

**MODELIZACIÓN DE LA DEMANDA DE HAMBURGUESAS EN LOS
ESTABLECIMIENTOS DE McDONALD'S, WENDY'S Y BURGER KING EN
METROCENTRO SANTA ANA MEDIANTE CADENAS DE MARKOV, NOVIEMBRE
2023.**

Darlyn Iveth Puentes Jiménez y Oscar Mauricio Rodríguez Reyes

Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador

Seminario II , Licenciatura en Estadística

Licda. Erika Velariz Rojas Mendoza

16 de noviembre de 2023

Contenido

Índice de Tablas	4
Índice de Figuras	4
Resumen.....	5
Abstrac	5
Introducción	6
Capítulo I. Planteamiento del Problema	7
1.1. Situación Problemática.....	7
1.2. Objetivos de la Investigación	8
1.2.1. Objetivo General	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	8
1.3. Hipótesis de Investigación	8
1.4. Justificación de la Investigación	8
Capítulo II. Marco Teórico	9
2.1. Antecedentes de La Investigación.....	9
2.2. Investigación de Mercados.....	11
2.2.1. Comidas Rápidas – Hamburguesa	11
2.3. Fundamentos de los Modelos de Markov	15
2.3.1. Proceso Estocástico.....	15
2.3.2. Cadenas de Markov.....	16
2.3.3. Probabilidades de Transición de n Pasos	17
2.3.4. Clasificación de los Estados de Una Cadena de Markov.....	19
2.3.5. Cadenas de Markov Ergódicas.....	20
Capítulo III. Marco Metodológico	21
3.1. Enfoque y Tipo de Investigación	21

3.2. Población y Muestra.....	22
3.3. Técnica de Recolección de Datos.....	23
3.4. Método Estadístico: Técnicas Estadísticas Para el Procesamiento de la Información...	23
Capítulo IV. Análisis de Resultados	23
4.1. Análisis Exploratorio de Los Datos	23
4.2. Aplicación de Cadenas de Markov.....	27
4.2.1. Estructura del Modelo y Descripción de Estados	27
4.2.2. Matriz de Transición Inicial.....	28
4.2.3. Prueba de Bondad de Ajuste χ^2 Para el Modelo.....	30
4.2.4. Matriz de Transición de Estado Estable.....	30
4.2.5. Tiempo Medio de Retorno y del Primer Paso.....	31
Conclusiones	34
Recomendaciones	36
Bibliografía	37
Anexos	38
Instrumento de Recolección de Datos.....	39
Matriz de n Pasos Para el Estado Estable	40
Matriz de Operacionalización de Variables	41

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla de Contingencia Entre la Compra Anterior y la Compra Actual	29
Tabla 2. Prueba de Bondad de Ajuste χ^2 Para el Modelo	30
Tabla 3. Tiempo Medio del Primer Retorno	31
Tabla 4. Tiempo del Primer Paso para Burger King.....	33
Tabla 5. Tiempo del Primer Paso para Wendy's	33
Tabla 6. Tiempo del Primer Paso para McDonald's	33

Índice de Figuras

Figura 1. Hamburguesa con sus ingredientes típicos: pan, lechuga y carne picada	12
Figura 2. Ejemplo de Estados Absorbentes y Estados Transitorios	19
Figura 3. Proporción de consumidores por Sexo.....	24
Figura 4. Recuento de la compra actual para cada establecimiento.	24
Figura 5. Recuento de la compra anterior para cada establecimiento.	25
Figura 6. Recuento de consumidores por categorías de edad.	25
Figura 7. Recuento de consumidores según el factor para la elección de establecimiento.	26
Figura 8. Recuento de frecuencia de consumo semanal de hamburguesa.	27
Figura 9. Grafo asociado al Modelo de Markov	28
Figura 10. Grafo Asociado al Modelo de Markov con sus Probabilidades de Transición	29

Resumen

La alimentación es una de las necesidades básicas para la supervivencia humana, destacando la creciente influencia de la industria de comida rápida en la era digital. La facilidad de hacer un pedido se encuentra a un solo click, impulsando así la fuerte competencia empresarial especialmente en aquellos que ofrecen productos similares. En este estudio se plantea una modelización del consumo de hamburguesas de tres distintos establecimientos a través de cadenas de Markov, teniendo como resultado que el 48.7% de las elecciones iniciales para consumir hamburguesas recaen en Burger King, seguido por un 30.8% para Wendy's y un 20.5% para McDonald's. Para llevar a cabo la investigación se recolectó una muestra de 273 consumidores de hamburguesa en Metrocentro Santa Ana.

Palabras Clave: Cadenas de Markov, Hamburguesas, Estado Estable

Abstrac

Food is one of the basic needs for human survival, highlighting the growing influence of the fast-food industry in the digital age. The ease of placing an order is just a click away, thus boosting business competition especially in those offering similar products. This study proposes a modeling of hamburger preferences from different establishments through Markov chains, resulting in 53% of the initial choices to consume hamburgers falling on Burger King, followed by 34% for Wendy's and 13 % for McDonald's. To carry out the research, a sample of 274 hamburger consumers was collected in Metrocentro Santa Ana.

Keywords: Markov Chains, Burgers, Steady State

Introducción

Los procesos estocásticos describen el comportamiento de una colección de variables aleatorias en el tiempo. Estos procesos son aplicados a diferentes ramas del conocimiento tales como la economía, la biología y otros. Son útiles para modelar aquellos fenómenos que por diversos factores son aleatorios, uno de estos fenómenos que se puede mencionar es el comportamiento del consumidor. En este estudio se aplica el análisis de cadenas de Markov como herramienta de investigación de la demanda de hamburguesa en tres establecimientos (Burger King, Wendy's y McDonald's) que ofrecen este producto, ubicado en Metrocentro Sanata Ana. El uso de cadenas de Markov en este contexto permite modelar la demanda de los consumidores por estos establecimientos, considerando la probabilidad de que un cliente que está en uno de estos locales cambie al siguiente paso a otro en particular.

La información recopilada fue analizada para ser utilizada y alcanzar los objetivos planteados, tomando como base el marco teórico el cual comprende de antecedentes y conceptos claves. Este marco sirvió como base para la aplicación de una técnica estadística específica en el análisis. Los resultados obtenidos se presentan detalladamente acompañados de recomendaciones estratégicas destinadas a potenciar las estrategias de marketing de los establecimientos. Además, se destacan las posibilidades de utilizar esta técnica como una herramienta valiosa en futuras investigaciones de mercado. Este enfoque permite no solo alcanzar los objetivos, sino también proporcionar una guía práctica para mejorar las estrategias comerciales y explorar nuevas oportunidades en el campo de la investigación de mercado.

Capítulo I. Planteamiento del Problema

1.1. Situación Problemática

A lo largo de los años, las industrias de distintas áreas han experimentado cambios significativos en respuesta a las demandas de los consumidores. La industria de la comida rápida no es la excepción, pues constantemente se introducen nuevos productos, combinaciones de ingredientes y platillos que se ajustan a las preocupaciones de la salud de sus consumidores. Este fenómeno también da lugar a la intensa competencia entre los establecimientos que ofrecen productos similares en el mercado. Además, se le suma el hecho de que los consumidores de comida rápida se vuelven más exigentes en lo que respecta a la calidad gastronómica. Es decir, que satisfacer sus expectativas se convierte en un desafío considerable para la industria ya que no se trata de que los clientes elijan un establecimiento por motivos pocos relevantes, sino más bien, asegurar un nivel de satisfacción después de la compra teniendo en cuenta factores tales como, los precios, variedad y sabor. En este sentido, el establecimiento que logra satisfacer de manera más completa a sus consumidores tiene más posibilidades de ser elegido para el consumo de hamburguesas, además de mantenerse exitoso en el mercado.

Este estudio emplea una modelización basada en cadenas de Markov para analizar la demanda del consumo de hamburguesas en tres distintos establecimientos ubicados en Metrocentro santa Ana, con el objetivo de analizar el comportamiento de las preferencias de los consumidores de hamburguesas y determinar la probabilidad de que continúen consumiendo en el mismo local. Hasta cierto grado, este enfoque, permite observar la fidelidad de un cliente hacia cierto establecimiento en función de su elección anterior y la hamburguesa que ha consumido recientemente. Para ello se utilizó un instrumento de recolección de datos aplicado en 273 personas que frecuentaban los establecimientos de hamburguesa.

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Modelar la demanda para el consumo de hamburguesas en tres distintos establecimientos en Metrocentro Santa Ana mediante Cadenas de Markov

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Recopilar datos sobre la preferencia del local para el consumo de hamburguesa.
2. Definir la matriz de transiciones entre los distintos locales.
3. Determinar la probabilidad estacionaria en la demanda de hamburguesa de los distintos locales a lo largo del tiempo.

1.3. Hipótesis de Investigación

- ✓ La demanda de hamburguesa de los tres distintos locales es constante en el tiempo

1.4. Justificación de la Investigación

En El Salvador existen tres destacadas cadenas de restaurantes que sirven comida rápida especialmente hamburguesas, cada uno con características únicas a pesar de ofrecer el mismo tipo de comida. Uno de los objetivos de estas cadenas es obtener ganancias financieras, esto depende en gran medida de la satisfacción del cliente a través de la entrega constante de productos de alta calidad, ya que esto fomenta la posibilidad de que el cliente continúe eligiendo sus productos o marca en el futuro. En esta perspectiva, se vuelve interesante observar el comportamiento de los clientes en el consumo de hamburguesas en los distintos establecimientos, pues por el lado empresarial, entender cómo los clientes adquieren los productos proporciona información clave para planificar la capacidad de producción, determinar

costos e ingresos y evaluar la efectividad de las campañas de marketing a sí mismo, toma de decisiones estratégicas para fidelizar a los clientes y mantener su lealtad. Por otro lado, comprender el comportamiento de la demanda entre los distintos establecimientos de hamburguesas no solo beneficia a los establecimientos sino también a los consumidores frecuentes, además ese hecho permite que los establecimientos ajusten continuamente sus ofertas, menús y servicio para satisfacer las demandas del consumidor de manera más efectiva y a largo plazo. Esto se traduce como una mejora constante de los procesos garantizando que los clientes reciban productos que cumplan sus expectativas y además brindando estándares altos de calidad. Con la estructura de cadenas de Markov, es posible estudiar las demandas a largo plazo y determinar cómo se comportan los consumidores de hamburguesas, observar cual es el establecimiento más preferido y verificar cuales son los factores que ese establecimiento ofrece para que las personas tiendan a elegirlo para su consumo de hamburguesa.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de La Investigación

El presente estudio está enfocado principalmente en mostrar la importancia de la aplicación y versatilidad de la técnica Cadenas de Markov como herramienta predictiva en casos reales. Esta versatilidad se revela de manera notable al abordar distintos sectores comerciales, proporcionando un enfoque analítico efectivo para la toma de decisiones estratégicas y la optimización de procesos. Benavidez y Dorantes (2016) destacan esta versatilidad al aplicar la metodología de cadenas de Markov en la distribuidora Marinter S.A. de C.V., un entorno dedicado a la comercialización de productos de abarrotes. Su enfoque específico en el pronóstico del producto 'Salsa de la Viuda' resalta cómo esta herramienta estocástica puede ser instrumental para replantear estrategias comerciales y de producción, buscando un incremento en las ventas

mediante la comprensión de los patrones de comportamiento de los consumidores en tres diferentes centros comerciales. (Benavidez y otros, 2016)

Londoño, Gómez y Toro (2013), por otro lado, dirigieron su investigación hacia el sector caficultor en Colombia, utilizando cadenas de Markov para modelar el número de sacos de café exportados. Esta aplicación demuestra cómo las cadenas de Markov discretas en el estado y continuas en el tiempo pueden ser empleadas para proyectar cifras de producción en un mercado tan crucial como el del café. La aplicación de esta técnica reveló la necesidad de intervenciones eficientes para cumplir con las metas propuestas por el Comité de Cafeteros, destacando la importancia de la planificación estratégica en el sector agrícola. (Londoño Salazar y otros, 2013)

El estudio de Tenazoa (2003) añade una perspectiva adicional al llevar a cabo un Plan Estratégico de Marketing para el producto “Hot-Dog de Pollo San Armando”. Aquí, las cadenas de Markov se emplearon como herramienta de Investigación Operativa para comprender el comportamiento del consumidor en un mercado altamente competitivo. Este enfoque proporcionó información valiosa sobre la preferencia de los consumidores entre siete distintas marcas, incluyendo la competidora principal, “La Favorita”. Así, las cadenas de Markov se revelan como una herramienta que va más allá de la predicción y resulta esencial para entender y anticipar los cambios en las preferencias del consumidor, guiando así el desarrollo de estrategias de marketing más efectivas que van desde la distribución de productos hasta la proyección de la producción agrícola y la competitividad en la industria alimentaria. (Tenazoa Huitrón, 2003)

En conjunto, estos estudios ejemplifican la aplicación efectiva y diversa de las cadenas de Markov en distintos contextos comerciales, resaltando su capacidad para proporcionar datos valiosos y facilitar la toma de decisiones informadas en entornos empresariales diversos.

2.2. Investigación de Mercados

La investigación de mercado desempeña un papel crucial al recopilar información precisa y necesaria para la toma de decisiones empresariales, abordando problemas existentes y disipando la incertidumbre en el entorno empresarial. Dos factores clave que han moldeado esta investigación son el crecimiento constante de la competencia, marcado por procesos de internacionalización, globalización y concentración empresarial, y el rápido avance tecnológico que ha permitido el desarrollo a gran escala de metodologías de investigación. La investigación de mercados busca orientar adecuadamente las acciones y estrategias empresariales, satisfacer las necesidades de los consumidores, y generar productos con un ciclo de vida duradero para el éxito y avance de la empresa. Además, proporciona a las empresas la oportunidad de aprender y comprender más sobre los clientes actuales y potenciales. (Rodríguez y otros, 2021)

Dado que el presente estudio como se ha mencionado, busca mostrar la aplicabilidad de la técnica estadística denominada Cadenas de Markov, se ha decidido centrarse en una de sus tantas áreas de aplicación como lo es la investigación de mercados, la cual específicamente se centrará en la venta de productos de comida rápida tomando como referencia a las empresas McDonald's, Burger King y Wendy's; el producto elegido ha sido la Hamburguesa, reiterando, este estudio solo busca mostrar la aplicabilidad de las Cadenas de Markov.

2.2.1. Comidas Rápidas – Hamburguesa

La comida rápida es un estilo de servicio y consumo de alimentos que se caracteriza por la velocidad en la preparación y el servicio al cliente. Este tipo de comida se adapta a estilos de vida ocupados, ofreciendo opciones listas para consumir, generalmente a precios accesibles. Los restaurantes de comida rápida se distinguen por su eficiencia en el servicio, menús

estandarizados y ubicuidad. La Hamburguesa, es un producto que con el tiempo ha sido globalizado y el cual forma parte de estas comidas rápidas “*fast food*”.

2.2.1.1. La Hamburguesa

Una hamburguesa es un tipo de sándwich que consta de un filete de carne, típicamente carne de res, aunque puede ser de pollo, pescado, cerdo o incluso opciones vegetarianas como hamburguesas a base de plantas. Este filete de carne se coloca comúnmente entre dos rebanadas de pan, conocidas como pan de hamburguesa. Las hamburguesas suelen ir acompañadas de diversos condimentos y aderezos, como lechuga, tomate, cebolla, queso, mayonesa, mostaza, ketchup, pepinillos y otros ingredientes según las preferencias individuales. La combinación de estos elementos crea un plato versátil que se adapta a una amplia variedad de gustos. En la figura 1, se muestra un ejemplo de una hamburguesa clásica.

Figura 1. Hamburguesa con sus ingredientes típicos: pan, lechuga y carne picada



Fuente: (Sanchez Montes, 2021)

Las hamburguesas son un plato popular a nivel mundial y representan una parte icónica de la comida rápida. Además de los establecimientos de comida rápida, también se sirven en una variedad de restaurantes, desde lugares informales hasta establecimientos más gourmet que

ofrecen hamburguesas especializadas con ingredientes premium. A lo largo del tiempo, la hamburguesa ha evolucionado, dando lugar a una amplia gama de variaciones y estilos para satisfacer los diversos gustos de los consumidores.

2.2.1.2. Breve Historia de la Hamburguesa

La historia de la hamburguesa es objeto de controversia y presenta varias versiones. Algunos sostienen que fue creada en 1900 por Louis Lassen en Estados Unidos, utilizando ingredientes de un sándwich de carne. Otros afirman que los alemanes fueron los inventores, condimentando carnes de baja calidad con especias y llamándola filete hamburgués “*Hamburg steak*”, en referencia a la ciudad de Hamburgo. También hay quienes rastrean su origen hasta la antigua Roma, donde se preparaba un plato de carne molida con piñones, pimienta y vino. La diversidad de relatos refleja la rica y evolutiva historia de este icónico platillo. Sin embargo, coinciden en que el origen de la hamburguesa se centra en el periodo que va desde finales del siglo XIX e inicios del siglo XX y se les atribuye este producto a los estadounidenses.

En la disputa sobre la autoría de la hamburguesa, se llega a la conclusión de que la cultura estadounidense es esencialmente una amalgama de diversas culturas que convergieron en el Nuevo Continente. La historia de la hamburguesa se consolida con la mecanización de su proceso de elaboración en Estados Unidos, especialmente a través de la primera cadena de comida rápida, White Castle. Aunque McDonald's se define a sí misma como pionera en el servicio de comida rápida, sirviendo hamburguesas, White Castle fue la primera cadena, estableciéndose 20 años antes de que los hermanos McDonald abrieran su restaurante en California. La expansión rápida de McDonald's a nivel continental y global, liderada por Ray A. Kroc, quien obtuvo los derechos de la marca, contribuyó a su popularidad. En diez años, 100

restaurantes McDonald's vendían hamburguesas, y dos décadas después, comenzó su expansión global. (Cortés Pereira, 2019) y (Sanchez Montes, 2021)

2.2.1.3. *Restaurantes que Comercializan la Hamburguesa*

Existen diversos restaurantes que se dedican a la comercialización la hamburguesa. Para el presente caso se ha decidido centrarse en McDonald's, Burger King y Wendy's dado que son los de interés.

- ❖ **McDonald's:** McDonald's es una de las cadenas de comida rápida más grandes y reconocidas del mundo. Fundada en 1940 por los hermanos Richard y Maurice McDonald, la compañía revolucionó la industria al introducir un sistema eficiente de cocina rápida llamado "Sistema Speedee Service". Ray Kroc, un empresario, se unió a la compañía en 1954 y eventualmente compró la cadena. La Big Mac y las papas fritas son elementos icónicos de su menú.
- ❖ **Burger King:** Burger King, fundada en 1954 en Miami, Florida, se ha destacado por su eslogan "Have It Your Way" (Hazlo a tu manera). La Whopper, una de las hamburguesas más grandes de la cadena, se introdujo en 1957 y se ha convertido en un símbolo de la marca.
- ❖ **Wendy's:** Wendy's, fundada en 1969 en Columbus, Estados Unidos, por Dave Thomas, se destaca por su enfoque en la frescura y calidad de los ingredientes. El "Dave's Single" y el "Baconator" son ejemplos de hamburguesas emblemáticas de Wendy's. La cadena también fue pionera en ofrecer ensaladas y opciones más saludables en su menú.

2.3. Fundamentos de los Modelos de Markov

2.3.1. *Proceso Estocástico.*

Antes de hablar acerca de las Cadenas de Markov, se considera necesario tener en cuenta la noción de lo que es un proceso estocástico. De manera formal un proceso estocástico se define de la siguiente manera:

Definición 1: *Un proceso estocástico es una colección de variables aleatorias $\{X_t: t \in T\}$ parametrizada por un conjunto T , llamado espacio parametral, en donde las variables toman valores en un conjunto S llamado espacio de estados. (Rincón, 2012)*

De tal manera que se puede decir que un Proceso Estocástico es un conjunto indexado de variables aleatorias X_t que representan modelos de probabilidad de procesos que evolucionan en el tiempo de manera probabilística. Estos procesos están relacionados con el conjunto de valores que puede tomar el sub-índice t de un conjunto T específico.

Estos procesos pueden clasificarse en dos tipos principales: aquellos que operan en tiempo discreto y aquellos que operan en tiempo continuo. Esta distinción se deriva del conjunto T , que determina los valores del intervalo de tiempo en el que la variable X_t experimenta fluctuaciones. Los Procesos Estocásticos son valiosos ya que nos permiten observar, controlar y modelar el comportamiento de diversos sistemas durante intervalos de tiempo. Algunos ejemplos incluyen el nivel del agua de un río al final del día t , la demanda de un posible cliente en el mes t , o la preferencia de una marca en el tiempo t .

Cuando estudiamos un sistema en un período t específico, el sistema debe encontrarse en un estado particular, que es una categoría excluyente entre todas las posibles categorías que el sistema puede tener. Dado un conjunto de estados $0, 1, 2, \dots, M$, la variable aleatoria X_t

representa el estado del sistema en el tiempo t , y su rango de valores posibles consiste en los M estados. Por lo tanto, evaluamos y observamos el sistema en estos puntos específicos en el tiempo. (Antonioli, 2011)

2.3.2. Cadenas de Markov

La cadena de Markov, también conocida como modelo de Markov o proceso de Markov, son procesos estocásticos en los que el estado futuro depende solo del estado inmediatamente anterior. El proceso de Markov es un concepto fundamental en la teoría de la probabilidad y la estadística el cual fue desarrollado por el matemático de origen ruso Andrey Márkov en 1905, la cual a lo largo del siglo XX, se ha podido emplear en numerosos casos prácticos de la vida cotidiana. De manera formal, se presenta la siguiente definición para procesos de Markov.

Definición 2: Un proceso estocástico a tiempo discreto y sistema de estados discretos, dados los tiempos cronológicos t_0, t_1, \dots, t_n , la familia de variables aleatorias $\{X_{t_n}: x_1, x_2, \dots, x_n\}$ será un proceso de Markov si se cumple la propiedad markoviana:

$$P\{X_{t_n} = x_n | X_{t_{n-1}} = x_{n-1}, \dots, X_{t_0} = x_0\} = P\{X_{t_n} = x_n | X_{t_{n-1}} = x_{n-1}\} \quad (1)$$

En un proceso Markoviano con n estados exhaustivos y mutuamente excluyentes, las probabilidades condicionales en un punto específico del tiempo $t = 0, 1, 2, \dots$ se definen como

$$p_{ij} = P\{X_t = j | X_{t-1} = i\}; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T$$

A estas probabilidades se les denomina *probabilidades de transición en un paso* que van del estado i en el instante $t-1$ al estado j en el instante t .

Según la definición de probabilidad, y como el sistema se mueve necesariamente a algún estado, se deben cumplir los siguientes enunciados

1. $\sum_j p_{ij} = 1; \quad i = 1, 2, \dots, n$
2. $p_{ij} \geq 0; \quad (i, j) = 1, 2, \dots, n$

La notación utilizada en la matriz es una forma conveniente de resumir las probabilidades de transición en un paso:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & p_{n3} & \dots & p_{nn} \end{pmatrix}$$

La matriz \mathbf{P} define una cadena de Markov. Tiene la propiedad de que todas sus probabilidades de transición p_{ij} son estacionarias e independientes a lo largo del tiempo. Aunque una cadena de Markov puede incluir un número infinito de estados, el presente documento se limita a sólo cadenas finitas, ya que es el único que se necesita para el presente estudio.

2.3.3. Probabilidades de Transición de n Pasos

Las probabilidades de transición y la matriz de transición son herramientas esenciales utilizadas para predecir el comportamiento futuro de una variable en un modelo de Markov. Comprender y calcular estas probabilidades es crucial para modelar y anticipar la evolución del sistema con el tiempo, lo que desempeña un papel fundamental en el análisis de procesos estocásticos y en la toma de decisiones en diversas disciplinas y campos de estudio. Si se desean conocer estas probabilidades, las ecuaciones de Chapman-Kolomogorov serían la solución ante este problema.

Antes de describir estas ecuaciones, se hace mención de la distribución de probabilidades iniciales, ya que es un concepto que se usará posteriormente. En términos generales, la

distribución inicial para una cadena de Markov con un conjunto de estados $\{0, 1, \dots\}$ simplemente consiste en una colección de números p_0, p_1, p_2, \dots que son valores no negativos y que suman uno. Cada número p_i representa la probabilidad de que la cadena comience en el estado i . En la mayoría de los casos, la distribución inicial no desempeña un papel central en el análisis de las cadenas de Markov, ya que se centra en las transiciones de estado y las probabilidades de transición en el tiempo.

Considere una matriz de transición \mathbf{P} de una cadena de Markov y el vector de probabilidades iniciales $\mathbf{a}^{(0)} = \{a_j^{(0)}, j = 1, 2, \dots, n\}$, las probabilidades absolutas $\mathbf{a}^{(n)} = \{a_j^{(n)}, j = 1, 2, \dots, n\}$ después de n (>0) transiciones se calculan de la siguiente manera:

$$\mathbf{a}^{(1)} = \mathbf{a}^{(0)}\mathbf{P}$$

$$\mathbf{a}^{(2)} = \mathbf{a}^{(1)}\mathbf{P} = \mathbf{a}^{(0)}\mathbf{P}\mathbf{P} = \mathbf{a}^{(0)}\mathbf{P}^2$$

$$\mathbf{a}^{(3)} = \mathbf{a}^{(2)}\mathbf{P} = \mathbf{a}^{(0)}\mathbf{P}^2\mathbf{P} = \mathbf{a}^{(0)}\mathbf{P}^3$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{a}^{(n)} = \mathbf{a}^{(0)}\mathbf{P}^n$$

A la matriz \mathbf{P}^n se le denomina matriz de transición de n pasos. A partir de lo anterior se deduce que

$$\mathbf{P}^n = \mathbf{P}^{n-m}\mathbf{P}^m; \quad 0 < m < n$$

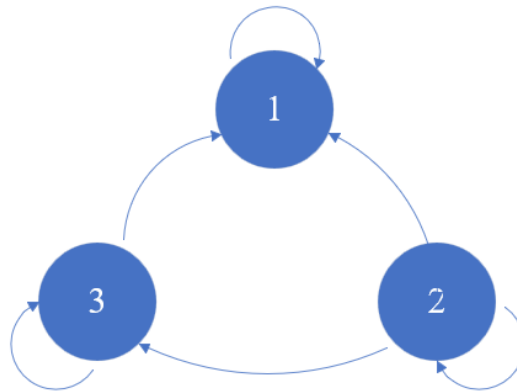
Y son estas las que se conocen como ecuaciones de **Chapman-Kolomogorov**.

2.3.4. Clasificación de los Estados de Una Cadena de Markov

Los estados de las cadenas de Markov se clasifican de acuerdo a la probabilidad de transición, estos estados pueden ser los siguientes:

1. **Estados Absorbentes:** un estado j es absorbente si está seguro de regresar a sí mismo en una transición; es decir $p_{ij} = 1$. Ejemplo de ello es el estado 1 de la figura 2.
2. **Estados Transitorios:** un estado j es transitorio si puede llegar a otro estado pero luego, ya no es posible regresar a él. Matemáticamente, esto sucederá si $\lim_{n \rightarrow \infty} p_{ij}^{(n)} = 0$, para todas la i . Ejemplo de ellos son los estados 2 y 3 de la figura 2.

Figura 2. Ejemplo de Estados Absorbentes y Estados Transitorios



Fuente: Elaboración Propia

3. **Estados Recurrentes:** un estado j es recurrente si la probabilidad de ser revisitado desde otros estados es 1. Esto puede suceder si, y solo si, el estado no es transitorio.
4. **Estados Periódicos:** un estado j es periódico con periodo $t > 1$ si es posible un retorno sólo en $t, 2t, 3t, \dots$ pasos. Esto significa que $p_{jj}^{(n)} = 0$ cuando n no es divisible entre t .

Por definición, todos los estados de un conjunto cerrado deben comunicarse, lo cual significa que es posible ir de cualquier estado a cualquier otro estado del conjunto en una o más transiciones; es decir, $p_{ij}^{(n)} > 0$ para todas las $i \neq j$ y $n \geq 1$. De esta manera, si todos los estados que tenemos se comunican, entonces, todos pertenecen a una misma clase, lo que implica que solo habrá una clase y nuestra Cadena de Markov sería irreducible.

Entonces, si todos los estados de una Cadena de Markov son recurrentes, se comunican y son aperiódicos (no periódico), se dice que son estados Ergódicos. En este caso las probabilidades absolutas después de n transiciones, $\mathbf{a}^{(n)} = \mathbf{a}^{(0)}\mathbf{P}^n$, siempre convergen de forma única a una distribución limitante (estado estable) que es independiente de las probabilidades iniciales $\mathbf{a}^{(0)}$.

Existen distintos tipos de cadenas de Markov como lo son las de estados absorbentes, estados ocultos, estados ergódicos, entre otras. Sin embargo, por la naturaleza de la investigación, la cual tiene que ver con ventas, solo se ha decidido centrarse en las cadenas ergódicas.

2.3.5. Cadenas de Markov Ergódicas

La característica principal de estas matrices es su "estabilidad" a largo plazo, lo que significa que es posible identificar una matriz univectorial con uniestocasticidad de derecha a izquierda que representa una fila i de la matriz. En otras palabras, estas matrices exhiben propiedades que, cuando la matriz se multiplica repetidamente en el tiempo, tiende a estabilizarse y converger a un estado estacionario o equilibrio a largo plazo. Esta propiedad es fundamental en el análisis de cadenas de Markov y otros procesos estocásticos.

En una cadena ergódica, las probabilidades de estado estable se definen como

$$\pi_j = \lim_{n \rightarrow \infty} a_j^{(n)}, j = 1, 2, 3, \dots$$

Estas probabilidades, las cuales son independientes de $\{a_j^{(0)}\}$, se pueden determinar de las ecuaciones

$$\pi = \pi P$$

$$\sum_j \pi_j = 1$$

La ecuación $\pi = \pi P$ dice es que las probabilidades π permanecen sin cambiar después de una transición adicional, y por esta razón representan la distribución de estado estable.

Un subproducto directo de las probabilidades de estado estable es la determinación del número esperado de transiciones antes de que el sistema regrese a un estado j por primera vez. Esto se conoce *como tiempo medio del primer retorno o tiempo medio de recurrencia*, y se calcula en una cadena de Markov de n estados como

$$\mu_{jj} = \frac{1}{\pi_j}; j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Capítulo III. Marco Metodológico

3.1. Enfoque y Tipo de Investigación

Los fundamentos de esta investigación se centran en analizar la preferencia del local para el consumo de hamburguesas mediante Cadenas de Markov. Por tal motivo el estudio está elaborado bajo un enfoque cuantitativo de diseño no experimental, catalogado como un estudio de tipo exploratorio descriptivo. La elección del enfoque se fundamenta en la necesidad de

cuantificar los cambios de los clientes entre establecimientos para el consumo de hamburguesas permitiendo así un análisis numérico de las preferencias de los clientes a lo largo del tiempo.

3.2. Población y Muestra

La población del presente estudio se compone de personas mayores de edad (18 años en adelante) que consumen hamburguesas en los tres distintos establecimientos de Metrocentro, Santa Ana. Es importante destacar que no se cuenta con una cifra exacta que represente la totalidad de la población en cuestión, por esa razón la población de estudio se caracteriza como infinita.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se empleó la fórmula de muestra teniendo en cuenta la consideración de una población infinita.

La fórmula para el cálculo de la muestra es como sigue:

$$n = \frac{z^2 p q}{e^2}$$

donde

$Z = \text{Nivel de confianza } 90\% \rightarrow 1.65$

$p = \text{probabilidad de ocurrencia (compre hamburguesa)}$

$q = \text{probabilidad de no ocurrencia}$

$e^2 = \text{margen de error} = 0.05$

$n = \text{muestra}$

Entonces:

$$n = \frac{(1.65)^2(0.5)(0.5)}{0.05^2} = \frac{0.681}{0.0025} \approx 272$$

El valor de la muestra indica 272 consumidores de hamburguesas.

3.3. Técnica de Recolección de Datos

La técnica de recolección de datos corresponde a una encuesta asistida y se ha diseñado un instrumento que recolecta información personal y preferencia de consumo de los clientes en los distintos establecimientos, el cual consta de 6 ítems de selección única y múltiple. La recolección de datos se realizó durante 5 días; lunes, miércoles, jueves, viernes y sábado.

3.4. Método Estadístico: Técnicas Estadísticas Para el Procesamiento de la Información

Con el objetivo de analizar la preferencia del local para el consumo de hamburguesas mediante Cadenas de Markov, se utilizó el programa Excel, en donde se tabularon los resultados para cada establecimiento, es decir, el número de clientes se encontraban consumiendo hamburguesas y además el número de consumidores que en su última compra también compraron en el mismo establecimiento, así mismo, los consumidores que cambiaron de establecimiento para adquirir una hamburguesa. Posteriormente se estableció la matriz de transiciones a través de los conteos para calcular la matriz estacionaria. Cabe mencionar que las cadenas de Markov son útiles para modelar actividades que evolucionan con el tiempo, donde el futuro depende solo del estado actual y no de cómo se llegó a ese estado, como es el caso del comportamiento de preferencias de los consumidores de hamburguesas.

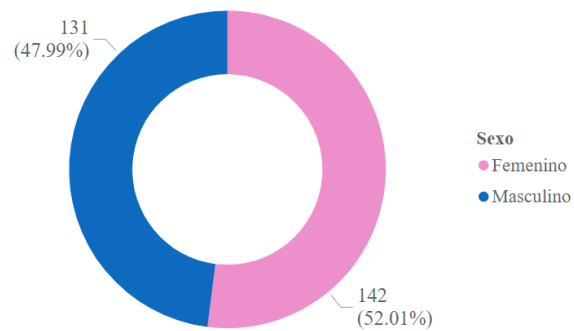
Capítulo IV. Análisis de Resultados

4.1. Análisis Exploratorio de Los Datos

En la parte de anexos se adjunta un enlace que lleva a un archivo de Excel que contiene los datos recolectados junto con el análisis. La base presenta los encabezados *Sexo*, *Edad*, *Frecuencia*, *Actual*, *Ultima* y *Factores* los cuales corresponden a los datos recolectados por los ítems 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del instrumento de recolección de datos, respectivamente (ver anexos).

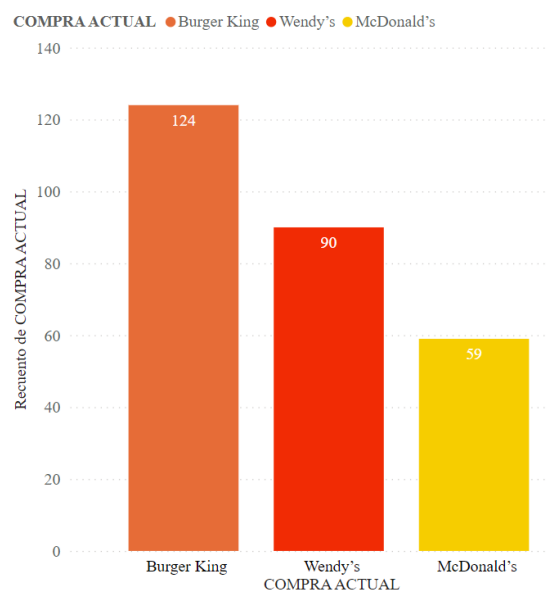
Como exploración de los datos, se presenta un análisis descriptivo univariado.

Figura 3. Proporción de consumidores por Sexo.

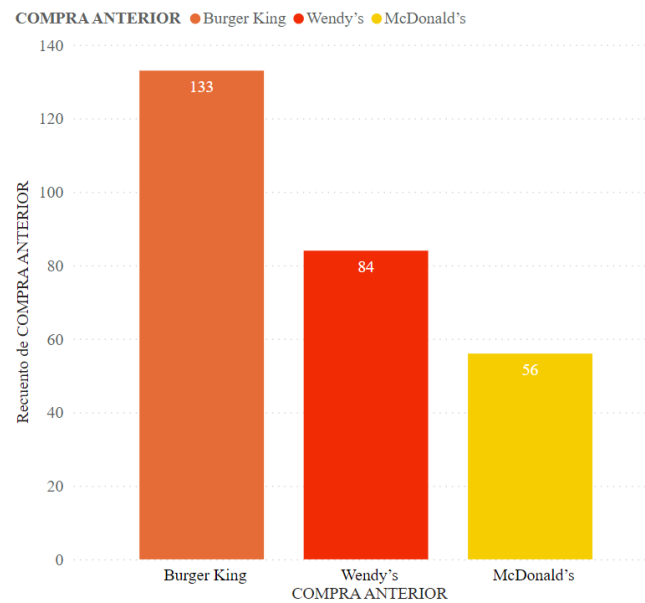


De acuerdo a la figura 3, para la muestra de 273 personas encuestadas, se obtuvo que 52.01% eran del sexo femenino y 47.99% del sexo masculino. En total se encuestaron 142 mujeres y 131 hombres.

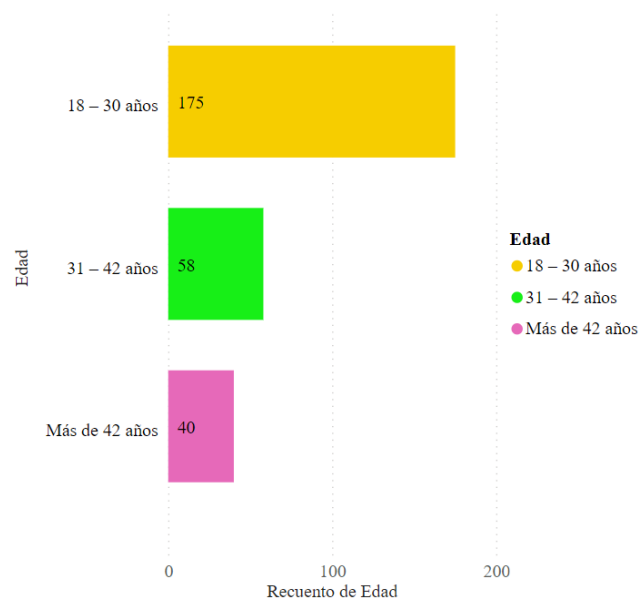
Figura 4. Recuento de la compra actual para cada establecimiento.



De la figura 4 se obtiene que Burger King es el establecimiento con más demanda de Hamburguesa seguido de Wendy's y finalmente McDonald's.

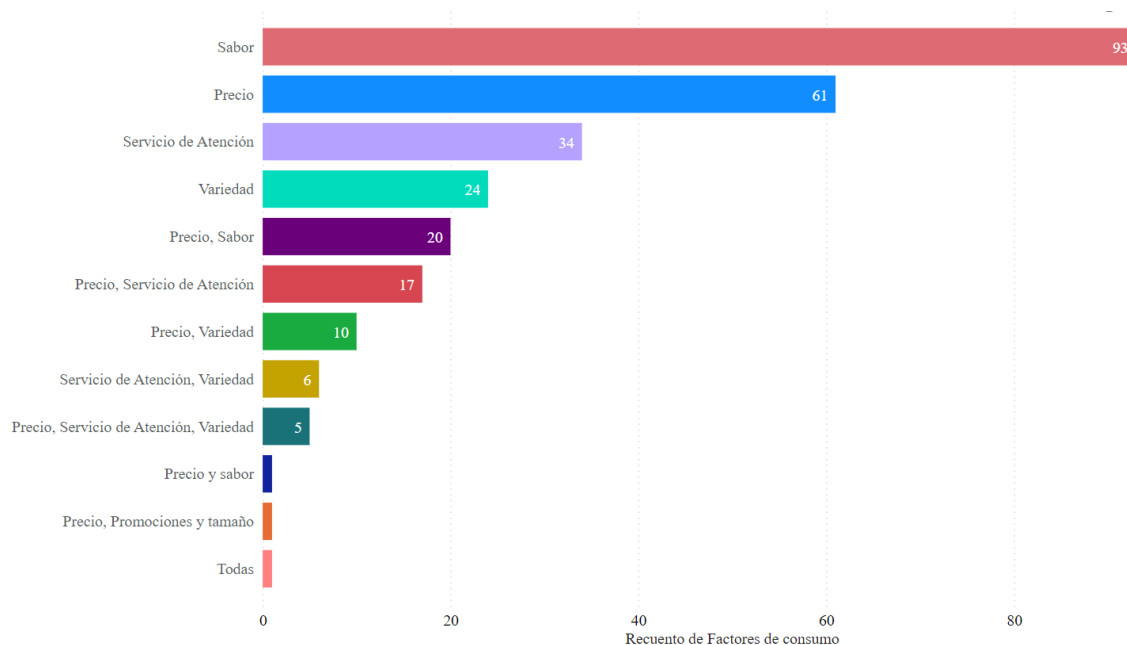
Figura 5. Recuento de la compra anterior para cada establecimiento.

De acuerdo a la figura 5, para la compra anterior de hamburguesa Burger King lidera la demanda con 133 de 273 personas que adquirieron en este establecimiento, luego Wendy's con 84 y McDonald's con 56 personas.

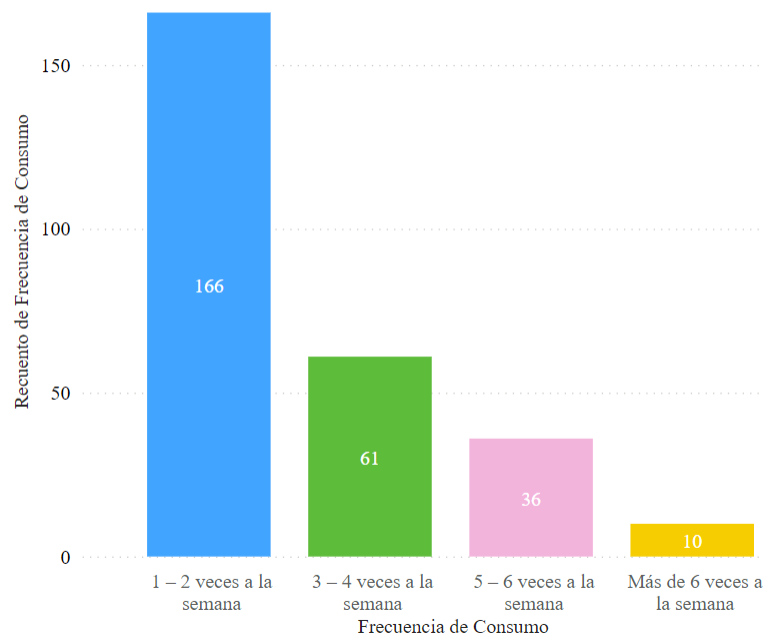
Figura 6. Recuento de consumidores por categorías de edad.

De la figura 6 se observa que, la mayoría de encuestados pertenecían al rango de entre 18 y 30 años de edad, seguido por el adulto mayor que va de 32 a 42 años con 58 personas .

Figura 7. Recuento de consumidores según el factor para la elección de establecimiento.



Con base a la figura 7, se observa que para la pregunta 6, ¿Qué factores considera importantes al momento de adquirir una hamburguesa en los tres distintos establecimientos?; se obtuvo que el factor más importante a la hora de elegir un establecimiento para el consumo de hamburguesa es el sabor, seguido del Precio, luego Servicio de atención. Algo que resultó interesante es que los encuestados añadieron más factores como *Promociones* y *Tamaño* y otros contestaron con más de un factor.

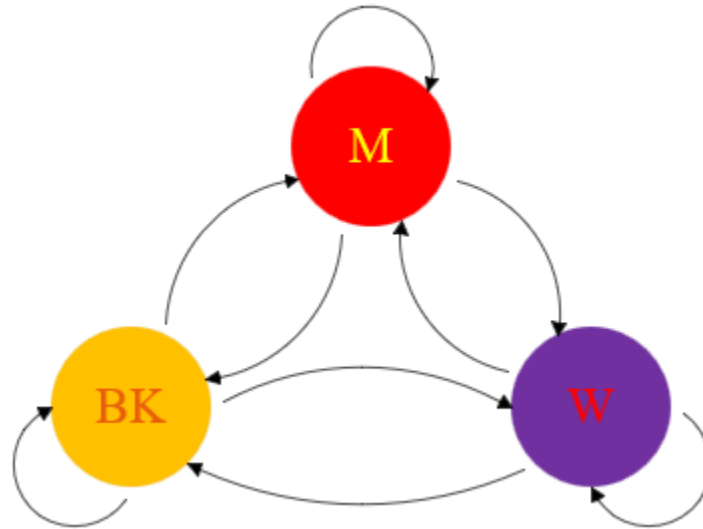
Figura 8. Recuento de frecuencia de consumo semanal de hamburguesa.

Según la figura 8, la frecuencia con la que más consumen hamburguesa los encuestados es de 1 o 2 veces por semana.

4.2. Aplicación de Cadenas de Markov

4.2.1. Estructura del Modelo y Descripción de Estados

Para el presente estudio, la aplicación de la técnica ayudará a evaluar la preferencia del local para el consumo de hamburguesas que esto a su vez representa la demanda de cada uno, por otra parte, ayudarán a evaluar la lealtad del consumidor con base a las transiciones. Para ello, el modelo de Markov es el siguiente:

Figura 9. Grafo asociado al Modelo de Markov

En la figura 9, los círculos son los estados que en este caso representan a los 3 distintos locales en estudio y las flechas representan las transiciones, es decir, la probabilidad de que el consumidor se cambie a otro local o se mantenga en el mismo. Si se observa, todos los estados están comunicados entre sí; se tienen estados recurrentes por lo que se tiene una cadena de Markov ergódica. La descripción de cada estado es la siguiente

- M: representa el estado en que el cliente consume hamburguesa de McDonald's
- W: representa el estado en que el cliente consume hamburguesa de Wendy's
- BK: representa el estado en que el cliente consume hamburguesa de Burger King.

4.2.2. Matriz de Transición Inicial

De acuerdo a los resultados obtenidos, la tabla 1 contiene la información de los 273 encuestados referente a su compra anterior y la compra actual de hamburguesas. Puede observarse que la favorita es la de Burger King, seguido de Wendy's y Finalmente McDonald's, por otro lado, las probabilidades iniciales son 0.487, 0.205 y 0.308, respectivamente.

Tabla 1. Tabla de Contingencia Entre la Compra Anterior y la Compra Actual

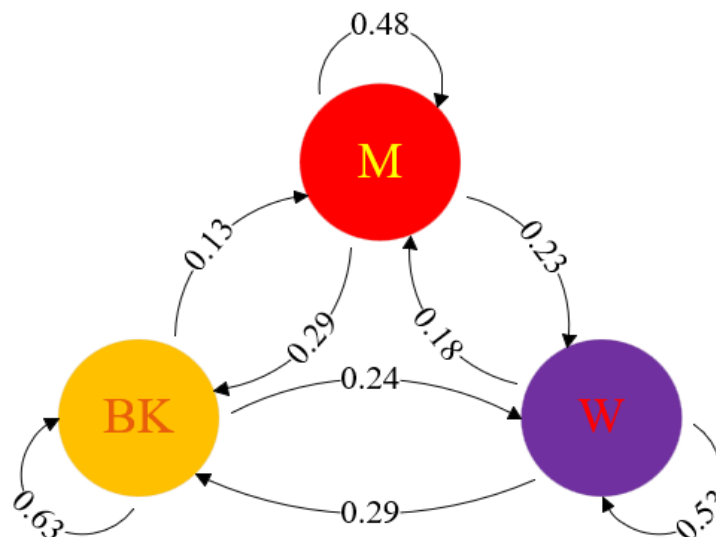
Local	Compra Anterior	% Compra Anterior	Compra Actual	% Compra Actual
Burger King	133	48.7%	124	45.4%
McDonald's	56	20.5%	59	21.6%
Wendy's	84	30.8%	90	33.0%
Total	273	100%	273	100.0%

De los resultados, la matriz de transición en un paso queda de la siguiente manera.

	BK	M	W
BK	0.63	0.13	0.24
M	0.29	0.48	0.23
W	0.29	0.18	0.53

Cada valor se interpreta de la siguiente manera: Por ejemplo si nos enfocamos en la fila de Burger King (BK), el 0.63 representa que el 63% del total que consumieron hamburguesas de Burger King en su compra anterior (133), lo volvieron a realizar en su compra actual, el 13 % se pasó para McDonald's y el 24% para Wendy's.

El grafo asociado a la matriz de transición queda como se muestra en la figura 4.

Figura 10. Grafo Asociado al Modelo de Markov con sus Probabilidades de Transición

4.2.3. Prueba de Bondad de Ajuste χ^2 Para el Modelo

Para continuar con el análisis y presentar resultados certeros, es necesario evaluar la precisión del modelo, es decir, si su capacidad para predecir es estadísticamente confiable. Para ello, se aplicó una prueba de bondad de ajuste Chi-Cuadrada, las hipótesis a considerar son:

→ H_0 : No existe diferencia significativa entre las frecuencias observadas y las esperadas

→ H_1 : Existe diferencia significativa entre las frecuencias observadas y las esperadas

En la tabla 2 se observa que se tiene un p valor aproximado de 0.85, por tanto se puede concluir de la siguiente manera: en el nivel de significancia del 0.05, con 4 gados de libertad y con el 95% de confianza, se puede afirmar que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo cual implica que no hay diferencia significativa entre las frecuencias observadas con las esperadas según el modelo de Markov, es decir, el modelo es adecuado.

Tabla 2. Prueba de Bondad de Ajuste χ^2 Para el Modelo

Estadístico de Prueba χ^2	Grados de Libertad	P-Valor
1.3949	4	0.8451

4.2.4. Matriz de Transición de Estado Estable

Uno de los principales análisis de las cadenas ergódicas es determinar las probabilidades cuando se obtiene una estabilidad a largo plazo, es decir, las probabilidades de un periodo a su inmediato, no cambiará. Esto se logra mediante la matriz de n pasos; se dice que se ha logrado la estabilidad cuando todas las filas de la matriz de transición son iguales. Para el presente caso, esto se logra en la matriz de 7 pasos. La matriz obtenida queda de la siguiente manera.

	BK	M	W
BK	0.44	0.23	0.33
M	0.44	0.23	0.33
W	0.44	0.23	0.33

De la matriz se puede deducir que bajo un modelo Markoviano, las participaciones en el mercado alcanzarán la estabilidad a largo plazo; es decir, el mercado para el consumo de hamburguesas alcanzará un punto de equilibrio. Esto muestra además, un supuesto de los modelos Markovianos: las lealtades y deslealtades son constantes.

Para el presente caso, cada iteración representa semanas, lo cual refleja que el consumo de hamburguesas por parte de un cliente logra estabilizarse a las 7 semanas, para este caso, se espera que a largo plazo, la demanda de hamburguesas distribuida en los tres locales será del 44% para Burger King, 23% para McDonald's y 33% para Wendy's.

4.2.5. *Tiempo Medio de Retorno y del Primer Paso*

Para el caso del tiempo medio del primer retorno, se hace uso la distribución de probabilidades del estado estable el cual resulta de tomar cualquier fila de la matriz de transición estable.

Tabla 3. Tiempo Medio del Primer Retorno

Local	Probabilidad del Estado Estable π_j	Tiempo Medio del Primer Retorno μ_{jj}
Burger King	0.44	2.27
McDonald's	0.23	4.34
Wendy's	0.33	3.03

Con base a los datos de la tabla 3, si tomamos el entero más cercano, la interpretación es que en promedio se necesitan aproximadamente de 2 semanas para que un cliente regrese y consuma en Burger King, 4 semanas para que regresen a McDonald's y 3 semanas para que regresen a Wendy's.

Para el tiempo promedio del primer paso consultar (Taha, 2012, p. 584), se considerarán 3 casos de acuerdo al número de estados.

Caso 1. Llegar al estado BK

Si μ el vector que contiene los tiempos medios del primer paso, entonces μ viene dado por

$$\mu = (I - N_{BK})^{-1} \mathbf{1}$$

Donde

I es la matriz identidad para este caso de orden 2 (estados – 1)

N_{BK} es la Matriz de transiciones P sin su fila y columna correspondientes al estado destino.

$\mathbf{1}$ es el vector columna de orden 2 (estados – 1) con todos los elementos iguales a 1

Al realizar el respectivo cálculo obtenemos el resultado que se muestra en la tabla 4, se observa que, la cantidad de semanas promedio que se espera que tarde en llegar a Burger King habiendo iniciado en McDonald's es de 3 semanas, de igual manera se tiene el mismo número si se inicia en Wendy's .

Tabla 4. Tiempo del Primer Paso para Burger King

Estado Inicial	Tiempo del Primer Paso
McDonald's	3.45
Wendy's	3.45

Caso 2. Llegar al estado W

Los resultados se obtienen de la manera similar. Al realizar el respectivo cálculo obtenemos el resultado que se muestra en la tabla 5, se observa que, la cantidad de semanas promedio que se espera que tarde en llegar a Wendy's habiendo iniciado en Burger King es de 4 semanas, de igual manera se tiene el mismo número si se inicia en McDonald's.

Tabla 5. Tiempo del Primer Paso para Wendy's

Estado Inicial	Tiempo del Primer Paso
Burger King	4.20
McDonald's	4.27

Caso 3. Llegar al estado M

Al realizar el respectivo cálculo obtenemos el resultado que se muestra en la tabla 6, se observa que, la cantidad de semanas promedio que se espera que tarde en llegar a McDonald's habiendo iniciado en Burger King es de 7 semanas, por otro lado, si se inicia en Wendy's el número promedio de semanas para llegar a McDonald's es de 6 semanas.

Tabla 6. Tiempo del Primer Paso para McDonald's

Estado Inicial	Tiempo del Primer Paso
Burger King	6.81
Wendy's	6.33

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, queda evidenciado que la técnica de Cadenas de Markov es especialmente útil para la investigación de mercados cuando se busca modelar preferencias que cambian con el tiempo. En el caso de los consumidores de hamburguesas, las preferencias pueden evolucionar debido a diferentes factores como las tendencias del mercado, campañas publicitarias, cambios en el menú, precios, servicios de atención u otras influencias externas. La técnica de cadenas de Markov permite capturar estas dinámicas y proporcionar una representación probabilística de cómo evolucionan las preferencias a lo largo del tiempo. Por otro lado, es oportuno mencionar que se cumplieron los objetivos de investigación planteados.

La cadena de Markov en estudio alcanzó la estabilidad en la séptima iteración, recordando, cada iteración corresponde a semanas. Esto sugiere que las preferencias de los consumidores en cuanto a hamburguesas en los tres locales han alcanzado un equilibrio. Las probabilidades estacionarias de consumo para Burger King, McDonald's y Wendy's son 0.44, 0.23 y 0.33, respectivamente. Estas probabilidades son fundamentales para comprender las tendencias estables y hacer predicciones a largo plazo sobre la distribución de las preferencias entre los tres locales lo que a su vez pueden ser esenciales en la toma de decisiones estratégicas y la planificación en el área empresarial.

Por otro lado, también se analizaron los tiempos medios del primer retorno y del primer paso entre locales, estos en resumen ofrecen información adicional sobre la frecuencia y la velocidad de los cambios en las preferencias de los consumidores. Los tiempos medios del primer retorno representan el tiempo esperado que tarda un consumidor en volver al mismo local después de haberlo elegido inicialmente, esto se puede traducir como fidelidad del consumidor. Para Burger King, McDonald's y Wendy's, los tiempos medios fueron de 2.27, 4.34 y 3.03,

semanas, respectivamente, lo cual refleja que la preferencia del consumo de hamburguesas se inclina hacia Burger King pues es este el que tiene menor valor.

Con relación a los tiempos medios del primer paso, estos indican el tiempo esperado para que un consumidor cambie de un local a otro. Los resultados obtenidos demuestran que es más rápido que se cambien para Burger King, que de Burger King a los otros 2. Los resultados fueron los siguientes:

→ De McDonald's a Burger King: 3.45

→ De Wendy's a Burger King: 3.45

→ De Burger King a Wendy's: 4.20

→ De McDonald's a Wendy's: 4.27

→ De Burger King a McDonald's: 6.81.

→ De Wendy's a McDonald's: 6.33.

Finalmente, de acuerdo a lo expuesto, se comprueba la hipótesis de investigación planteada, y se concluye que las preferencias del local en el consumo de hamburguesas sí son constantes en el tiempo, pues como se mencionó, la matriz de transición alcanzó el estado estable. De manera específica con los locales, se observó que la mayor demanda y fidelidad por parte del consumidor posiciona en primer lugar a Burger King, seguido de Wendy's y en último lugar McDonald's.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante el modelo de Markov, se proponen las siguientes recomendaciones, la primera tienen que ver con la mejora del modelo y las restantes en relación a los establecimientos.

1. Dado que la demanda depende principalmente de la elección del consumidor, y esta puede cambiar con el tiempo por distintos factores, es recomendable seguir con un monitoreo y pensar en la posibilidad de adaptar el modelo según se considere necesario. Esto significa estar pendiente a nuevas tendencias, cambios en el comportamiento del consumidor y ajustar estrategias en consecuencia.
2. Para mantener la lealtad del consumidor es recomendable la implementación de programas que incentiven a los clientes a mantenerse o regresar, estos programas pueden ser por ejemplo, la recompensa por la fidelidad mediante descuentos o mediante promociones exclusivas.
3. De acuerdo a las probabilidades estables que se obtuvieron, Burger King es el que tiene la mayor, por lo que es recomendable identificar las características que lo hacen ser el que mayor demanda posee y de esa manera, para los otros establecimientos, plantear nuevas estrategias para igualar la competencia, de igual manera, Burger King puede identificar las características que poseen los otros y que al consumidor le atraen.
4. Con relación al tiempo medio del primer paso, es recomendable prestarle atención debido a que si el consumidor tiende a cambiar rápidamente de un local a otro; el local que deja más rápido el consumidor puede diseñar estrategias competitivas que permitan la retención del consumidor, ya sea la implementación de nuevos productos o mejora en el servicio de atención, en resumen, que la experiencia en el local sea más atractiva.

Bibliografía

- Antonioli, M. Á. (2011). *APLICACIÓN DE LAS CADENAS OCULTAS DE MARKOV PARA LA PREFERENCIA DE LOS CONSUMIDORES EN EL MERCADO CERVECERO*.
- Benavidez, F. d., Benavidez, H. D., & Mendizábal, M. A. (2016). Pronóstico de cadenas Markov para la planeación de estrategias comerciales en la empresa Ma-rinter, SA de CV. . *Ingeniantes*, 1(1), 66-70.
- Cortés Pereira, M. (2019). *La doble nacionalidad de productos europeos: ¿Por qué pensamos que las hamburguesas y los perritos calientes son americanos?*
- Londoño Salazar, Y., Gómez Arango, M., & Toro Ocampo, E. (2013). Proyección de cifras de producción de café colombiano utilizando cadenas de Markov. *INGE CUC*, 9(1), 83-97.
- Rincón, L. (2012). *Introducción a los procesos estocásticos*.
- Rodríguez, X. E., Chilan, J. H., & Ponce, D. k. (2021). La investigación de mercado impacto que genera en la toma de decisiones. *Ciencias Económicas y Empresariales*, 7(1), 79-94.
- Sanchez Montes, N. (2021). *Historia de la hamburguesa*.
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones* (Novena ed.).
- Tenazoa Huitrón, M. Y. (2003). *Plan estratégico de marketing para un producto de la Industria Alimentaria. Caso: hot-dog de pollo "San Armando"*.

Anexos

Scrip de R utilizado para la prueba de Bondad de Ajuste

```
## Librerías
library(readxl)
library(markovchain)

## Cargar La Base de datos
demanda <- read_excel("MarkovR.xlsx", sheet = "Respuestas")

## Extraer base de datos para calcular La matriz de transición
markov <- demanda[3:4]

## Extraer tabla de frecuencias
frecuencia <- table(markov$Ultima, markov$Actual)

## Extraer La matriz de probabilidad utilizando La tabla de frecuencias
prob_tran <- as.matrix(prop.table(frecuencia, margin = 1))

##### Evaluar el ajuste #####

# Define La matriz de transición
matriz_transicion <- matrix(prob_tran, byrow = TRUE, nrow = 3)

# Normaliza Las filas para asegurar que Las probabilidades sumen 1
matriz_transicion <- matriz_transicion / rowSums(matriz_transicion)

# Estados Observados
estados_observados <- demanda$Actual

set.seed(1) # Establecer una semilla para reproducibilidad

# Crea un objeto de cadena de Markov
cadena_markov <- new("markovchain", states = c("BK", "M", "W"),
                     transitionMatrix = matriz_transicion)

# Predicción de La cadena de Markov
estados_predichos <- rmarkovchain(n = 273, object = cadena_markov)

# Prueba Chi Cuadrado
chisq.test(table(estados_observados, estados_predichos))
```

Instrumento de Recolección de Datos

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
LICENCIATURA EN ESTADÍSTICA

No.

Modelización de Preferencias de Hamburguesas de tres distintos establecimientos en Metrocentro Santa Ana mediante Cadenas de Markov

Objetivo: Analizar la preferencia del local para el consumo de hamburguesas mediante Cadenas de Markov

Indicación: Marque con una “X” la respuesta que usted considere correcta. La información recolectada será de uso confidencial y de carácter académico.

Datos Personales	
<p>1. Sexo</p> <p><input type="checkbox"/> Masculino</p> <p><input type="checkbox"/> Femenino</p>	<p>2. Edad</p> <p><input type="checkbox"/> 18 – 30 años</p> <p><input type="checkbox"/> 31 – 42 años</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 42 años</p>
Preferencia de Consumo	
<p>3. ¿Con qué frecuencia consume hamburguesa en Metrocentro, semanalmente?</p> <p><input type="checkbox"/> 1 – 3 veces semanales</p> <p><input type="checkbox"/> 4 – 6 veces semanales</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 6 veces a la semana</p>	<p>4. ¿En cuál de los siguientes establecimientos compró su hamburguesa?</p> <p><input type="checkbox"/> Burger King</p> <p><input type="checkbox"/> Wendy's</p> <p><input type="checkbox"/> McDonald's</p>
<p>5. En su compra anterior de hamburguesa en Metrocentro ¿En cuál de los siguientes establecimientos la realizó?</p> <p><input type="checkbox"/> Burger King</p> <p><input type="checkbox"/> Wendy's</p> <p><input type="checkbox"/> McDonald's</p>	<p>6. ¿Qué factores considera importantes al momento de adquirir una hamburguesa en los tres distintos establecimientos?</p> <p><input type="checkbox"/> Precio</p> <p><input type="checkbox"/> Sabor</p> <p><input type="checkbox"/> Servicio de Atención</p> <p><input type="checkbox"/> Variedad</p> <p><input type="checkbox"/> Otro: _____</p>

Matriz de n Pasos Para el Estado Estable

P				P⁽²⁾			
	Burger King	McDonald's	Wendy's		Burger King	McDonald's	Wendy's
Burger King	0.63	0.13	0.24	Burger King	0.50	0.19	0.31
McDonald's	0.29	0.48	0.23	McDonald's	0.39	0.31	0.30
Wendy's	0.29	0.18	0.53	Wendy's	0.39	0.22	0.39
P⁽³⁾				P⁽⁴⁾			
	Burger King	McDonald's	Wendy's		Burger King	McDonald's	Wendy's
Burger King	0.46	0.21	0.33	Burger King	0.45	0.22	0.33
McDonald's	0.42	0.25	0.32	McDonald's	0.43	0.23	0.33
Wendy's	0.42	0.23	0.35	Wendy's	0.43	0.23	0.34
P⁽⁵⁾				P⁽⁶⁾			
	Burger King	McDonald's	Wendy's		Burger King	McDonald's	Wendy's
Burger King	0.44	0.22	0.33	Burger King	0.44	0.23	0.33
McDonald's	0.44	0.23	0.33	McDonald's	0.44	0.23	0.33
Wendy's	0.44	0.23	0.34	Wendy's	0.44	0.23	0.34
P⁽⁷⁾				P⁽⁸⁾			
	Burger King	McDonald's	Wendy's		Burger King	McDonald's	Wendy's
Burger King	0.44	0.23	0.33	Burger King	0.44	0.23	0.33
McDonald's	0.44	0.23	0.33	McDonald's	0.44	0.23	0.33
Wendy's	0.44	0.23	0.33	Wendy's	0.44	0.23	0.33

Matriz de Operacionalización de Variables

Objetivo General	Objetivos Específicos	Variable	Indicadores	Técnicas e instrumento	Ítems del Instrumento
Modelar la demanda para el consumo de hamburguesas en tres distintos establecimientos en Metrocentro Santa Ana mediante Cadenas de Markov	Recopilar datos sobre la preferencia del local para el consumo de hamburguesa	Preferencia del Local en el consumo de hamburguesa	Demanda del Local	Encuesta Asistida, Cuestionario	3. ¿Con qué frecuencia consume hamburguesa en Metrocentro, semanalmente? 4. ¿En cuál de los siguientes establecimientos compró su hamburguesa?
	Definir la matriz de transiciones entre los distintos locales.	Probabilidades de Transición entre los locales	Razón entre la demanda anterior con la actual	Encuesta Asistida, Cuestionario	5. En su compra anterior de hamburguesa en Metrocentro ¿En cuál de los siguientes establecimientos la realizó?
	Determinar la probabilidad estacionaria en la demanda de hamburguesa de los distintos locales a lo largo del tiempo	Probabilidad estacionaria en la demanda de hamburguesa	Matriz de n pasos	Encuesta Asistida, Cuestionario	6. ¿Qué factores considera importantes al momento de adquirir una hamburguesa en los tres distintos establecimientos?

En el siguiente enlace, se puede obtener la base de datos:

https://drive.google.com/drive/folders/1_yQahOfcGaApWYFvc0tLl_NILLVt3vFk