cdot (224,067 - 1) + (1.96)^2 \cdot (0.05) \cdot (0.95)} = 202.5687$$

∴ El cálculo del tamaño de muestra indica que se requiere encuestar 203 personas para tener la seguridad de 95%.

Conclusiones sobre el nivel de seguridad en el muestreo. Según diferentes seguridades, el coeficiente de $Z\alpha$ varía así:

- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 90% el coeficiente sería 1.645
- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 95% el coeficiente sería 1.96
- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 97.5% el coeficiente sería 2.24
- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 99% el coeficiente sería 2.576

Si los recursos del investigador son limitados, debe recordar que a medida que se disminuya el nivel de seguridad, se permitirá un mayor error en el estudio de investigación, lo cual a su vez permitirá al investigador trabajar con un

número de muestra más reducido, sacrificando la confiabilidad de los resultados.

Posteriormente se decide aplicar un cuestionario basado en la escala de Likert. La escala de Likert es de nivel ordinal y se caracteriza por ubicar una serie de frases seleccionadas en una escala con grados de acuerdo/ desacuerdo. Estas frases, a las que es sometido el entrevistado, están organizadas en baterías y tienen un mismo esquema de reacción, permitiendo que el entrevistado aprenda rápidamente el sistema de respuestas. La principal ventaja que tiene es que todos los sujetos coinciden y comparten el orden de las expresiones. Esto se debe a que el mismo Likert (psicólogo creador de esta escala) procuró dotar a los grados de la escala con una relación de muy fácil comprensión para el entrevistado [3]. La finalidad de poder determinar cuál de las tres tiendas comerciales cuenta con mayor demanda de consumo del producto salsa de la viuda. Responde cada alternativa de respuesta con un número del 1 al 5. Donde 1 es nunca y 5 que es el otro extremo es = a siempre.

Para conocer la preferencia del producto “Salsa de la Viuda” y la lealtad de los consumidores se aplicó una encuesta electrónica con ciertos clientes y su sentir con las diferentes marcas; la información obtenida se presenta en la Tabla 1 nos ayudará a conocer preferencias y se correlacionarán con los datos de ventas para tratarlos en las matrices del método de Markov.

Tabla 1. Resultados de la encuesta para conocer la lealtad de los clientes.

Bodegas	Número de encuestados	Número de clientes fieles	Números de clientes que cambian	Cambio presentado por los clientes
A. Centro Comercial Horizonte	72	30	42	22 a B 20 a C
B. Centro Comercial Ixtapaluca	71	40	31	15 a A 16 a C
B. Centro Comercial Vicente Guerrero	60	25	35	20 a A 15 a B
Totales	203	95	108	

En la última columna se indican las marcas mediante sus iniciales; por ejemplo, en el primer renglón, A. Centro Comercial Horizonte ha perdido 42 clientes, de los cuales, según la última columna de ese renglón, 22 se cambiarán a B. Ixtapaluca, 20 a C. Vicente Guerrero. Con estos resultados se puede planear una estrategia comercial para recuperar a sus clientes y aumentar su abastecimiento de mercancía, con esta información también se pueden plantear diversas estrategias para incrementar las ventas.

Finalmente la generación del modelo a través de la recolección de los datos permite estudiar el comportamiento a futuro del sistema de pronóstico de cadenas de Markov. [4]. Este define un número finito de estados representados por cada preferencia de compra, además de existir dos estados más (número de clientes fieles, números de clientes que cambian). Los consumidores al inicio de cualquier compra presentan las condiciones de seguir comprando el producto en el mismo centro comercial o cambiar de producto y centro comercial. Dichas, bodegas se encuentran ubicadas en el estado de México ambas pertenecen a la misma empresa. Tomando como población ciertos municipios del Estado de México, mismos que fueron seleccionados por la cercanía que se tienen con el centro de distribución de la compañía. Hacemos referencia a la información presentada en la tabla 2, donde se expresan los tres competidores más significativos al producto “Salsa de la Viuda” y las ventas alcanzadas en el mes de mayo del presente año.

Tabla 2. Ventas en miles de pesos de los competidores del producto “Salsa de la Viuda” del mes de mayo del 2014.

Bodegas (de la región)	Ventas Mensuales (miles de pesos)	(%) de Mercado
A. Centro Comercial Horizonte	449	42.08
B. Centro Comercial Ixtapaluca	420	39.36
C. Centro Comercial Vicente Guerrero	198	18.55
Totales	1,067	100

Para resolver este problema utilizamos la información de las encuestas que se halla resumida en la tabla 1, denotando cada bodega por su letra inicial, así, para la bodega A. Centro Comercial Horizonte se encontraron 30 clientes fieles en la misma bodega los 42 clientes restantes cambiarán de bodega, de ellos 22 se irán a B. Ixtapaluca y 20 a C. Vicente Guerrero con esto se tienen las probabilidades de lealtad buscadas, esta razón matemática aplica para las demás bodegas siguientes, se muestra la información en la tabla 3:

Tabla 3. Ejemplo de obtención de razón de clientes leales para A, B Y C.

Bodega	Razón (clientes fieles/ Cambio presentado por los clientes)	Resultado
A	30/72	0.416
B	22/72	0.3055
C	20/72	0.2777

Posteriormente se deben de reunir las probabilidades de transición una vez obtenida la razón de clientes leales de A, B Y C, expresándose en una matriz de transición, mostrada en la en la Tabla 4. La cual nos permitirá realizar los cálculos para determinar la matriz de probabilidades que nos servirá para conocer de tres estados, es decir la decisión final de los clientes por elegir el mejor centro comercial también se podrá saber que clientes se mantienen fieles al producto y el número de consumidores que cambian de bodega.

Tabla 4. Matriz de probabilidades

		A	B	C
Matriz P=	A	0.416666667	0.305555556	0.277777778
	B	0.563380282	0.211267606	0.225352113
	C	0.416666667	0.333333333	0.25

Una vez que se tiene la matriz de transición. Que debe obtenerse mediante la información de la cadena Marcoviana, como no es posible derivarla matemáticamente, entonces será posible obtener la situación del sistema para uno o varios periodos posteriores. Para ello se utilizan las ecuaciones de Chapman-Kolmogorov (Hillier y Liberman, 1991), cuya Fórmula general es:

$$Q(m) = Q(0) p^m$$

dónde:

$Q(m)$ = Vector de codificaciones al sistema para el período m .

$Q(0)$ = Vector de codificaciones para el período inicial

m = Número de periodos Transcurridos

p = Matriz de transición

Se utiliza la multiplicación matricial, ya que tanto el vector $Q(m)$ como el $Q(0)$ son de $1 \times n$, es decir, un renglón y n columnas, donde n será el número de estados de la cadena, mientras que la matriz P será de $n \times n$, y se cumple con las reglas de la multiplicación matricial (Landeta, 2012), que señalan que el número de columnas de la primera matriz es igual al número de renglones de la segunda, Así, para obtener la matriz renglón mostrada en la tabla 5. Se realizan las siguientes operaciones:

Tabla 5. Matriz de Renglón

	(%) de Mercado A /100	(%) de Mercado B /100	(%) de Mercado C /100
Matriz B=	42.08/100=0,4208	39.36/100=0,3936	18.55/100=0,1855

Por tanto se realizó el cálculo de los las participaciones de mercado de las diferentes bodegas del caso base las particiones de mercado constituyen el vector de condiciones de la cadena de Markov, siendo las iniciales (del Período 0) que se toma como:

$$Q(0) = (0.4201 \quad 0.3936 \quad 0.1855)$$

Se realizan los cálculos para obtener la matriz de partición de los clientes en los centros comerciales con la multiplicación del método de Gauss-Jordan entre la Matriz B x Matriz P los datos obtenidos se muestran en la Tabla 6, muestra las preferencias de los clientes en los diferentes centros comerciales. En las cuatro semanas del mes de mayo del 2014.

Tabla 6. Participación de los clientes en los centros comerciales

Periodo (semanas de Mayo)	A	B	C
0	0.4201	0.3936	0.1855
1	0.4740	0.2733	0.2517
2	0.4564	0.2865	0.2562
3	0.4583	0.2854	0.2554
4	0.4582	0.285	0.2554

Se puede observar que los clientes de los diferentes centros comerciales son cambiantes en los primeros periodos que en los subsecuentes pues las preferencias de mercado son cambiantes en la figura 1.

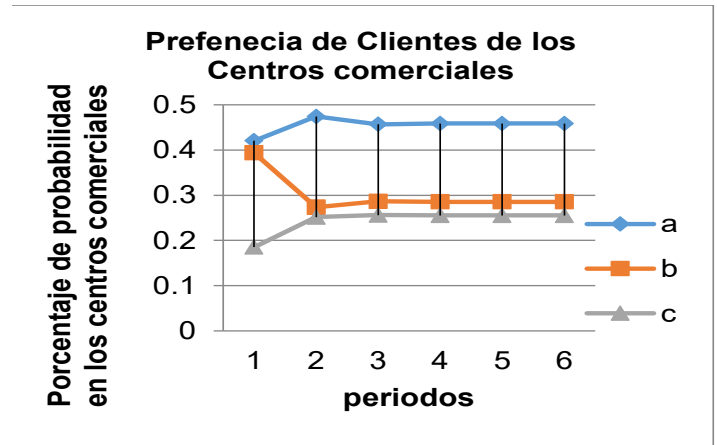


Figura 1. Matriz de probabilidades

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que en las primeras semanas del mes de mayo la tendencia de los clientes por la adquisición del producto salsa de la viuda es muy escasa, el porcentaje de probabilidad de venta no es el adecuado por lo que se sugiere que se realice un análisis de mercado de dicho producto y una restructuración en la estrategia comercial, sin embargo no considera el modelo factores ambientales debido a que no existe técnica exacta que permita conocer el comportamiento de los datos en

situaciones diversas. Es importante tener en cuenta, que esta técnica es considerada como una herramienta de tipo estocástica, es decir la probabilidad de ocurrencia de un evento depende del evento anterior inmediato. Sin embargo, al verificar el comportamiento de los datos de la investigación resulta confiable esta aplicación.

Se han aplicado las cadenas de Markov con el objetivo de obtener un nivel de probabilidad dado para determinar la Preferencia de los Clientes en los Centros comerciales. A través de las ecuaciones de Chapman - Kolmogorov que proporcionan un método para obtener las probabilidades de transición en n pasos, a partir de las relaciones recursivas entre probabilidades, obteniéndose que el porcentaje más alto de preferencia lo tiene el Centro Comercial del Horizonte y la menor preferencia el centro Comercial Vicente Guerrero de lo que podemos concluir que existe una estabilidad comercial en el Centro Comercial Horizonte, pero se necesita considerar una mejor estrategia comercial en el Centro comercial del Vicente guerrero para evitar tanta movilidad entre sus clientes.

Los resultados en cuanto al tiempo de observación es significativo no se necesita tener mayor datos estadísticos puesto que las ventas en los centros comerciales son por día y representan ganancias en miles de pesos por tanto la estadística de todo el mes de mayo del 2014, tienen una medida en términos monetarios, que representa cifras muy significativas por lo cual se tiene que hacer mejoras en el centro Comercial Vicente Guerrero para evitar el constante cambio de sus consumidores.

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación pueden usar esta herramienta con un análisis de mayor exactitud y con ello permitir conocer con anticipación la preferencia comercial de los clientes. No existe modelo matemático exacto la mayoría está limitado a que exista un método de tipo cuantitativo que permita conocer una predicción que detecta deficiencias en el sistema. Se debe considerar que la reincorporación de los clientes a cada uno de los centros comerciales no aplica para este caso pero se puede plantear otra vertiente, considerando el tiempo de transición de una condición a otra, es decir que los consumidores se incorporen una vez desertados.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Deboya, J. C., & Barrera, M. (2006). *Convergencia de las Cadenas de Markov*. Redalyc, 73-78.

[2] Jesús Rodríguez, A. I. (2010). *Estadística Aplicada II*. México: Patria.

[3] Tampico, I. C. (2000). *Acervo Bibliotecología Escalas de Likert*. Recuperado el 4 de enero de 2014, de <http://www.ict.edu.mx>

[4] Ibarra, L. F. (2009). *Predicciones de Markov Aplicadas en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET)*. Venezuela. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe*, 14.

[5] Hillier, F., & Lieberman, G. (1991). *Introducción a la investigación de Operaciones*. México: McGraw Hill.

[6] Landeta, J. M. (2012). *Investigación de Operaciones*. México: Trillas.

[7] Martínez, T. L. (Noviembre de 2011). *Aplicaciones no Convencionales de Cadena de Markov*. Lima, Perú: Tesis.

[8] Norris, J. R. (2009). *Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics*. United States of America: Cambridge University Press.
Rodríguez, A.I, J. (2010). *Estadística Aplicada II*. México: Patria.

[9] Rogerson, P. A. (1979). *Prediction: A Modified Markov Chain Approach*. *Journal of Regional Science*, 469-478.

[10] Ross, S. M. (2014). *Introduction to Probability Models*. Usa: Academic Press.



Calidad

y

**Sistemas de
Manufactura**

Ingeniantes

Instituto Tecnológico Superior de Misantla