

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**“TEORÍA DE JUEGOS COMO HERRAMIENTA PARA
EVALUAR EL IMPACTO DE ESTRATEGIAS
PROMOCIONALES IMPLEMENTADAS POR UNA
EMPRESA DE CADENA DE RESTAURANTES DE COMIDA
RÁPIDA EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA”**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

POR

ANDRÉS DANIEL LÓPEZ SÁNCHEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

ADMINISTRADOR DE EMPRESAS

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO INTERINO:	Lic. Luis Antonio Suárez Roldan
SECRETARIO:	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
VOCAL II:	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
VOCAL III:	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
VOCAL IV:	P.C. Oliver Augusto Carrera Leal
VOCAL V:	P.C. Walter Obdulio Chiguichón Boror

PROFESIONALES QUE PRACTICARON
LOS EXAMENES DE ÁREAS PRÁCTICAS BÁSICAS

Área Matemática - Estadística	Lic. Axel Osberto Marroquín Reyes
Área Administración - Finanzas	Licda. Sonia Aracely Pacheco Morales.
Área Mercadotecnia - Operaciones	Licda. Elvia Zulena Escobedo Chinchilla

PROFESIONALES QUE PRACTICARON
EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS

PRESIDENTE:	Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras
SECRETARIA:	Licda. Thelma Marina Soberanis de Monterroso
EXAMINADOR:	Lic. Axel Osberto Marroquín Reyes

Guatemala, 03 de noviembre de 2014

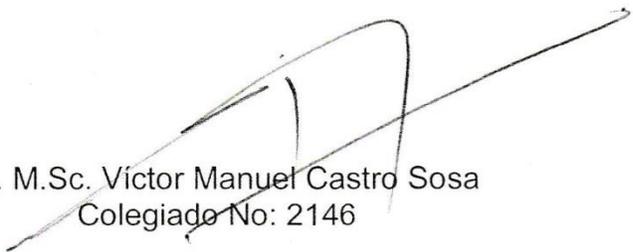
Licenciado
José Rolando Secaida Morales
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano

De conformidad con el nombramiento emanado de su decanatura, con fecha 14 de octubre del 2014, en el que se me designa asesor de tesis al estudiante Andrés Daniel López Sánchez, carné 200140591, con el tema "Teoría de juegos como herramienta para evaluar el impacto de estrategias promocionales implementadas por una empresa de cadena de restaurantes de comida rápida en la ciudad capital de Guatemala", me permito informarle que he procedido a revisar el contenido de dicho estudio, encontrando que el mismo cumple con los lineamientos y objetivos planteados en el respectivo plan de investigación.

En virtud de lo anterior y considerando que este trabajo de tesis fue desarrollado de acuerdo a los requisitos reglamentarios de la facultad, me permito recomendarlo para que sea discutido en Examen privado de tesis, previo a optar el título de Administrador de Empresas en el grado académico de licenciado.

Atentamente,



Lic. M.Sc. Víctor Manuel Castro Sosa
Colegiado No: 2146



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS

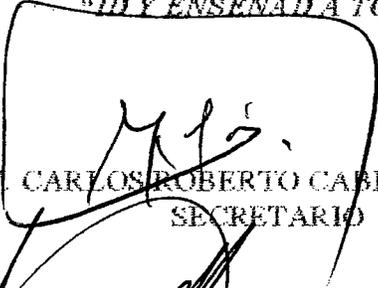
Edificio "S-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS. GUATEMALA,
OCHO DE MAYO DE DOS MIL QUINCE.

Con base en el Punto cuarto, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 10-2015 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 14 de abril de 2015, se conoció el Acta ADMINISTRACIÓN 009-2015 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 16 de febrero de 2015 y el trabajo de Tesis denominado: "TEORIA DE JUEGOS COMO HERRAMIENTA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE ESTRATEGIAS PROMOCIONALES IMPLEMENTADAS POR UNA EMPRESA DE CADENA DE RESTAURANTES DE COMIDA RÁPIDA EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA", que para su graduación profesional presentó el estudiante ANDRÉS DANIEL LÓPEZ SÁNCHEZ, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑADA A TODOS"


LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO


LIC. JOSÉ ROLANDO SECAIDA MORALES
DECANO

Smp.




Ingrid
BRENISAU

ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS:** Por brindarme la oportunidad de obtener un triunfo tan importante en mi vida.
- A MI PADRES:** **Lic. Mario Eduardo López Armas** (Q.E.P.D) a pesar que emprendió un largo viaje, me dejó un gran ejemplo a seguir.
- A mi madrecita **Carmen Sánchez Lucero** que siempre salió adelante con nosotros sin importar los inconvenientes. Madre eres un ejemplo de lucha y dedicación, sé que estas muy orgullosa por este momento de mi vida, todo lo que soy te lo debo a ti.
- A MIS HERMANOS:** **Friné, Eduardo, Renato y Martin**, por siempre estar allí cuando los necesito, este triunfo también es de ustedes los quiero mucho.
- A MI HIJO:** **Eduardo Andrés**, que este triunfo te haga sentir orgulloso mi lindo y te motive a salir adelante y que cada día te acuerdes que debes superarte más que YO, eres mi fuente de inspiración te ADORO.
- A MI NOVIA:** **Zully Carranza**, por estar en estos momentos de mi vida a mi lado e impulsarme a culminar este proyecto tan importante, gracias por todo mi amor.
- A MIS SOBRINOS:** **María Grazia, Mario Eduardo, Josemilio, Fátima y Ernesto**, este triunfo también les pertenece a ustedes, espero lo repliquen en sus vidas.
- A MIS AMIGOS:** **Jonathan Morales (chavita), Alex Ávila, Lizardo Estrada, Elmer Lemus, Jonathan Cifuentes**, y a todos los

demás que no mencione acá pero que de alguna manera formaron parte de estos años de esfuerzo, gracias queridos amigos.

A MIS PROFESORES: En especial al **Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras**, por brindarme su amistad sincera, apoyo y confianza en la culminación de mi carrera, **Lic. Edgar Antonio Polanco**, **Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez**, **Lic. Axel Osberto Marroquín Reyes**, **Lic. Víctor Manuel Castro Sosa** (mi asesor de tesis), **Lic. Oscar Ramiro Batres**, **Licda. Thelma Marina Soberanis de Monterroso**, **Lic. Luis Manuel Vásquez Vides** y todos los demás que estuvieron involucrados en mi formación académica, siempre estaré agradecido.

A: **Farma Logística**, por brindarme el tiempo durante toda mi carrera y a mis compañeros de labores en especial a mi amiga **Jacki** por siempre animarme y aconsejarme.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	
MODELACIÓN MATEMÁTICA Y TEORÍA DE JUEGOS	1
1.1 Investigación de Operaciones	1
1.2 Modelos matemáticos	5
1.3 Programación lineal	9
1.4 Teoría de juegos	12
1.4.1 Participantes	12
1.4.2 Premio o pago	13
1.4.3 La estrategia	14
1.4.4 Matriz de juego o matriz de premios	14
1.4.5 Métodos de solución	16
1.4.6 Estrategias empresariales	20
CAPÍTULO II DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO	
2.1 Generalidades de la empresa objeto de estudio	23
2.1.1 Filosofía empresarial	24
2.2 Problemática de la empresa objeto de estudio	25
2.3 Tiendas competidoras y estrategias promocionales utilizadas	26
2.4 Análisis de la situación de la empresa con relación a las ventas observadas en el período de estudio	28
2.4.1 Análisis de las ventas por estrategia promocional	28
2.4.2 Análisis de las ventas para el mes de junio	32
2.4.3 Análisis comparativo de las tiendas competidoras	33
2.5 Reflexiones finales sobre las estrategias promocionales y técnicas utilizadas por la empresa para medir el impacto de las ventas	35
2.6 Metodología de la investigación	36

CONTENIDO**PÁGINA****CAPÍTULO III****APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS**

3.1	Planteamiento de las estrategias y teoría de juegos	37
3.2	Objetivo general y específicos	38
3.2.1	Solución de la teoría de juegos planteada	38
3.2.2	Determinación de la conveniencia por estrategia	47
3.3	Propuesta mercadológica según los resultados de teoría de juegos	48
	CONCLUSIONES	49
	RECOMENDACIONES	50
	BIBLIOGRAFÍA	51
	ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

No.	CONTENIDO	PÁGINA
1:	Estrategias aplicadas por cada tienda	27
2:	Comparativo entre las ventas de las tiendas jugadoras, en unidades físicas	34

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	CONTENIDO	PÁGINA
1:	Comparación de las ventas de la tienda A “dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora” con las estrategias de la tienda B (En unidades)	29
2:	Comparación de las ventas de la tienda A “segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino” con las estrategias de la tienda B (En unidades)	30
3:	Comparación de las ventas de la tienda A “dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano” con las estrategias de la tienda B (En unidades)	31
4:	Comparación de las ventas de la tienda A con la tienda B (Unidades al mes)	32
5:	Comparación de las ventas de la tienda A con la tienda B (Unidades por trimestre)	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

No.	CONTENIDO	PÁGINA
1:	Niveles de abstracción en el desarrollo de un modelo	6

ÍNDICE DE MATRICES

No.	CONTENIDO	PÁGINA
1:	Matriz del juego (pagos o premios)	15
2:	Ejemplo de matriz del juego (pagos o premios)	16
3:	Punto de silla	17
4:	Planteamiento de la matriz de juego, en unidades físicas	39
5:	Cálculo del punto de silla del modelo	40

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	CONTENIDO	PÁGINA
1:	Base de datos	53
2:	Solución del métodos simplex	55

INTRODUCCIÓN

La empresa objeto de estudio es una organización de capital netamente guatemalteco, dedicada al servicio de restaurante de comida rápida dentro de un marco de calidad y eficiencia para sus clientes. Inició operaciones en junio de 1992, con sólo dos empleados, posteriormente expande su mercado a diferentes centros comerciales, manteniendo fundamentalmente la calidad de sus productos. Actualmente posee más de 40 puntos de venta en varios sectores de la capital.

La toma de decisiones bajo el contexto mercadológico es fundamental para el éxito o fracaso del comercio de un producto, y en la mayoría de casos la falta de información estadística y aplicación de instrumentos técnicos, no permiten un acercamiento al comportamiento futuro del mercado y a una mejor toma de decisiones. Tal es el caso de la empresa objeto de estudio, que tiene la necesidad de conocer el impacto de las estrategias promocionales implementadas entre diferentes tiendas, ubicadas en la ciudad capital, y cómo puede maximizar sus ingresos y minimizar sus costos según dichas acciones. Es decir, la empresa desea identificar las mejores estrategias promocionales entre tiendas, para priorizar recursos y obtener mejores rendimientos.

Bajo el contexto anterior, se desarrolla la teoría de juegos, como herramienta utilizada para fundamentar la toma de decisiones, ante situaciones de competitividad e incertidumbre. Como modelo matemático, la teoría de juegos, busca darle solución al problema presentado, mediante la identificación de las mejores estrategias a utilizar, para mejorar el nivel de ventas de la empresa, así como brindar lineamientos sobre qué estrategias implementar, en qué momento y con qué intensidad.

El estudio se llevó a cabo en la empresa de cadena de restaurantes de comida rápida, ubicada en la ciudad capital de Guatemala y se desarrolló durante los meses de junio y julio de 2014. Con relación al ámbito geográfico, la unidad de análisis se encuentra ubicada en la zona 7 de la ciudad capital. Por último, el estudio se llevó a cabo bajo el contexto matemático/estadístico.

La empresa objeto de estudio no utiliza técnicas matemático-estadísticas para evaluar el impacto de las estrategias utilizadas sobre las ventas en sus tiendas. Únicamente se enfoca en los resultados presentados en sus Estados Financieros, así como un análisis superficial de la serie de tiempo del comportamiento de las ventas. Asimismo el comportamiento de las ventas depende en gran parte de la secuencia y rotación de las estrategias promocionales aplicadas.

El desarrollo del presente estudio se encuentra conformado de la siguiente manera: en el capítulo I se presenta el marco teórico de tres temas fundamentales del estudio: investigación de operaciones, modelos matemáticos y teoría de juegos. En el capítulo II se presenta el diagnóstico de la empresa objeto de estudio, generalidades de ésta y el análisis de las ventas por estrategia promocional y por período de observación. En el capítulo III se presentan los resultados del estudio según la aplicación del modelo matemático planteado, así como su respectiva interpretación y fundamento. Posteriormente se presentan las conclusiones y sus respectivas recomendaciones. Se presenta la bibliografía que se utilizó y los anexos respectivos.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO
MODELACIÓN MATEMÁTICA Y TEORÍA DE JUEGOS

Muchas de las decisiones importantes de las empresas son tomadas a la luz de la información que se dispone, otras dependen de las condiciones del entorno y las acciones de la competencia, máxime en las decisiones mercadológicas que son las que definen el éxito o fracaso de la comercialización de un producto o servicio. Tanto la matemática y, más importante aún, la estadística son fuentes de información para la aplicación de instrumentos y técnicas utilizadas por la empresa para fundamentar dichas decisiones, esto bajo el contexto de optimización de resultados buscado en la aplicación de la investigación de operaciones (también conocido como IO) “Como su nombre lo indica, la Investigación de Operaciones (IO) o Investigación Operativa, es la investigación de las operaciones a realizar para el logro óptimo de los objetivos de un sistema o la mejora del mismo. Esta disciplina brinda y utiliza la metodología científica en la búsqueda de soluciones óptimas, como apoyo en los procesos de decisión, en cuanto a lo que se refiere a la toma de decisiones óptimas y en sistemas que se originan en la vida real”. (7:2)

En el presente punto se desarrollarán las bases teóricas utilizadas para la construcción y aplicación del modelo matemático de teoría de juegos, describiendo su proceso metodológico, características, principales funciones y usos; también se desarrollará el tema de las estrategias y la promoción de ventas, que es el ámbito de aplicación del modelo matemático para la investigación deseada.

1.1 Investigación de Operaciones

“Las primeras actividades formales de investigación de operaciones (IO) se iniciaron en Inglaterra durante la Segunda Guerra Mundial, cuando un equipo de científicos empezó a tomar decisiones con respecto a la mejor utilización del material bélico. Al término de la guerra, las ideas formuladas en operaciones militares se adaptaron para mejorar la eficiencia y productividad en el sector civil”. (6:1) Por lo anterior, el término de investigación de operaciones es utilizado por primera vez en el año 1939, específicamente

cuando existe la necesidad de investigar las operaciones tácticas y estratégicas en el campo militar. No obstante, en la actualidad la investigación de operaciones es aplicada en muchos ámbitos, como los empresariales. Esto se debe a que la IO brinda una amplia gama de herramientas útiles para la toma de decisiones y, más importante aún, fundamentada en la matemática y estadística.

“Sin embargo, el origen de la Investigación Operativa puede considerarse como anterior a la Revolución Industrial, aunque fue durante este período que comienzan a originarse los problemas tipo que la Investigación Operativa trata de resolver. A partir de la Revolución Industrial y a través de los años se origina una segmentación funcional y geográfica de la administración, lo que da origen a la función ejecutiva o de integración de la administración para servir a los intereses del sistema como un todo. La Investigación Operativa tarda en desarrollarse en el campo de la administración industrial. El uso de la metodología científica en la industria se incorpora al principiar los años 50, a partir de la 2da Revolución Industrial, propiciada por los avances de las Comunicaciones y la Computación, que sientan las bases para la automatización, y por sobre todo por el florecimiento y bienestar económico de ese período. Los primeros desarrollos de esta disciplina (IO) se refirieron a problemas de ordenamiento de tareas, reparto de cargas de trabajo, planificación y asignación de recursos en el ámbito militar en sus inicios, diversificándose luego, y extendiéndose finalmente a organizaciones industriales, académicas y gubernamentales”. (7:3)

Bajo el contexto anterior, la IO es llamada la ciencia de la toma de decisiones, según Guillermo Durán del Centro de Gestión de Operaciones del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, resaltando la importante intervención y contribución de diferentes disciplinas de diversas ramas como los ingenieros, matemáticos, informáticos y economistas, siendo aplicada por todos ellos **la técnica fundamental del modelamiento matemático**. “En esta disciplina se destacan las siguientes características esenciales: una fuerte orientación a la teoría de sistemas, la participación de equipos interdisciplinarios y la aplicación del método científico en apoyo a la toma de decisiones. En base a estas propiedades, una posible definición es: la Investigación Operativa es la

aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que comprenden el control y gestión de sistemas organizados (hombre- máquina); con el objetivo de encontrar soluciones que sirvan mejor a los propósitos del sistema (u organización) como un todo, enmarcados en procesos de toma de decisiones”. (7:3)

Como se ha mencionado, la IO es una herramienta muy importante de apoyo a los diferentes tomadores de decisiones. No obstante, bajo el contexto de la presente investigación, la IO es utilizada para la modelación matemática de problemas empresariales, como soporte a la administración en la programación y planificación de la producción y actividades de la empresa, apoyando evidentemente a otras áreas como la mercadotecnia, las finanzas y la administración del recurso humano. En tal sentido la IO busca la optimización de las decisiones, por lo que sus resultados serán en función de maximizar un beneficio o minimizar una pérdida. Por lo anterior, aunque existen diferentes formas de ver y plantear un problema, generalmente se utilizan pasos a seguir en la aplicación del método científico (coincidentes con los de la Teoría General de Sistemas) que son, en su expresión más simple:

- a. Planteo y análisis del problema:** “La definición del problema implica definir el alcance del problema investigado. Esta función debe ser realizada por todo el equipo de IO. El objetivo es identificar tres elementos principales del problema de decisión: (1) descripción de las alternativas de decisión; (2) determinación del objetivo del estudio, y (3) especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema modelado”. (6:10)

- b. Construcción de un modelo:** “La construcción del modelo implica un intento de transformar la definición del problema en relaciones matemáticas. Si el modelo resultante se ajusta a uno de los modelos matemáticos estándar, como la programación lineal, se suele obtener una solución utilizando los algoritmos disponibles. Por otra parte, si las relaciones matemáticas son demasiado complejas como para permitir la determinación de una solución analítica, el equipo de IO puede

optar por simplificar el modelo y utilizar un método heurístico, o bien considerar la simulación, si es lo apropiado”. (6:10)

c. Deducción de la solución: “La solución del modelo es por mucho la más sencilla de todas las fases de IO porque implica el uso de algoritmos de optimización bien definidos. Un aspecto importante de la fase de solución del modelo es el análisis de sensibilidad. Tiene que ver con la obtención de información adicional sobre el comportamiento de la solución óptima cuando el modelo experimenta algunos cambios de parámetros. El análisis de sensibilidad es particularmente necesario cuando no se pueden estimar con precisión los parámetros del modelo. En estos casos es importante estudiar el comportamiento de la solución óptima en el entorno de los parámetros estimados”. (6:10)

d. Prueba del modelo y evaluación de la solución: “La validez del modelo comprueba si el modelo propuesto hace en realidad lo que dice que hace, es decir, ¿predice adecuadamente el comportamiento del sistema que se estudia? Al principio, el equipo de IO debe estar convencido de que el resultado del modelo no contenga “sorpresas”. En otras palabras, ¿tiene sentido la solución? ¿Los resultados son intuitivamente aceptables? Del lado formal, un método común de comprobar la validez de un modelo es comparar su resultado con resultados históricos. El modelo es válido si, en condiciones de datos de entrada iguales, reproduce de forma razonable el desempeño pasado. Sin embargo, no suele haber seguridad de que el desempeño futuro continuará copiando el comportamiento pasado. Además, como el modelo se basa en el examen cuidadoso de datos pasados, la comparación propuesta casi siempre es favorable. Si el modelo propuesto representara un sistema nuevo (inexistente), no habría datos históricos disponibles. En esos casos podemos utilizar la simulación como una herramienta independiente para comprobar el resultado del modelo matemático”. (6:10)

- e. **Ejecución y control de la solución:** “La implementación de la solución de un modelo validado implica la transformación de los resultados en instrucciones de operación comprensibles que se emitirán a las personas que administrarán el sistema recomendado. La responsabilidad de esta tarea recae principalmente en el equipo de IO”. (6:10)

Al considerar la IO como apoyo a la toma de decisiones empresariales, cabe mencionar que: “Los procesos de decisión pueden desarrollarse bajo situaciones deterministas, aleatorias, de incertidumbre, o de competencia (adversas) Estas situaciones se modelan a través de sistemas que también serán de tipo deterministas, aleatorios, inciertos o basados en situaciones de competencia (adversas) Los sistemas determinísticos interpretan la realidad bajo el principio de que todo es conocido con certeza. Los sistemas basados en situaciones aleatorias, de incertidumbre o de competencia, asocian la incertidumbre a los fenómenos a analizar, incertidumbre que puede resultar de la variación propia de los fenómenos (variaciones que eluden a nuestro control, pero que tienen un patrón específico) o incertidumbre resultante de la propia inconsistencia de esos fenómenos”. (7:5) No obstante, aplicando dicho método científico, el investigador de operaciones construirá uno o más modelos (representaciones) del sistema, con sus operaciones correspondientes y sobre él realizará su investigación, con el fin de buscar una solución óptima al problema presentado y modelado.

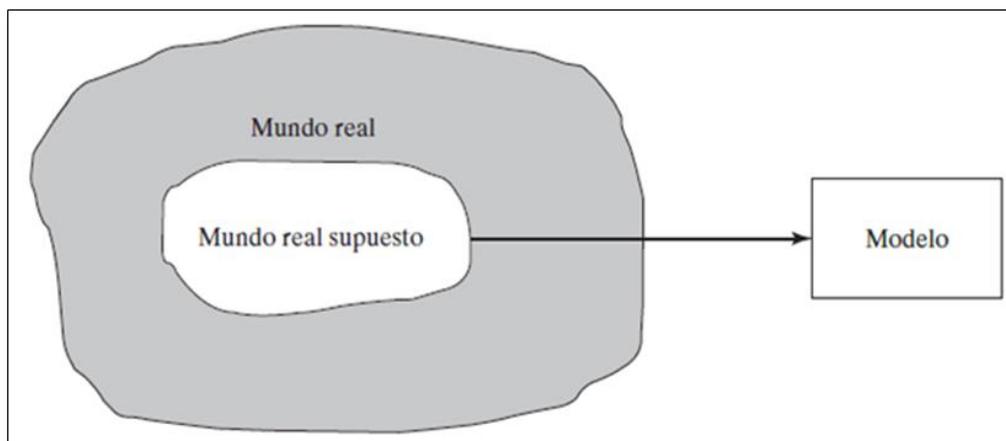
1.2 Modelos matemáticos

“La actividad económica ha sido parte integrante de la vida humana durante miles de años. A los vendedores, mercaderes, agricultores y otros agentes económicos les bastaba conceptos como enteros y fracciones, junto con las cuatro reglas de la aritmética para discutir y debatir las actividades y sucesos económicos que afectaban sus vidas diarias. Hacia mitad del siglo XIX algunos autores comenzaron a utilizar las matemáticas para elaborar sus teorías. descubrieron que muchas de sus ideas se podrían formular de forma más efectiva usando el lenguaje matemático”. (5:2)

Un modelo matemático es una herramienta para la solución de un problema en específico, es interpretar lo mejor posible la realidad a través de ciertas fórmulas. Pidd, en 1996, propone la siguiente definición mucho más completa: “*Un modelo es una representación explícita y externa de parte de la realidad como la ven las personas que desean usar el modelo para entender, cambiar, gestionar y controlar dicha parte de la realidad*”. (3:12) Dichos modelos van desde lo más sencillo como una regresión lineal, sistema de ecuaciones, o bien, programación lineal, hasta lo más complejo como modelos semi-estructurales de un sistema económico completo.

En tal sentido, la matemática proporciona una herramienta que modela la teoría deseada con la información de la realidad y brinda elementos de análisis para la toma de decisiones con el fin de explicarla bajo conceptos teóricos preconcebidos, aunque “puede haber una diferencia importante entre el modelo matemático y sus posibles interpretaciones de la realidad. Más aún, puede ocurrir que haya más de un modelo capaz de describir un cierto fenómeno Además se debe reconocer que un modelo cuyo objetivo sea explicar un fenómeno, no puede ser considerado nunca como una verdad absoluta; en el mejor de los casos es solamente una representación aproximada de la realidad”. (5:5)

Ilustración 1
Niveles de abstracción en el desarrollo de un modelo



Fuente: Tomado de la figura 1.1 de Taha, Hamdy A. 2012 “Investigación de operaciones”. 9a ed. Pearson Educación, México. 824 páginas

Para poder modelar matemáticamente un problema se deben plantear primero tres preguntas fundamentales: ¿Cuáles son las alternativas de decisión?, ¿Conforme a qué restricciones se toma la decisión?, y ¿Cuál es el criterio objetivo apropiado para evaluar las alternativas? “Los modelos desarrollados son representaciones exactas de situaciones reales. Esto es raro en la IO, ya que la mayoría de las aplicaciones suelen implicar diversos grados de aproximación. La ilustración 1 muestra los niveles de abstracción que caracterizan el desarrollo de un modelo de IO. Abstraemos de la situación real el mundo real supuesto al concentrarnos en las variables dominantes que controlan el comportamiento del sistema real. El modelo expresa de una manera razonable las funciones matemáticas que representan el comportamiento del mundo real supuesto”. (6:6) Por lo anterior se puede afirmar que un modelo sirve básicamente para tres cosas: aprender / entender, implementar en un ordenador (automatización) y tomar decisiones. Sin embargo, según José Pedro García Sabater y Julien Maheut del Grupo de Investigación ROGLE, por muy bueno que sea un modelo, existe un ciclo de vida del mismo, dicho ciclo está definido como:

- a. **Definir el problema:** esta fase incluye entender el problema y acordar con el cliente los resultados a obtener.
- b. **Modelar y construir la solución:** esta fase incluye definir el tipo de técnica a utilizar, generar el modelo (implementarlo informáticamente si es el caso) y por último, validarlo.
- c. **Utilizar la solución:** Un modelo perfecto que no se utilice, es un modelo perfectamente inútil. Ser capaz de implementar el modelo de tal manera que el cliente lo utilice, y mantener un concreto sistema de actualización son los dos elementos básicos de esta fase.

Según la investigación de operaciones, ante diferentes situaciones del mundo real, no se cuenta con una técnica general única para resolver todos los problemas que puedan surgir. En su lugar, el tipo y complejidad del modelo matemático determina la naturaleza del

método de solución, es decir, que no todos los problemas pueden ser solucionados de la misma manera, ya que más de una herramienta puede ser aplicable; y no solo un modelo matemático soluciona todos los problemas presentados. No obstante, “La técnica de IO más importante es la programación lineal. Está diseñada para modelos con funciones objetivo y restricciones lineales. Otras técnicas incluyen la programación entera (en la cual las variables asumen valores enteros), la programación dinámica (en la cual el modelo original puede descomponerse en subproblemas más pequeños y manejables), la programación de red (en la cual el problema puede modelarse como una red), y la programación no lineal (en la cual las funciones del modelo son no lineales)”. (6:5)

Bajo el contexto anterior, esas son sólo algunas de las muchas herramientas de IO con que se dispone para la toma de decisiones. Es importante mencionar que en la mayoría de las técnicas de IO, por lo general las soluciones no se obtienen en forma cerrada o rígida, como si fueran fórmulas inflexibles, sino que más bien se determinan mediante algoritmos y se ajustan tanto a las necesidades que presenta el modelo como a la información disponible. Aunque cabe mencionar que el método de solución es el mismo, una vez elegido el modelo. Esto se debe a que “Un algoritmo proporciona reglas fijas de cálculo que se aplican en forma repetitiva al problema, y cada repetición (llamada iteración) acerca la solución a lo óptimo. Como los cálculos asociados con cada iteración suelen ser tediosos y voluminosos, es recomendable que estos algoritmos se ejecuten con la computadora. Algunos modelos matemáticos pueden ser tan complejos que es imposible resolverlos con cualquiera de los algoritmos de optimización disponibles. En esos casos quizá sea necesario abandonar la búsqueda de la solución óptima y simplemente buscar una buena solución aplicando la heurística, y la metaheurística, o bien reglas empíricas”. (6:5)

Shapiro en el año 2001 clasificó los modelos según el efecto de su resultado en normativos o descriptivos. “Los modelos normativos exigen el planteamiento de un modelo matemático (probablemente en forma de función objetivo y restricciones) Los modelos cuya estructura se ajusta a algunos de los patrones clásicos para los que es factible la optimización (programación lineal por ejemplo) forman el subconjunto de

modelos de optimización. Los modelos descriptivos abarcan todas aquellas técnicas de modelado que no comportan la definición de estructuras matemáticas que definen una solución como la deseable para ser implementada. Entre los modelos descriptivos se pueden citar los modelos de simulación, la teoría de colas e incluso las técnicas de previsión entre otras. Algunos de los modelos descriptivos llevan aparejada una carga matemática importante, mientras que otros su estructura no es de tipo matemático”. (3:21)

Un modelo matemático es una manera formal de expresar el problema presentado en términos de números, estableciendo relaciones interdependientes que brinda resultados con significado teórico y práctico. Dichos modelos describen un sistema completo o semi-completo utilizando parámetros, variables y sus interrelaciones. “El lenguaje matemático no se limita a la expresión de números y operadores aritméticos que los relacionan. Los modelos pueden ser estáticos o dinámicos. Un modelo estático no tiene en cuenta el tiempo, mientras que los modelos dinámicos sí. Los modelos dinámicos se suelen representar con ecuaciones en diferencias o ecuaciones diferenciales. Los modelos pueden ser lineales o no-lineales. Si todos los operadores de un modelo son lineales el modelo es lineal, si al menos uno es no-lineal el modelo es no-lineal. Aunque hay excepciones, los modelos lineales son mucho más fáciles de manejar que los modelos no-lineales. En general los modelos no-lineales pueden ser linealizados, pero entonces, es posible, que se estén perdiendo aspectos relevantes del problema. Un modelo puede ser determinista o estocástico. Un modelo determinista es aquel en que cada conjunto de variables en un estado está definido por los parámetros del modelo y por los estados anteriores. Un modelo determinista se comporta siempre igual para un conjunto de parámetros de entrada. En un modelo estocástico las variables de estado se representan por distribuciones de probabilidad, y por tanto el modelo es capaz de recoger aleatoriedad o incertidumbre”. (3:22)

1.3 Programación lineal

“Existe una enorme variedad de actividades en el mundo cotidiano que pueden ser útilmente descritas como sistemas, desde sistemas físicos tales como una planta industrial hasta entidades teóricas tales como los modelos económicos. La operación eficiente de

esos sistemas usualmente requiere un intento por optimizar varios índices que miden el desempeño del sistema. Algunas veces, esos índices son cuantificados y representados como variables algebraicas. Entonces se deben encontrar valores para esas variables, que maximicen la ganancia o beneficio del sistema, o bien minimicen los gastos o pérdidas. Se asume que las variables dependen de ciertos factores. Algunos de esos factores a veces están bajo el control (al menos parcialmente) del analista responsable del desempeño del sistema. El proceso de administración de los recursos escasos de un sistema se suele dividir en seis fases:

- i. Análisis matemático del sistema
- ii. Construcción de un modelo matemático que refleja los aspectos importantes del sistema
- iii. Validación del modelo
- iv. Manipulación del modelo a fin de obtener una solución satisfactoria, si no óptima
- v. Implementación de la solución seleccionada
- vi. Introducción de una estrategia de control del desempeño del sistema después de la implementación efectuada”. (7:9)

Bajo el contexto de la presente investigación, cabe mencionar que la empresa objeto de estudio busca optimizar los resultados de la aplicación de diferentes estrategias promocionales, en tal sentido, la cuarta fase que corresponde a la manipulación del modelo, es la que concierne a la teoría de la optimización. Todas las empresas buscan los mejores resultados posibles, por lo que la teoría de la optimización brinda este eslabón en la cadena de la administración.

“La característica común que comparten todos los modos de modelar matemáticamente es que representan la realidad mediante variables y parámetros (y algunos otros artificios como funciones o conjuntos) De este modo la realidad queda cuantificada. Entre ellos están la Programación Dinámica o la Teoría de Grafos. Los modelos de Programación Matemática se distinguen porque representan la realidad mediante funciones. Éstas son combinación de variables y parámetros en forma de restricciones y/o funciones objetivo.

En general, las restricciones se deben respetar y las funciones objetivo establecen la diferencia entre una solución y otra mejor. Este tipo de modelos matemáticos pertenecen al grupo de los modelos normativos (que indican el camino a seguir) frente a la categoría de los descriptivos (que describen la situación actual o futura)". (3:24) Los modelos matemáticos de programación cuentan con las siguientes características:

- a. Estructura, objetivos y restricciones (lineales o no-lineales)
- b. Características de las variables (reales, discretas -enteras-, binarias)
- c. Certidumbre de los parámetros (ciertos e inciertos)
- d. Número de objetivos (ninguno, uno o más de uno)
- e. Número de restricciones (ninguna, más de cero)

Por lo anterior, "Una de las herramientas más importantes de la optimización es la programación lineal. Un problema de programación lineal está dado por una función lineal de varias variables que deben ser optimizadas (maximizada o minimizada) cumpliendo con cierto número de restricciones también lineales. Por medio de la programación lineal se pueden formular y resolver problemas de una gran variedad de campos del quehacer humano, entre los que se puede mencionar: asignación de recursos en la planificación de gobierno, análisis de redes para planificación urbana y regional, planificación de la producción en la industria, y la administración de sistemas de transporte y distribución. La programación entera está relacionada con la resolución de problemas de optimización en los cuales al menos algunas de las variables deben tomar sólo valores enteros. Cuando todos los términos son lineales se habla de programación lineal entera". (7:9) Por último, los componentes de un modelo matemático son datos, variables, función objetivo y sus restricciones.

Cabe mencionar que el estudio a realizar consta de la aplicación de la programación lineal entera, esto se debe a que la información a utilizar para construir el modelo corresponde al total de ventas de la empresa en dos diferentes tiendas, utilizando la teoría de juegos y el método simplex, que se desarrollan más adelante, se busca brindar a la empresa objeto de

estudio una herramienta para evaluar el impacto de sus estrategias promocionales, para maximizar sus ingresos y minimizar sus pérdidas.

1.4 Teoría de juegos

“La teoría general del juego se desarrolló con el objetivo de analizar situaciones competitivas en las que intervienen intereses de conflicto. En los casos que se consideran en la teoría del juego, hay dos o más participantes con objetivos diferentes, cuya acción incluye, pero no determina completamente, el resultado de un juego; más aún, supone que cada jugador conoce los objetivos de su oponente”. (8:744) La teoría de juegos, por tanto, proporciona la solución de tales juegos, suponiendo que cada uno de los jugadores desea maximizar su ganancia mínima esperada, o en forma equivalente, minimizar su pérdida máxima esperada. Criterios llamados minimax y maximin que son la base de la teoría de juegos de estrategia, desarrollada originalmente por John Von Neumann y Oskar Morgenstern.

“Nótese que la teoría de juegos supone un tipo particular de problema en la que interviene la maximización del valor esperado de una decisión hecha con incertidumbre”. (8:744) El modelo matemático busca brindar información para la toma de decisiones según la mejor estrategia condicionada por la conveniencia de las acciones (estrategias) tomadas por los competidores.

1.4.1 Participantes

Con relación al número de participantes, “Los juegos se clasifican de acuerdo con el número de conjuntos distintos de intereses u objetivos que entran en el juego. Desde el punto de vista de la teoría, el número de personas que están o actúan en el juego, no es necesariamente igual al número de personas que lo juega (*competidores*), es decir, si dos o más jugadores forman una alianza según la cual convienen en juntar o reunir sus ganancias o pérdidas, el análisis por la teoría de juegos los considera como una sola persona (*competidor*)”. (8:744) Por lo que la cantidad de jugadores en la teoría de juegos es generalmente dos, que puede estar o no compuesta por un grupo de personas con objetivos compartidos.

Para el caso de la presente investigación se ha tomado a la empresa objeto de estudio como principal jugador y a la competencia (correspondiente a una sola empresa) como segundo competidor. Esto se debe a la complejidad de obtener información para un grupo de competidores, además de tomar en cuenta el segmento de mercado de la empresa en cuestión.

1.4.2 Premio o pago

“Los juegos también se clasifican con respecto a la naturaleza de la ganancia total (premio o pago), es decir, lo que se obtiene como recompensa (en inglés payoff) al final del juego. La distinción a este respecto está entre los juegos de “suma cero” y los juegos de “suma no cero”. Si la suma de las ganancias totales de todos los participantes en un juego es nula, entonces el juego es de suma cero; de otra manera, es de suma no cero. De modo que en un juego de suma cero la ganancia de un jugador equivale a la pérdida para el otro, y viceversa”. (8:745) Por tanto, el premio o pago de juego se refiere al resultado de la aplicación de las estrategias implementadas por los competidores de manera simultánea y en igualdad de condiciones. Cada resultado representa el beneficio o pérdida de cada jugador para cada combinación específica de estrategias.

Por ejemplo, considere a las empresas “X” y “Y” en una situación de comercio, en que ambas participan simultáneamente en el mercado, cuando “X” aplica la estrategia A obtiene 3,000 unidades en ventas, sí “Y” aplica la estrategia B que obtiene 4,000 unidades; el valor de pago del juego corresponde a 1,000 unidades a favor de “Y”, dado que es el beneficiado con dicha combinación. Pero, considera que la empresa “X” aplica la estrategia B y obtiene 4,500 unidades de ventas, para tal caso, manteniendo constante la estrategia de “Y”, el valor del pago es de 500 a favor de “X”, dado que es el beneficiado con dicha combinación.

En tal sentido, para cada combinación de estrategias aplicadas por los participantes del juego, se obtiene un resultado único de pago de juego que beneficiará a un jugador, caso contrario, que sea suma cero para un pago en específico, es decir, que el resultado sea cero en dicha combinación de estrategias.

1.4.3 La estrategia

“En la teoría de juego se le llama estrategia de un jugador (*al*) plan que especifica su acción a tomar correspondientemente a toda posible acción de su oponente; es decir, una estrategia es un plan completo para llevar a cabo un juego, sin implicar alguna habilidad especial por parte del jugador. En un juego susceptible por completo al análisis, es posible (por lo menos conceptualmente) predecir todas las eventualidades, y por consiguiente, catalogar todas las posibles estrategias. Los juegos se clasifican de acuerdo con el número de estrategias disponibles a cada jugador: si el jugador 1 tiene m posibles estrategias y el jugador 2 posee n , y ambos son los únicos competidores, entonces se dice que el juego es de $m \times n$, es decir, m por n ”. (8:745)

Para el caso de la presente investigación se han considerado las diferentes opciones de la mezcla promocional como estrategias de juego por cada uno de los competidores. Esto derivado de que la empresa objeto de estudio se dedica al comercio de comida rápida (dicho negocio consiste en un estilo de alimentación donde se prepara y sirve la comida para consumir rápidamente en establecimientos especializados), basando sus ventas según la estrategia mercadológica a utilizar en codependencia de la aplicada por la competencia.

1.4.4 Matriz de juego o matriz de premios

La matriz de juego o matriz de premios representa el resumen de los resultados de la interacción de cada estrategia aplicada por los competidores o jugadores. “Por lo general, un problema que ha de tratarse con el análisis de la teoría de juegos se expresa en forma de una matriz denominada matriz del juego. Una matriz del juego o matriz de premios (o pagos) es una disposición rectangular de los pagos o premios, en la que las filas representan las estrategias de un jugador y en las columnas las estrategias del otro; por lo tanto, un juego de $m \times n$ quedará representado por una matriz de $m \times n$. Se conviene en expresar los pagos desde el punto de vista del jugador cuyas estrategias se asocian a las filas de la matriz; los pagos para su oponente en un juego de suma cero, estarán dados entonces por el negativo de esta matriz”. (8: 746)

Tal como se muestra en la matriz siguiente, una matriz de pagos indica el resultado de las estrategias aplicadas por los competidores. Como se puede observar, algunos premios están expresados en negativos y otros en positivos, los positivos representan los pagos correspondientes al competidor F (filas) y los negativos corresponden al pago del competidor C (columnas) Es importante mencionar que la ganancia de uno representa automáticamente la pérdida del otro, por lo que la interpretación también es viceversa en términos de pérdida.

Matriz 1
Matriz del juego (pagos o premios)

		Competidor C			
		Estrategias	Y_1	Y_2	Y_3
Competidor F	X_1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{1n}
	X_2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{2n}
	X_3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{3n}
	X_m	P_{m1}	P_{m2}	P_{m3}	P_{mn}

Fuente: Hamdy A. 2012 “Investigación de operaciones”. 9a ed. Pearson Educación, México.

Donde:

- F = Representa al competidor de las filas.
- C = Representa al competidor de las columnas.
- X_1 = Estrategia utilizada por el competidor de las filas.
- Y_1 = Estrategia utilizada por el competidor de las columnas.
- P_{mn} = Pago, que es el resultado de aplicar la estrategia X_m con la estrategia Y_n .

“Esta información es suficiente para solucionar el juego, es decir, para determinar qué elección de estrategias debería hacer cada jugador, suponiendo que cada uno desea maximizar su ganancia mínima esperada, o bien, minimizar su pérdida máxima esperada. El valor del juego es el pago promedio o esperado por partida jugada, en una larga serie de éstas, considerando que ambos jugadores aplican sus estrategias óptimas consecuentemente. Se conviene considerar el valor desde el punto de vista del competidor

cuyas estrategias corresponden a las filas de la matriz de pagos. Se dice que un juego es justo si su valor es cero; en un juego justo, un jugador ganará al otro a la larga si ambos emplean sus estrategias óptimas; si el valor del juego es positivo, el jugador de las filas tiene ventaja; si el valor es negativo, el jugador de las columnas tiene ventaja”. (8: 746)

Matriz 2
Ejemplo de matriz del juego (pagos o premios)

		Competidor C			
		Estrategias	Y ₁	Y ₂	Y ₃
Competidor F	X ₁	11	-13	-11	-84
	X ₂	16	46	31	27
	X ₃	15	-9	-68	49
	X _m	-30	-46	51	-44

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que las estrategias pueden también catalogarse en dos grandes apartados, que son, la estrategia dominada y la estrategia dominante. Se dice que una estrategia es dominante, cuando el valor del pago (beneficio para el competidor) es el más alto, alcanzado independientemente de las estrategias de la competencia. Sin embargo, la estrategia dominada, es aquella en donde el valor del juego es el más bajo alcanzado (mayor beneficio para el competidor), independientemente de las estrategias utilizadas.

1.4.5 Métodos de solución

A continuación se presentan los métodos de solución de la teoría de juegos, primero se desarrollará el punto de silla y posteriormente se desarrollará el método simplex.

1.4.5.1 Punto de silla

El punto de silla es la forma más sencilla de darle solución al modelo de la teoría de juegos, dado que se enfoca en los criterios minimax y maximin mencionados con

anterioridad. “Si en una matriz de juego figura una anotación que es simultáneamente un máximo de los mínimos valores de las filas, y un mínimo de los máximos valores en las columnas, tal registro minimax se denomina punto minimax del juego, y se dice entonces que éste es estrictamente determinado. En tal caso, según el criterio de la teoría de juegos, las estrategias óptimas para los jugadores respectivos están representadas por la fila y la columna, cuya intersección es el punto minimax (o “de silla”) El valor del juego estrictamente determinado es el valor de su punto minimax”. (8:746)

Matriz 3
Punto de silla

		Competidor C				MAXIMIN
		Estrategias	Y ₁	Y ₂	Y ₃	
Competidor F	X ₁	11	-13	-11	-84	-84
	X ₂	16	46	31	27	16
	X ₃	15	-9	-68	49	-68
	X _m	-30	-46	51	-44	-46
MINIMAX		16	46	51	49	

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se demuestra en la matriz anterior, el punto de silla está determinado por la coincidencia entre el mínimo valor máximo de pago de las columnas con el máximo valor mínimo de pago de las filas, siendo 16 el valor del juego correspondiente al competidor “F” dado que el valor es positivo. Por lo que las estrategias óptimas del juego son X₂ para el competidor “F” y Y₁ para el competidor “C”, con la aplicación de dicha estrategia el competidor “F” garantiza maximizar su mínima ganancia y el competidor “C” minimizar su máxima pérdida.

1.4.5.2 Método simplex

La “Programación lineal (PL por sus siglas) es el nombre que se usa para los problemas en que el objetivo es maximizar o minimizar una función lineal sujeta a restricciones en forma de desigualdades lineales”. (5:563) Es decir, brinda una solución de optimización de variables para la toma de decisiones, ya sea minimización de costos o maximización de ingresos, que es una de las principales aplicaciones a nivel empresarial.

“Por el extenso uso que se hace de la programación lineal en problemas de decisión económica, todo economista debe tener conocimiento básico de esta teoría. Sin embargo, su importancia va más allá de las aplicaciones prácticas. En particular, la teoría de la dualidad de la programación lineal es una base para entender problemas más complicados de optimizaciones económicas aún más interesantes”. (5:563) En tal sentido, para la solución de un problema de programación lineal se deben primero identificar las variables que intervienen en el problema, es decir, la función objetivo (maximizar o minimizar), las restricciones en forma de desigualdad y las restricciones de no negatividad; posterior a la identificación se debe elegir el método de solución más conveniente.

Bajo el contexto de la presente investigación, se presenta al método simplex como método de solución de la teoría de juegos, cuando no existe punto de silla y el valor del juego no es determinado. El método simplex es una de las expresiones más complejas de la aplicación matemática de la programación lineal, esto derivado de la cantidad de variables y restricciones incluidas en el planteamiento. “El método geométrico y el método de inspección de vértices llegan a ser imprácticos como métodos de solución de problemas de programación lineal, cuando el número de variables es mayor de dos, y en especial cuando el número de desigualdades es grande. En el caso de estos problemas más complejos, existe una alternativa, denominado el método simplex, que representa una manera natural y económica de calcular los extremos”. (1:418) El procedimiento de solución del método es el siguiente:

- a. Después de verificar que no existe punto de silla, se deben extraer las variables utilizadas en programación lineal, siendo estas las restricciones y la función objetivo.

Se aplica el caso de maximización, cuando se hace en función de las filas (del competidor principal) y minimización para el caso del otro competidor.

$$F.O. \text{ MAX } Z = y_1 + y_2 + y_3$$

- b. Con la información de la matriz de pagos se forman las restricciones (desigualdades) correspondientes a maximización con límite 1, es decir, utilizar el signo \leq , más la no negatividad de “y”.
- c. Después se incluyen las holguras a las igualdades de restricción y se iguala a cero la función objetivo.
- d. Con dicha información se construye el primer tablero simplex, utilizando la suma por un escalar para eliminar todos los valores de pago negativos de la matriz de pagos.
- e. Luego determinar la columna pivote (CP), la cual se identifica con el menor valor de los elementos de la fila de la función objetivo, cabe mencionar que para el caso de teoría de juegos todos los valores serán -1, por lo que se debe tomar cualquier columna.
- f. Encontrar el elemento pivote (EP), lo cual se logra, dividiendo cada uno de los valores de los elementos de la última columna, constante, entre el valor de cada elemento correspondiente de la fila (no negativo, no cero) de la columna pivote y el menor cociente positivo indicará cuál es el elemento pivote, de existir empate se toma cualquiera.
- g. Convertir en uno, el valor del elemento pivote, lo cual se logra multiplicando el inverso del valor de dicho número por cada valor de los elementos de su fila, ordenando los resultados en la fila correspondiente del siguiente tablero, denominándose a esta nueva fila Pivote (FP)
- h. Convertir en cero los restantes valores de los elementos de la columna pivote, lo cual se logra, multiplicando el valor del elemento a convertir en cero con signo cambiado, por cada valor de los elementos de la fila pivote y al resultado parcial, sumándole los valores de los elementos correspondientes de la fila al elemento a convertir en cero y el nuevo resultado se ordena en la fila de acuerdo con su orden.
- i. De ser necesario repetir los pasos del “E” al “H”, hasta que todos los elementos de la última fila, del tablero simplex (fila de la F.O.), sean positivos y/o ceros. Si esto se ha

logrado, entonces se tendrá el tablero que optimiza la F.O., todo tablero anterior a este, es una solución factible.

- j. Al finalizar, la suma de, la columna constante y, la fila de las holguras debe ser igual. Para encontrar el valor del juego se debe obtener el inverso de “Z” menos el valor del escalar sumado con anterioridad. Si el valor es negativo favorece al competidor de las columnas “C” y si es positivo corresponde al competidor de las filas “F”.
- k. El resultado de las holguras y los valores de la columna de constantes deben ser interpretadas como proporciones de tiempo para aplicar las estrategias. Esto se obtiene al multiplicar dichos valores por la inversión de Z definido anteriormente.
- l. Por último, comprobar en las desigualdades para verificar si se cumple con las condiciones restrictivas, consta en sustituir las variables de decisión por los valores de x de la solución óptima. Obtener las respuestas y concluir.

1.4.6 Estrategias empresariales

Como se mencionó en apartados anteriores, las estrategias bajo el contexto de aplicación de la teoría de juegos representan las acciones llevadas a cabo por un agente racional (un agente racional es aquel que cuenta con objetivos perfectamente definidos y que trata de alcanzarlos de la manera más eficiente posible), con el fin de generar impactos de estrategia, los cuales están definidos dentro de la presente tesis, como la ganancia o ventaja competitiva ante otros agentes del mismo círculo de acción. Para la presente investigación, las estrategias representan parte de la mezcla promocional aplicada por la empresa objeto de estudio, específicamente estrategias promocionales que buscan incrementar las ventas en unidades físicas.

1.4.6.1 Mezcla promocional y promoción de ventas

La promoción significa comunicarse con los individuos, grupos u organizaciones, con la finalidad de facilitar directa o indirectamente intercambios, al informar y persuadir a una o más audiencias para que acepten los productos de la organización. De esta manera, la promoción desempeña un papel muy importante dado que, establece un contacto directo con los consumidores. George E. Belch y Michael A. Belch (2005), en su libro “*Publicidad y promoción, perspectiva de la comunicación de marketing integral*”, han

definido la promoción como “*La coordinación de todas las actividades que inicia el vendedor para establecer canales de información y convencimiento encaminados a la venta de bienes y servicios o a impulsar una idea*” Aunque la comunicación ocurre de manera implícita en cada uno de los elementos de marketing y en todo el proceso de implementación de la estrategia, gran parte de la comunicación de una organización con el público tiene lugar en un programa de promoción planteado.

Las herramientas básicas con las que se logran los objetivos de promoción suelen agruparse creando la denominada “*Mezcla promocional*”, la cual está integrada por: publicidad, marketing directo, promoción de ventas, relaciones públicas y venta personal. Es importante resaltar que existen únicamente dos estrategias básicas de la mezcla de promoción que son: la promoción de empuje, que es cuando se empuja el producto a través del canal de distribución; y la promoción de atracción, en donde se dice que se jala el producto a través del canal.

La promoción de ventas es un conjunto de actividades de corto plazo o poca duración, dirigido a los intermediarios, vendedores o consumidores que, mediante una diversidad de incentivos de venta, estimulan la demanda. Hay que tomar en cuenta la estructura de mercado en la que se encuentra el producto, dado que no en todas las estructuras de mercado los consumidores reaccionarán de la misma manera.

Los métodos de promoción de ventas se pueden dividir en dos: 1) el método de promoción al consumidor, es decir el que va dirigido al cliente específico; y 2) método de promoción de ventas comerciales (al canal), lo que incentiva la distribución.

Dentro de las formas de promoción de venta al consumidor se encuentran: cupones, demostraciones, incentivos frecuentes, estampillas, exhibiciones, muestras gratis, premios y concursos de consumidores, entre otros. No obstante, las formas de promoción de ventas para el canal son: bonificación de compra adicional, bonificación de compra, conteo y recuento, mercancía gratis, bonificación de mercancía y obsequios, entre otros. Para muchas compañías esta estrategia representa una porción importante en el aumento de las

ventas, sin embargo, también representa un costo considerable para el producto ya que éste contiene valor agregado.

Bajo el contexto anterior, la mezcla promocional de la empresa fue aplicada a los siguientes productos:

- a. **Granita de Mora:** es una bebida fría de origen italiano, específicamente de Sicilia, de consistencia parecida a una granizada española, con la diferencia de ser más fina. Se elabora con azúcar, agua y saborizante, que para el presente caso es Mora.

- b. **Cappuccino:** es una bebida de origen italiano que se prepara con café expreso y leche a base de vapor para crear espuma (en algunas ocasiones lleva cacao o canela en polvo).

- c. **Café Americano:** es un tipo de café que se prepara a través de una mezcla de café expreso con agua caliente y azúcar, con la peculiaridad de que su sabor es más suave.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO

El ambiente competitivo en el mercado suele ser fuerte y depredador, con una amplia gama de estrategias y decisiones por tomar día a día. Muchas de las decisiones importantes de la empresa se fundamentan desde la óptica financiera, sin embargo, cuando se trata del nivel de ventas, las decisiones mercadológicas deben ser las principales. Esto se debe a que, desde la perspectiva de mercadotecnia, el comercio de un producto no se basa solamente en su bajo costo y amplio margen de ganancia (aunque no hay que perder de vista que el precio es importante financiera y mercadológicamente) sino también en sus atributos y el grado de satisfacción personal que puede lograr a los consumidores, siendo dichas características las principales por demostrar en una campaña promocional. En tal sentido, las estrategias promocionales deben ser las que fijen el rumbo de acción de la empresa sobre el nivel de ventas.

En el presente capítulo se describirán los principales aspectos y características de la empresa objeto de estudio con lo referente al volumen de ventas, estrategias promocionales utilizadas y un análisis situacional para el período de investigación realizado. Se abordará el tema específico de las ventas por estrategia promocional entre las tiendas de la empresa y se realizará una comparación entre las mismas. Por último se presenta un breve análisis de los principales instrumentos de la empresa para medir los resultados.

2.1 Generalidades de la empresa objeto de estudio

La empresa objeto de estudio es una organización de capital netamente guatemalteco, dedicada al servicio de restaurante de comida rápida dentro de un marco de calidad y eficiencia para sus clientes. Inició operaciones en junio de 1992 con sólo dos empleados, posteriormente se expandió a diferentes centros comerciales, manteniendo la calidad de sus productos. Actualmente posee más de 40 puntos de venta en diferentes sectores de la capital. Durante el año 2003 tramitó el sistema de gestión de calidad, a través de la norma ISO 9001-2000, para el 2004 obtuvo dicho certificado siendo un reflejo de la política de

calidad, que persigue mejorar continuamente el servicio rápido a través de los atributos del producto, la capacitación de sus colaboradores y una actuación con base en los valores, buscando la preferencia a través de un servicio diferenciado.

2.1.1 Filosofía empresarial

Al hablar de filosofía empresarial se hace referencia a la, planificación estratégica, razón de ser de la institución, que guía a todos los colaboradores, limitando su flexibilidad en la toma de decisiones en función de la situación futura deseada, asimismo es la base fundamental de los objetivos compartidos. A continuación se presenta la filosofía empresarial de la empresa objeto de estudio:

2.1.1.1 Misión

La misión de la empresa representa el quién somos, además de expresar otras cualidades, características y actividades que lleva a cabo la organización; la misión de la empresa objeto de estudio es:

“Brindar a nuestros clientes un momento extraordinario, entregando productos y servicio de calidad”.

2.1.1.2 Visión

La visión de la empresa representa la situación futura a la cual se quiere llegar, es decir, cómo se ve la empresa en el mediano y largo plazo; la visión de la empresa objeto de estudio es:

“Ser una empresa líder y rentable, al formar parte de la vida de nuestros clientes, a través del servicio diferenciado, reinventándonos constantemente con colaboradores comprometidos y capacitados”.

2.1.1.3 Valores

Los valores empresariales, o valores compartidos dentro de la institución, constituyen el núcleo de la cultura organizacional, dado que aportan un sentido y orientación a la gestión

de la institución y brindan las guías de actuación del diario vivir empresarial; entre los valores identificados en la empresa están:

- **Honestidad:** comportarse y expresarse con coherencia y sinceridad (decir la verdad).
- **Calidad:** cualidad de las cosas, es la preocupación por satisfacer al cliente y por mejorar procesos y resultados.
- **Compromiso:** es la credibilidad de la palabra.
- **Cortesía:** es hacer que el cliente y colaborador se encuentren relajados y cómodos el uno con el otro.

2.1.1.4 Políticas

La empresa objeto de estudio cuenta con una política de calidad, la cual consiste en mejorar continuamente el servicio rápido de café y algo más, por medio de la calidad del producto, la capacitación constante de los colaboradores y la actuación con base a valores para conseguir la preferencia de los clientes, a través de un servicio diferenciado, todo lo anterior guiado principalmente por la norma ISO 9001 - 2000.

2.2 Problemática de la empresa objeto de estudio

La toma de decisiones bajo el contexto mercadológico es fundamental para el éxito o fracaso del comercio de un producto, en la mayoría de casos la falta de información estadística y aplicación de instrumentos técnicos, no permiten un acercamiento al comportamiento futuro del mercado y a una mejor toma de decisiones. Tal es el caso de la empresa objeto de estudio, que cuenta con la necesidad de conocer el impacto de las estrategias promocionales implementadas entre diferentes tiendas y cómo puede maximizar sus ingresos y minimizar sus costos según dichas acciones. Es decir, la empresa necesita identificar las mejores estrategias promocionales entre tiendas, para priorizar recursos y obtener mejores rendimientos.

2.3 Tiendas competidoras y estrategias promocionales utilizadas

Tal como se mencionó, la empresa objeto de estudio cuenta con la necesidad de evaluar el impacto de las estrategias promocionales (incluidas en la mezcla promocional) utilizadas entre tiendas para incrementar sus ventas y cómo dichas estrategias se ven afectadas entre sí. Según la información recolectada para los meses de junio y julio de 2014, las estrategias promocionales implementadas fueron:

- a. Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora.
- b. Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino.
- c. Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano.

Dichas estrategias fueron aplicadas por la empresa en investigación en el Centro Comercial Peri-Roosevelt, definidas como: (1) Tienda del área de Kiosco (tienda A), y (2) Tienda del área de Restaurantes (tienda B); ambas tiendas cuentan con un personal ocupado de cuatro personas, un horario de 10:30 a 21:00 horas de lunes a viernes y de 10:00 a 22:00 sábados y domingos. Es importante mencionar que las promociones cuentan con una rotación de distintos períodos de tiempo, es decir, que el período de aplicación de las estrategias para la tienda A fue de 18 días de corrido por cada estrategia y para la tienda B de seis días, es decir, que la tienda B aplica las tres estrategias por cada estrategia de la tienda A. El total de días de observación fue de 54 (del 01 de junio al 24 de julio del 2014). Por tanto, cada estrategia fue aplicada 18 días.

La aplicación en distintos períodos de las estrategias promocionales permite a las tiendas diversificar la captación de consumidores para sus productos, aunque esto puede representar una ventaja como una desventaja. Es considerado una ventaja en la medida que los consumidores disponen de diferentes opciones de compra en comparación con los precios fijos de la empresa y una desventaja dependiendo del período de rotación de las promociones, es decir, que cuando la estrategia promocional es buena se necesita prolongar su aplicación, situación que afecta la rotación de la mezcla.

Cuadro 1
Estrategias aplicadas por cada tienda

Evento	Tienda A	Tienda B
(Observación)	Tienda objeto de estudio	Competidor
	Estrategia aplicada	Estrategia aplicada
Del 01 al 06 de Junio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
Del 07 al 12 de Junio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
Del 13 al 18 de Junio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano
Del 19 al 24 de Junio de 2014	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
Del 25 al 30 de Junio de 2014	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
Del 01 al 06 de Julio de 2014	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano
Del 07 al 12 de Julio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
Del 13 al 18 de Julio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
Del 19 al 24 de Julio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

Cabe mencionar que las estrategias fueron aplicadas en seis días como mínimo, para el caso de la tienda B y 18 días para el caso de la tienda A; divididas de esta manera para mejorar el análisis y comparación. Esto se debe a que se desea evaluar el efecto de la rotación de las estrategias y cómo dichas estrategias impactan en las ventas de la empresa, para definir de esta manera la periodicidad en que se deben aplicar, información con la que no cuenta actualmente la empresa. Además se debe tomar en cuenta que el análisis se realizó sobre las unidades vendidas y no sobre cantidad monetaria, esto para evitar la ilusión monetaria de las ventas (efecto precio y no incremento real en ventas).

2.4 Análisis de la situación de la empresa con relación a las ventas observadas en el período de estudio

La tienda A cuenta con una rotación de estrategias promocionales más baja que la tienda B, cuestión por la cual se cree que ésta tienda cuenta con un nivel más bajo de ventas en algunos períodos observados. Sin embargo, la empresa objeto de estudio necesita saber cómo incrementar sus ingresos y reducir sus costos mediante la aplicación de dichas estrategias, dado que sus ventas en algunos períodos son mayores en una tienda que en la otra.

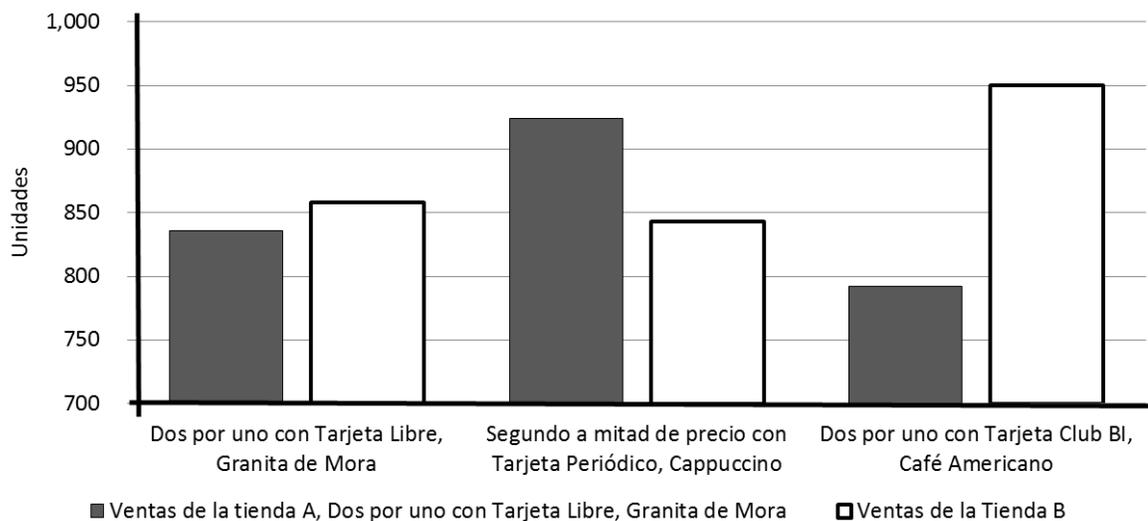
Cabe mencionar que para realizar el análisis de las ventas se dividió en tres momentos de recolección de información los meses de junio y julio, 18 días cada uno para un total de 54 días de estudio. Cada momento de observación está en función de la comparación de la estrategia aplicada por la tienda A contra todas las estrategias de la tienda B, en tal sentido, existe una correspondencia entre las rotaciones para establecer su comparabilidad y fundamentar el modelo matemático desarrollado en el capítulo tercero de la presente tesis. A continuación se presenta el análisis de las ventas de las tiendas de la empresa con el fin de fijar un marco de referencia y diagnóstico de las mismas.

2.4.1 Análisis de las ventas por estrategia promocional

Según la información obtenida por el primero momento de observación (del 01 al 18 de junio de 2014), se puede ver en la gráfica 1 que al comparar las ventas de la tienda A correspondiente a la estrategia promocional de “dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de

Mora”, las ventas de la tienda B son mayores cuando utiliza la misma estrategia y cuando utiliza la estrategia promocional de “dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano”, siendo considerablemente mayores en la segunda. No obstante, según los segundos seis días de observación, las ventas de la tienda B son considerablemente más bajas que en la tienda A, lo que demuestra que dicha tienda (A) cuenta con una ventaja en la venta de Granita de Mora en comparación con la venta de Cappuccino. Esto se debe principalmente a que la estrategia utilizada por la tienda A representa una de las estrategias con ingresos considerables en el área de Kiosco, en comparación con la venta de café en el área de restaurantes.

Gráfica 1
Comparación de las ventas de la tienda A “dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora” con las estrategias de la tienda B (En unidades)



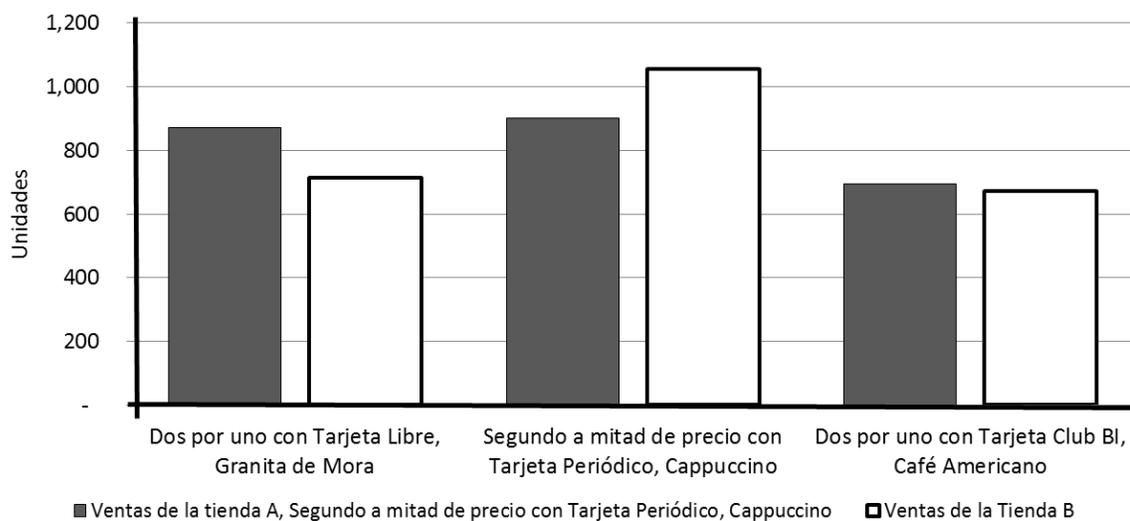
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

Bajo el contexto de la teoría mercadológica, y tomando en consideración los productos vendidos, la utilización de tarjetas para brindar ofertas son un fuerte incentivo para incrementar las ventas de toda empresa. Por el contrario, si la empresa optará por descuentos sin dicha condicionante no contaría con un incentivo tan fuerte para incrementar sus ingresos, dado que su mercado objetivo regularmente cuenta con una de ellas. Por otro lado, cabe resaltar que el fuerte de las ventas de la empresa en estudio es el

café, por lo que la venta de las granitas de mora podría representar una desventaja para las tiendas si no cuenta con un fuerte incentivo de promoción. Más adelante se presenta un cuadro comparativo de las ventas por combinación de estrategia.

Al tomar en consideración la estrategia de “segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino” de la tienda A en comparación con las estrategias aplicadas por la tienda B, se puede observar una leve nivelación y redistribución del mercado para el segundo momento de observación (del 19 de junio al 06 de julio de 2014). Según los resultados obtenidos, las ventas de Cappuccino de la tienda A fueron mayores cuando la tienda B utilizó las promociones con tarjetas Libre y Club BI. Únicamente para el segundo período de observación correspondiente del 25 al 30 del mes de junio, la tienda A presenta menores ventas derivado a que utilizó la misma estrategia que la tienda B.

Gráfica 2
Comparación de las ventas de la tienda A “segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino” con las estrategias de la tienda B (En unidades)



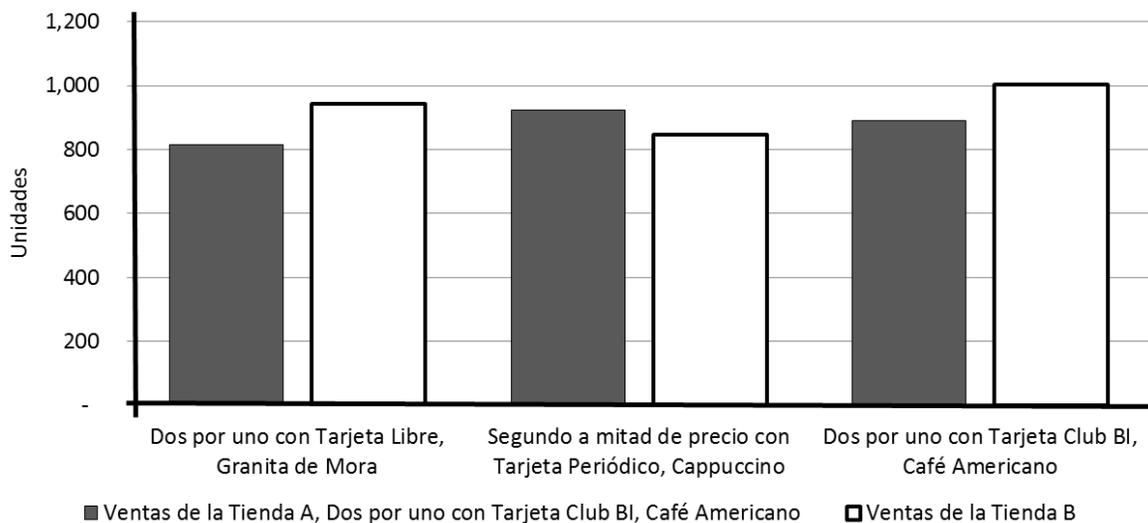
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

Es importante recordar que la rotación de las estrategias de la tienda A es menor que la tienda B, en tal sentido, sus ventas cuentan con cierto impulso cada 18 días derivado del incentivo de aprovechar las ofertas. Para los otros dos períodos (primero y tercero) las ventas de la tienda B se ven disminuidas en comparación con la tienda A, lo cual se puede

ver afectado fuertemente por la venta de cappuccino en el área de Kiosco, generalmente en la mañana y tarde. Por último, el comportamiento en general de las ventas del período en cuestión fueron levemente menores para la tienda A.

Como tercer momento del estudio se presenta el período del 07 al 24 de julio de 2014, período en el cual la tienda A utiliza la estrategia de “dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano” en comparación con las estrategias de la tienda B. Según las ventas observadas, se determinó que la tienda B presenta un nivel levemente más alto de ventas en comparación con la tienda A, similar al primer momento de observación (ver gráfica 1). Tal como se puede apreciar en la gráfica 3:

Gráfica 3
Comparación de las ventas de la tienda A “dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano” con las estrategias de la tienda B (En unidades)



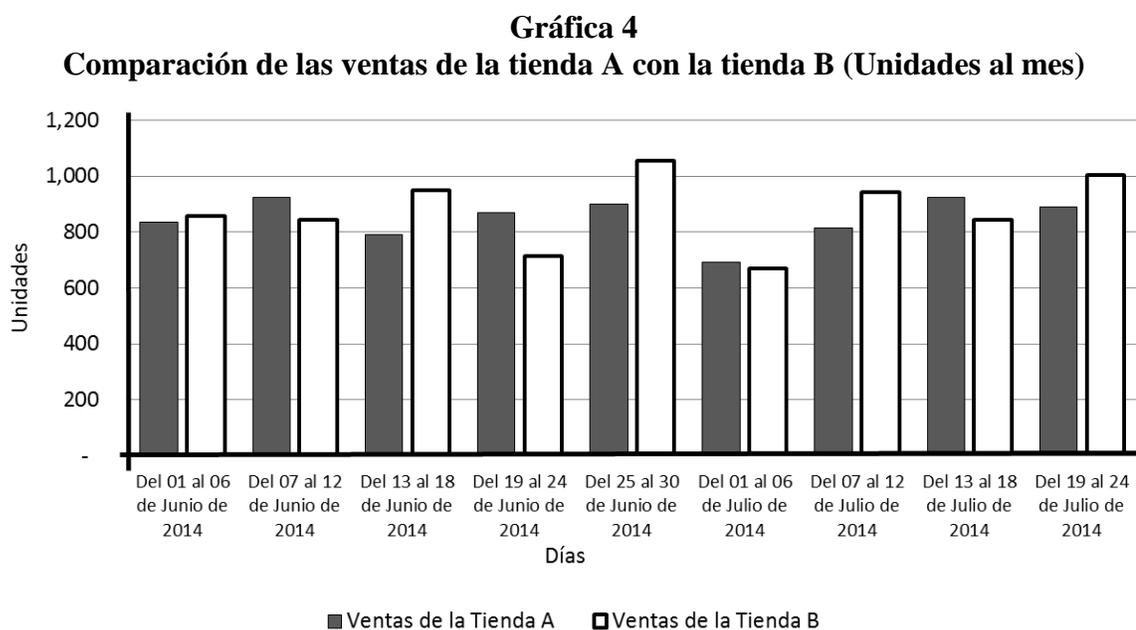
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

Por lo anterior, es importante mencionar y notar la relación establecida entre la secuencia de las estrategias aplicadas por la tienda A y su notable impacto. Como se puede apreciar en lo desarrollado anteriormente, dicha tienda aplicó prolongadamente sus promociones en comparación con la tienda B. Dicha secuencia podría ser clave para el incremento de las ventas según lo observado, además de considerar otros factores fuera del contexto de la presente tesis, además de considerar que la tienda A se encuentra en el área de Kiosco y

la tienda B en Restaurantes. Sin embargo, la delimitación de la presente investigación deja fuera la explicación o profundización en el tema, no obstante se hace mención porque afecta considerablemente las ventas en comparación con la tienda A, que la secuencia de las estrategias utilizadas es menor, lo que resulta una grave desventaja.

2.4.2 *Análisis de las ventas para el mes de junio*

De manera resumida se presenta a continuación dos gráficas de las ventas para el período estudiado de las dos tiendas competidoras, como se puede apreciar en la gráfica 4, las ventas de la tienda B son mayores en cinco ocasiones de nueve períodos de observación. Las ventas mayores de la tienda B corresponden principalmente a la venta de café, americano y cappuccino.

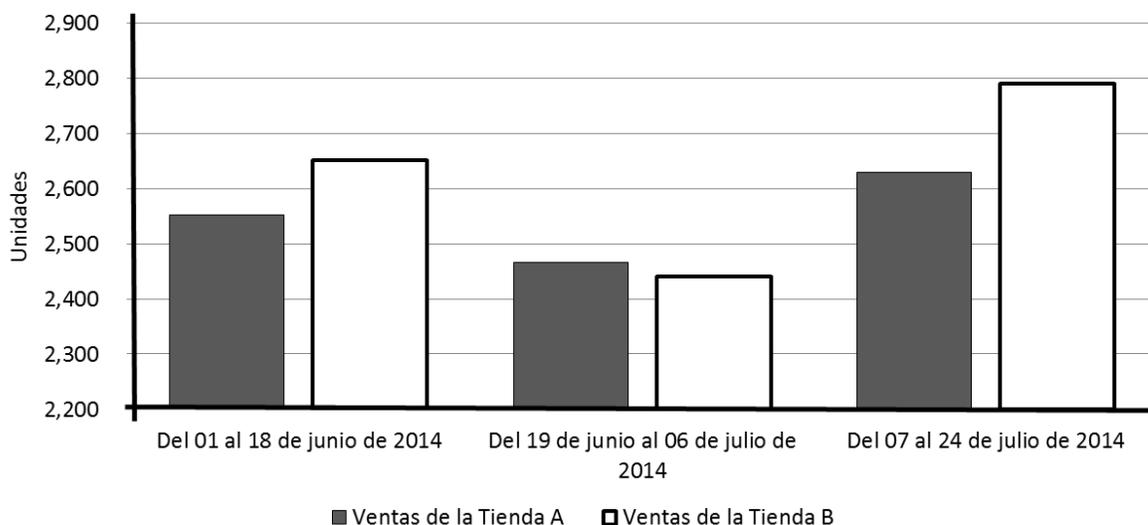


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

Asimismo se pueden observar las ventas de manera agrupada, por momento de observación, en la gráfica 5. Es evidente, por tanto, la ventaja de las ventas de la tienda B en dos momentos de observación, el primero y el último. Para el caso de la tienda A, la estrategia de “segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino” le permite

vender más durante el segundo momento de observación ya que vendiendo granita de mora y café americano sus ventas se ven superadas por la tienda B.

Gráfica 5
Comparación de las ventas de la tienda A con la tienda B (Unidades por trimestre)



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

2.4.3 Análisis comparativo de las tiendas competidoras

A manera de ampliar al tema sobre las diferencias de estrategias aplicadas por las tiendas y su impacto sobre el nivel de ventas se presenta el cuadro 2, que resume los datos analizados. Como se puede observar en la última columna de dicho cuadro se presentan las diferencias en ventas por estrategia y por período de estudio (cada tres períodos es un momento de observación). Según los resultados observados se puede notar que la ganancia más grande de la tienda B es durante el período del 13 al 18 de Junio de 2014, tercer período de observación; en comparación con la tienda A, que sus ventas más altas se presentan durante el período del 19 al 24 de Junio de 2014, correspondiente al total de 158 y 156 unidades vendidas más, respectivamente.

En tal sentido, es preciso mencionar que la venta del producto de café es la principal fuente de ingresos para las dos tiendas. Lo que representa una ventaja ante cualquier estrategia utilizada por la otra tienda, sin importar la ubicación de las tiendas.

Cuadro 2
Comparativo entre las ventas de las tiendas jugadoras, en unidades físicas

Evento (Observación)	Tienda A	Ventas unidades	Tienda B	Ventas unidades	Valor de pago	
	Tienda objeto de estudio		Competidor			
	Estrategia aplicada		Estrategia aplicada			
Del 01 al 06 de Junio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	836	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	858	-22	
Del 07 al 12 de Junio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	924	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	843	81	
Del 13 al 18 de Junio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	792	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	950	-158	
Del 19 al 24 de Junio de 2014	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	871	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	715	156	
Del 25 al 30 de Junio de 2014	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	902	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	1,054	-152	
Del 01 al 06 de Julio de 2014	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	693	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	671	22	
Del 07 al 12 de Julio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	814	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	942	-128	
Del 13 al 18 de Julio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	924	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	845	79	
Del 19 al 24 de Julio de 2014	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	891	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	1,003	-112	
Total		7,647	Total		7,881	-234

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa.

Se debe recordar que el impacto generado por la tienda B es mayor que la tienda A al utilizar dichas estrategias, lo que lleva a concluir que la tienda B es la tienda dominante en el juego, sin embargo dichas conclusiones deben ser confirmadas o refutadas por el modelo matemático, que deterministamente brindará la solución.

2.5 Reflexiones finales sobre las estrategias promocionales y técnicas utilizadas por la empresa para medir el impacto de las ventas

Tal como ha quedado demostrado en el presente capítulo, la aplicación de las estrategias promocionales evidentemente incrementa el nivel de ventas de las organizaciones, aunque con impactos diferentes. No obstante, bajo el contexto comparativo y desde el punto de vista de la teoría de juegos, la combinación de diferentes estrategias promocionales entre dos competidores representa una ganancia o una disminución en ventas según la decisión del otro, según el contexto en que se desarrollan así como la dependencia del tiempo.

Es importante mencionar que el presente análisis es puramente cuantitativo y no cualitativo, por lo que se dejan fuera muchos aspectos de la calidad de promoción y ventas aplicados bajo la teoría mercadológica. El presente estudio da por sentado que la calidad del arte (el diseño de los anuncios publicitarios), psicología utilizada, y mercados objetivos de las tiendas competidoras son similares, es decir, que los anuncios publicitarios y promociones fueron los mismos para las dos tiendas.

Con lo referente a las medidas utilizadas por la empresa objeto de estudio para el análisis de sus ventas y toma de decisiones, según información proporcionada, únicamente se utiliza el análisis histórico de las ventas (series de tiempo y base de datos estadístico). No existe una herramienta matemática clave para la toma de decisiones debido al desconocimiento de la aplicación e importancia de ésta. La institución utiliza la relación entre el presupuesto asignado a las promociones a implementar y el análisis e interpretación de los Estados Financieros, máxime del Estado de Resultados.

Por último, pero no menos importante, cabe mencionar que la información del cuadro dos corresponde a los insumos necesarios para la construcción del modelo matemático de

teoría de juegos que se desarrollará en el capítulo tercero, para fundamentar las conclusiones y recomendaciones pertinentes a la empresa objeto de estudio.

2.6 Metodología de la investigación

La metodología de la investigación consistió básicamente en identificar, primero, la problemática que enfrenta la empresa, que según lo expresado en el presente capítulo, cuenta con la necesidad de evaluar el impacto que causa la utilización de estrategias promocionales en dos de sus tiendas ubicadas en la ciudad capital, con el fin de maximizar sus ingresos y minimizar sus costos en determinado momento. Asimismo, la empresa necesita definir qué estrategias son las más convenientes y con qué frecuencia deben ser aplicadas para obtener el máximo beneficio.

El segundo paso de la investigación se realizará mediante la aplicación del modelo matemático que mejor se ajusta a las necesidades de la empresa, siendo este el modelo de la teoría de juegos. Tomando en consideración que inicialmente se realizó el proceso de trabajo de campo que brinda la información necesaria para alimentar dicho modelo, posteriormente se aplicó la solución a dicho problema según la metodología matemático-estadística descrita en el capítulo primero del presente estudio.

Como tercer y último paso se procedió al análisis de la información y a la revisión de la consistencia de los datos, así como a la redacción de las principales conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada, para lo cual, se procedió a la redacción del capítulo tercero el cual se desarrolla a continuación.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE JUEGOS

Teoría de juegos es una herramienta que se utiliza para el establecimiento e identificación de las mejores estrategias a utilizar en una situación de competitividad e incertidumbre, para el presente estudio dicha herramienta fue aplicada para evaluar el impacto de las estrategias promocionales utilizadas entre tiendas con el fin de identificar una ventaja competitiva para maximizar sus ingresos y reducir sus pérdidas.

Utilizando la teoría descrita en el capítulo primero del presente estudio y la información del diagnóstico realizado en el capítulo segundo, para el presente apartado se desarrolla la implementación de la teoría de juegos a la empresa objeto de estudio. Primero se presenta el planteamiento de las estrategias, luego la aplicación de teoría de juego y su respectiva solución por el método de programación lineal simplex. Por último, se presenta la determinación de la conveniencia de las estrategias, el análisis final de los resultados y la propuesta mercadológica según los hallazgos con la aplicación del modelo matemático de teoría de juegos.

3.1 Planteamiento de las estrategias y teoría de juegos

Utilizando la información del cuadro dos del capítulo segundo, se procedió al planteamiento de la teoría de juegos de la siguiente manera:

- a. Jugadores:** tienda A como principal jugador (correspondiente a las estrategias X) y tienda B como la competencia (correspondiente a las estrategias Y).

- b. Estrategias:** Con la información proporcionada por la empresa, también mencionada en el capítulo segundo, se presentan las siguientes estrategias aplicadas por las dos tiendas jugadoras:
 - (1) Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
 - (2) Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
 - (3) Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

3.2 Objetivo general y específicos

Tomando en consideración lo desarrollado en el presente estudio, como objetivo general de la aplicación de la herramienta de teoría de juegos se ha planteado:

Determinar la combinación óptima de estrategias a aplicar por cada competidor, así como su temporalidad y conveniencia, con el fin de maximizar la mínima ganancia y minimizar la máxima pérdida.

Entre los objetivos específicos de la aplicación de la herramienta están:

- Determinar la conveniencia de la utilización de las estrategias para cada competidor según los resultados combinados de las estrategias aplicadas en los diferentes períodos de tiempo.
- Evaluar el impacto de la utilización de las diferentes estrategias según las utilizadas por la competencia, determinando así cuáles estrategias son las más apropiadas y en qué momento deben ser aplicadas.
- Determinar la conveniencia de la aplicación de las estrategias y su temporalidad, con el fin de maximizar los mínimos ingresos y minimizar la máxima pérdida.
- Clasificar, según los resultados del modelo matemático aplicado, el orden de importancia de las estrategias disponibles por cada competidor con el fin de ejecutar la mejor combinación de estrategias posible en determinado período.

3.2.1 Solución de la teoría de juegos planteada

Considerando el procedimiento metodológico descrito en el capítulo primero, y considerando la situación planteada en los apartados anteriores, a continuación se presenta la solución del modelo de teoría de juegos:

- a. **Matriz de juego:** con la información del cuadro dos se plantea la siguiente matriz de juego:

Matriz 4
Planteamiento de la matriz de juego, en unidades físicas

		Tienda B		
		Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano
Tienda A	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	-22	81	-158
	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	156	-152	22
	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	-128	79	-112

Como se puede observar, la última columna del cuadro dos representa los valores de la matriz de juego planteada. Los valores positivos representan ganancias para la tienda A y los valores negativos representan ganancias para la tienda B, o bien la pérdida de la tienda A. A primera vista se puede notar que la tienda B obtiene mayores ventas durante el período de estudio, dado que cinco combinaciones de estrategias le favorecen en comparación con cuatro que benefician a la tienda A.

b. Determinación del punto de silla: posterior al planteamiento de la matriz se prosiguió al cálculo del punto de silla del modelo de teoría de juego, el cual consiste en identificar primero los valores mínimos de las filas y los máximos de las columnas. Después se debe identificar el punto máximo de los mínimos seleccionados (MAXIMIN) y el punto mínimo de los máximos seleccionados (MINIMAX). El punto de silla se identifica como la igualdad de los dos puntos anteriores.

Matriz 5
Cálculo del punto de silla del modelo

		Tienda B			MAXIMIN
		Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	
Tienda A	Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	-22	81	-158	-158
	Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	156	-152	22	-152
	Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	-128	79	-112	-128
MINIMAX		156	81	22	

Para el cálculo del punto de silla del modelo primero se obtuvo el valor mínimo de las filas que corresponden a los valores de la última columna y el valor máximo de las columnas que corresponde a la última fila (ver matriz 5). Dichos valores representan, para el caso de los mínimos de las filas (MAXIMIN), las ventas máximas que deja de percibir la tienda A cuando la tienda B utiliza sus estrategias, que tal como se puede observar dentro de la matriz de juego, dichas pérdidas corresponden a ganancias de la tienda B.

Para el caso de la última fila (MINIMAX), que corresponde a los valores máximos de las columnas, representan las ventas máximas que podrá obtener la tienda A cuando utiliza su combinación de estrategias en comparación de la tienda B. Es decir, cuánto genera en ventas por arriba de la tienda B.

En tal sentido, y bajo el contexto anterior, es oportuno explicar de una mejor manera el punto de silla. Dicho punto se determina por la igualdad del punto MAXIMIN y el MINIMAX, lo que significa que se elige la pérdida mínima de la tienda A (MAXIMIN, dado que sus valores representan las pérdidas) y el valor de la mínima ganancia de la tienda A (MINIMAX dado que sus valores representan las ganancias). Si la mínima pérdida es igual a la mínima ganancia, se dice que se ha encontrado el punto de silla del

modelo. Lo que significa que la mínima pérdida de la tienda B representa exactamente la mínima ganancia de la tienda A, o viceversa.

Para el presente caso, se obtuvo el valor mínimo de los máximos de la información de las columnas que es (+22) unidades vendidas, después se obtuvo el valor máximo de los mínimos de las filas que para el presente estudio es (-128) unidades vendidas. Según los resultados obtenidos, se determinó que el modelo no presenta punto de silla dado que el valor MAXIMIN no es igual al valor MINIMAX:

$$MINIMAX = MAXIMIN$$

$$22 \neq -128$$

Tal como se mencionó en la primera parte de la investigación, cuando el modelo de teoría de juegos no presenta una solución de punto de silla, es posible obtener el valor óptimo en donde se maximizan las mínimas ganancias y se minimizan las máximas pérdidas, por medio del método simplex de programación lineal. Dicho método es una expresión de programación lineal que busca solucionar problemas de más de tres variables (productos) con sus respectivas restricciones, con el objetivo de encontrar una solución óptima al planteamiento. Para el presente caso se solucionará por medio de la maximización según los pasos descritos en el capítulo primero:

- a. Planteamiento de la función objetivo en forma de ecuación. Para el presente caso es una maximización de la suma de las estrategias mencionadas, es decir, en función de Y o la tienda B (competidora) que es la variable que le corresponde. La forma es la siguiente:

$$F.O \text{ MAX } Z = y_1 + y_2 + y_3$$

- b. Planteamiento de las restricciones del modelo en forma de inecuaciones, tomando como referencia la matriz de juego (ver matriz 5). Las restricciones son evaluadas como menores o iguales a uno (≤ 1), más una restricción de no negatividad, es decir, que el valor de Y siempre debe ser mayor o igual a cero.

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{array}{rcll}
 \text{A)} & - & 22Y_1 + & 81Y_2 - & 158Y_3 \leq 1 \\
 \text{B)} & & 156Y_1 - & 152Y_2 + & 22Y_3 \leq 1 \\
 \text{C)} & - & 128Y_1 + & 79Y_2 - & 112Y_3 \leq 1 \\
 \text{D)} & & Y_1, & Y_2, & Y_3, \geq 0
 \end{array}$$

c. Después se incluyen las holguras a las igualdades de restricción y se iguala a cero la función objetivo:

Holguras:

$$\begin{array}{rcll}
 \text{A)} & - & 22Y_1 + & 81Y_2 - & 158Y_3 + & H_1 & + & 0 & + & 0 & = & 1 \\
 \text{B)} & & 156Y_1 - & 152Y_2 + & 22Y_3 + & 0 & + & H_2 & + & 0 & = & 1 \\
 \text{C)} & - & 128Y_1 + & 79Y_2 - & 112Y_3 + & 0 & + & 0 & + & H_3 & = & 1
 \end{array}$$

Función objetivo igualada a cero:

$$-y_1 - y_2 - y_3 = 0$$

Como se puede observar, la condición de no negatividad ya no es tomada en cuenta, ya que solo es una restricción teórica. Con la información desarrollada hasta el momento, se hace posible el planteamiento del modelo simplex, para la solución de la teoría de juegos.

Siguiendo el procedimiento descrito en el primer capítulo del presente estudio, se planteó el primer tablero simplex con la información de la matriz del juego. Como se puede observar, los resultados del tablero de teoría de juegos pasaron a ser los valores del tablero simplex según las estrategias de la tienda A y las estrategias de la tienda B, situación que se presenta en la siguiente página:

TIENDA A	TIENDA B			Constante	Signo
	Y ₁	Y ₂	Y ₃		
X ₁	-22	81	-158	1	≤
X ₂	156	-152	22	1	≤
X ₃	-128	79	-112	1	≤
	1	1	1		

Se sumó un escalar a dicha matriz para eliminar la información negativa del modelo, que para el presente caso es de 158 que representa el valor mínimo de la matriz. Por tanto, a cada valor del primer tablero simplex se le sumó 158 unidades en ventas, por ejemplo, para el caso del -22, dicho valor será ahora 136, y así sucesivamente.

43

Y ₁	Y ₂	Y ₃	H ₁	H ₂	H ₃	C
-22.00	81.00	-158.00	1.00	0.00	0.00	1.00
156.00	-152.00	22.00	0.00	1.00	0.00	1.00
-128.00	79.00	-112.00	0.00	0.00	1.00	1.00
-1.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$$K = \quad + 158$$

Primer tablero simplex

Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C
136.00	239.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
314.00	6.00	180.00	0.00	1.00	0.00	1.00
30.00	237.00	46.00	0.00	0.00	1.00	1.00
-1.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Aplicando la metodología de resolución del método simplex, que fue explicada en el primer capítulo y que puede ser consultada para un mejor detalle de la solución del problema en el segundo anexo de este estudio; se presenta el cuarto tablero simplex siguiente:

Cuarto tablero simplex

	Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C			EP	
	0.00000	1.00000	0.00000	0.00114	-0.00079	0.00309	0.00344			3.01504	
Fila pivote	1.00000	0.00000	0.00000	0.00535	0.00139	-0.00543	0.00131	186.9984		0.2444	
	0.00000	0.00000	1.00000	-0.00937	0.00316	0.00937	0.00316	0.3297858	-0.58	0.750236	-0.3375
	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00288	0.00376	0.00703	0.00791				

Columna pivote

44

En este punto es de especial importancia mencionar que el cuarto tablero es una posible solución del problema planteado, dado que únicamente requerirá que no se aplique la estrategia 1 de la tienda B, correspondiente a “Dos por uno con tarjeta libre, Granita de mora”, sin embargo, cabe mencionar que dicha solución no es la óptima para maximizar los ingresos. Esto se debe a que, como se puede observar, en dicho tablero simplex existe un valor negativo en la última fila, del lado de las holguras, por lo que el mismo procedimiento es aplicado no importando la ubicación del mínimo valor.

Por lo que aplicando la metodología descrita se pudo determinar el tablero 5 correspondiente al tablero final. Es definido como tablero final porque el valor de la última fila es positivo o cero, es decir, que ya no existen negativos en la fila de “Z”. Por lo tanto, el último tablero es:

Quinto tablero simplex

Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C
-0.21338	1.00000	0.00000	0.00000	-0.00109	0.00425	0.00316
186.99840	0.00000	0.00000	1.00000	0.25939	-1.01501	0.24438
1.75156	0.00000	1.00000	0.00000	0.00559	-0.00014	0.00545
0.53817	0.00000	0.00000	0.00000	0.00451	0.00411	0.00861

-0.0011411	0.009	0.002878
------------	-------	----------

Al finalizar, la suma de la columna constante y la fila de las holguras debe ser igual, lo que corresponde a los valores del juego para cada tienda:

45

Y1	Y2	Y3	+H1	+H2	+H3	Z	C
-0.21338	1.00000	0.00000	0.00000	-0.00109	0.00425	0.00000	0.00316
186.99840	0.00000	0.00000	1.00000	0.25939	-1.01501	0.00000	0.24438
1.75156	0.00000	1.00000	0.00000	0.00559	-0.00014	0.00000	0.00545
0.53817	0.00000	0.00000	0.00000	0.00451	0.00411	1.00000	0.00861

Estrategias Tienda A

X1 Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	-
X2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	0.00451
X3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.00411
Valor de Z	0.00861

Estrategias Tienda B

Y1 Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	-
Y2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	0.00316
Y3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.00545
Valor de Z	0.00861

d. Después de obtener la solución del modelo simplex, tal como se explicó en el capítulo primero, se debe obtener el valor del juego mediante el inverso del valor de “Z”, posteriormente restar el valor del escalar sumado con anterioridad en el primer tablero. El resultado es:

Valor del juego

$$\text{Valor del Juego} = \text{inverso de } Z$$

$$\text{Valor del Juego} = 1/Z$$

Valor del juego, valor de Z	0.0086117		
Inverso del valor del juego (1/Z)	116		
Valor del juego menos escalar (-158)	-41.88	Tienda B	C.C. Peri-Roosevelt, Zona 7 Tienda del área de restaurantes

Según la información obtenida, se ha determinado que el valor del juego es (-42) unidades que corresponde a una ganancia de la tienda B, o pérdida de la tienda A dado que es un valor negativo, en donde maximiza su mínima ganancia la tienda B y minimiza su máxima pérdida la tienda A. En tal sentido, la tienda A pierde el juego. Según los resultados, las estrategias óptimas por jugador son:

Quién ganó el juego Tienda B

Cuánto ganó 42 Unidades vendidas más

Estrategia óptima por jugador

- Tienda B
 - Y2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
 - Y3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano
- Tienda A
 - X2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
 - X3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Dichas estrategias corresponden a los resultados del tablero simplex y el valor es determinado según la solución del tablero simplex final, como se puede observar, el valor de “Y” es determinado por la columna “C” y para “X” el valor final es “Z”. Asimismo se puede obtener la proporción de aplicación de cada estrategia, que para el presente caso es:

En qué proporción deben aplicarlas

	Resultados	Proporción
Tienda B		
Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	0.000000	0.0000
Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappucc	0.003162	0.3671
Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.005450	0.6329
	<hr/>	<hr/>
	0.008612	1.0000
Tienda A		
Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	0.000000	0.0000
Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappucc	0.004506	0.5233
Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.004105	0.4767
	<hr/>	<hr/>
	0.008612	1.0000

Como se puede observar en los resultados, la tienda B, que es la ganadora del juego, debe aplicar en una proporción de 0.3671 la estrategia de “segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino” y una proporción de 0.6329 la promoción de ventas “dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano”. Para el caso de la tienda A, que es la perdedora del juego, deberá aplicar una proporción del 0.5233 y 0.4767 para las mismas estrategias de la tienda B respectivamente. Como se puede notar únicamente cambia el tiempo en que deben aplicarlas, ya que para la tienda B la de mayor aplicación es la segunda estrategia mencionada y para el caso de la tienda A la primera. Ambas tienda no deben, o no es recomendable, que apliquen la estrategia “dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora” ya que podría obtener pérdidas en el ejercicio. Siguiendo los lineamientos descritos ambas tiendas lograrán obtener una combinación mercadológica óptima en sus ventas.

3.2.2 *Determinación de la conveniencia por estrategia*

Como ha quedado demostrado, la elección de una mala estrategia promocional en el mercado representa la pérdida de clientes. En tal sentido, la empresa debe prestar especial importancia al impacto que generan sus decisiones en función de las decisiones de la competencia, que para el presente caso son decisiones entre tiendas de la misma empresa. Según los resultados de la teoría de juegos, la empresa debe optar por aquellas estrategias que le representen incrementos en las ventas para ambas tiendas sujetas a estudio. Ambas tiendas deben aplicar en la medida de lo posible las estrategias seleccionadas, según los

resultados de la teoría de juegos descrito en el apartado anterior. Con dicha combinación de estrategias lograrán obtener el máximo beneficio en ventas para ambas tiendas.

Tal como se presenta en el cuadro 3 (página siguiente), según sea la estrategia aplicada por la empresa objeto de estudio en diferentes tiendas, así será el resultado en ventas. La utilización de la estrategia “dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora” representa una disminución en las ventas de las tiendas dado que el incentivo no es suficiente como las dos estrategias siguientes. En el cuadro 2 queda demostrado qué tienda gana más según la combinación de estrategias observadas, misma información que fue utilizada para la construcción del modelo de teoría de juegos desarrollado.

3.3 Propuesta mercadológica según los resultados de teoría de juegos

Las decisiones de la empresa deben ser tomadas con base a la información que se dispone, además de suponer el comportamiento constante del entorno en el que se desenvuelve la institución. La presente investigación forma parte fundamental de una propuesta mercadológica para la correcta programación y asignación de recursos entre las estrategias promocionales que conforman la mezcla promocional de la empresa objeto de estudio.

La teoría de juegos es una de las herramientas más útiles de estrategia que existen a disposición de la empresa, dado que permite evaluar el impacto que generan las decisiones y busca la mejor solución posible a un problema. En tal sentido, se propone a la empresa su aplicación con el fin de mejorar el desempeño de las ventas, así como la reducción de los costos del presupuesto destinado a promoción. Asimismo queda a discreción de la empresa objeto de estudio la aplicación de la teoría de juegos con el fin de mejorar las decisiones en otros aspectos empresariales que desee.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la empresa objeto de estudio no utiliza modelos matemáticos para evaluar el impacto de las estrategias utilizadas sobre las ventas. Únicamente se enfoca en los resultados presentados en sus Estados Financieros, así como un análisis superficial de la serie de tiempo del comportamiento de las ventas, por lo que al aplicar la teoría de juegos la empresa obtendrá la combinación óptima de estrategias a aplicar por cada tienda, así como su evaluación, esto con el fin de maximizar la mínima ganancia y minimizar la máxima pérdida.
2. Utilizando el modelo matemático de teoría de juegos, la empresa objeto de estudio ahora puede conocer de una mejor manera el impacto de las estrategias promocionales utilizadas entre tiendas. Según los resultados obtenidos se determinó que ambas tiendas deben aplicar las estrategias de “segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino” y “dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano”, asimismo no les es conveniente la aplicación de la estrategia promocional “dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora”, dado que con ella ambas tiendas captan menores ingresos.
3. El modelo matemático de teoría de juegos brinda diferentes escenarios que la empresa podría utilizar con relación a sus estrategias promociones disponibles, esto según los tableros simplex trabajados, sin embargo, dichas soluciones no son óptimas dado que la organización aún podría maximizar su mínimo ingreso y minimizar su máxima pérdidas cuando alcanza la solución matemática correcta.
4. La empresa estará en la posibilidad de distribuir el presupuesto para las campañas publicitarias de manera técnica, ya no empíricamente.

RECOMENDACIONES

1. La empresa objeto de estudio debe aplicar modelos matemáticos para un mejor análisis del comportamiento de las ventas y fundamentar mejor su toma de decisiones. Aunque en la actualidad únicamente realiza la comparación en términos financieros, se cree que la inclusión del modelo de teoría de juegos proporcionará información valiosa para la programación de las estrategias promocionales para determinados períodos, así como la mejor asignación de recursos para incrementar de una mejor manera el nivel de ventas de las tiendas.

2. Se recomienda la implementación de las estrategias brindadas por el resultado del modelo matemático aplicado, principalmente las estrategias dominantes identificadas. La empresa debe, en la medida de lo posible, no implementar la estrategia promocional el “dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora” en sus tiendas. Es importante tomar en consideración que los resultados del modelo se limitan únicamente a la implementación de las tres estrategias estudiadas, situación que podría cambiar con otra combinación de estrategias en donde la estrategia mencionada podría ser una estrategia con mayores ingresos. En tal sentido se deberá realizar el análisis respectivo para verificar dicha suposición.

3. Aunque la empresa dispone de diferentes escenarios que podría aplicar, según los tableros simplex trabajados en el modelo matemático de teoría de juegos, se recomienda la aplicación de las estrategias establecidas en la solución óptima del modelo, esto con el fin de obtener los mejores resultados maximizando si mínima ganancia y minimizando su máxima pérdida.

4. La empresa deberá distribuir su presupuesto promocional en aquellas estrategias que le generan un mayor ingreso, según las proporciones indicadas en el modelo matemático de teoría de juegos, así como las proporciones indicadas en juegos futuros.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arya Jagdish C. & Robin W. Lardner. 2009. “*Matemáticas aplicadas a la administración y a la economía*”. 5^a ed. Pearson Educación, México. 832 páginas.
2. Belch, George E. y Belch, Michael A. 2005, “*Publicidad y promoción, perspectiva de la comunicación de marketing integral*” Mc Graw Hill. México. 850 páginas.
3. García Sabater, José Pedro; y Maheut Julien. 2012. “*Modelos y métodos de Investigación de Operaciones. Procedimientos para Pensar*”. Grupo de Investigación ROGLE. Departamento de Organización de Empresas.
4. Kotler, Philip y Armstrong, Gary. 2003, “*Fundamentos de marketing*” Prentice Hall, Pearson. México. 680 páginas.
5. Sydsaeter, Knut. & Hammond, Peter. 1996 “*Matemática para el análisis económico*”. Prentice Hall. Madrid, España. 789 páginas.
6. Taha, Hamdy A. 2012 “*Investigación de operaciones*”. 9^{na} ed. Pearson Educación, México. 824 páginas.
7. Universidad de la República Oriental del Uruguay. 2001 “*Introducción a la Investigación de Operaciones*”. Fundación de Cultura Universitaria. Uruguay. 164 páginas.
8. Weber, E. Jean. 1984. “*Matemáticas para administración y economía*”. 4^{ta} ed. Harper & Row Publishers. México. 823 página.

ANEXOS

Anexo 1 Base de datos

Tienda A

Competidor

Período de observación : 54 días
Mes : Junio - Julio
Personal ocupado : 4 personas
Ubicación : C.C. Peri-Roosevelt, Zona 7
 Tienda de "Kiosco"

Estrategias promocionales

- X₁ Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
- X₂ Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
- X₃ Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Ventas de la Tienda A

Del 01 al 18 de junio de 2014

Estrategia utilizada en la tienda "B": X₁ Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora

Ventas en unidades	<u>Unidades</u>	<u>Precio promedio por observación</u> <u>Monetario</u>	Q	14.50
<u>Mes</u>				
Del 01 al 06 de Junio de 2014	836	Q	12,122.00	
Del 07 al 12 de Junio de 2014	924	Q	13,398.00	
Del 13 al 18 de Junio de 2014	792	Q	11,484.00	
<u>Total ventas por observación</u>				
Unidades	2,552			
Monetario	Q	37,004.00		

Ventas de la Tienda A

Del 19 de junio al 06 de julio de 2014

Estrategia utilizada en la tienda "B": X₂ Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino

Ventas en unidades	<u>Unidades</u>	<u>Precio promedio por observación</u> <u>Monetario</u>	Q	12.25
<u>Mes</u>				
Del 19 al 24 de Junio de 2014	871	Q	10,669.75	
Del 25 al 30 de Junio de 2014	902	Q	11,049.50	
Del 01 al 06 de Julio de 2014	693	Q	8,489.25	
<u>Total ventas por observación</u>				
Unidades	2,466			
Monetario	Q	30,208.50		

Ventas de la Tienda A

Del 07 al 24 de julio de 2014

Estrategia utilizada en la tienda "B": X₃ Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Ventas en unidades	<u>Unidades</u>	<u>Precio promedio por observación</u> <u>Monetario</u>	Q	11.00
<u>Mes</u>				
Del 07 al 12 de Julio de 2014	814	Q	8,954.00	
Del 13 al 18 de Julio de 2014	924	Q	10,164.00	
Del 19 al 24 de Julio de 2014	891	Q	9,801.00	
<u>Total ventas por observación</u>				
Unidades	2,629			
Monetario	Q	28,919.00		

Anexo 1 Base de datos

Tienda B

Tienda objeto de estudio

Período de observación : 54 días
Mes : Junio - Julio
Personal ocupado : 4 personas
Ubicación : C.C. Peri-Roosevelt, Zona 7
 Tienda del área de restaurantes

Estrategias promocionales

- Y₁ Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
 Y₂ Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
 Y₃ Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Ventas de la Tienda B

Del 01 al 18 de junio de 2014

Estrategia utilizada en la tienda "A":
 Y₁ Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
 Y₂ Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
 Y₃ Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Ventas en unidades		Precio promedio por observación		Q	14.50
<u>Mes</u>	<u>Unidades</u>	<u>Monetario</u>			
Del 01 al 06 de Junio de 2014	858	Q	12,441.00		
Del 07 al 12 de Junio de 2014	843	Q	12,223.50		
Del 13 al 18 de Junio de 2014	950	Q	13,775.00		
Total ventas por observación					
Unidades	2,651				
Monetario	Q 38,439.50				
Diferencia por observación		(ganancia)	Q		1,435.50

Ventas de la Tienda B

Del 19 de junio al 06 de julio de 2014

Estrategia utilizada en la tienda "A":
 Y₁ Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
 Y₂ Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
 Y₃ Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Ventas en unidades		Precio promedio por observación		Q	12.25
<u>Mes</u>	<u>Unidades</u>	<u>Monetario</u>			
Del 19 al 24 de Junio de 2014	715	Q	8,758.75		
Del 25 al 30 de Junio de 2014	1,054	Q	12,911.50		
Del 01 al 06 de Julio de 2014	671	Q	8,219.75		
Total ventas por observación					
Unidades	2,440				
Monetario	Q 29,890.00				
Diferencia por observación		(pérdida)	Q		(318.50)

Ventas de la Tienda B

Del 07 al 24 de julio de 2014

Estrategia utilizada en la tienda "A":
 Y₁ Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora
 Y₂ Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino
 Y₃ Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Ventas en unidades		Precio promedio por observación		Q	11.00
<u>Mes</u>	<u>Unidades</u>	<u>Monetario</u>			
Del 07 al 12 de Julio de 2014	942	Q	10,362.00		
Del 13 al 18 de Julio de 2014	845	Q	9,295.00		
Del 19 al 24 de Julio de 2014	1,003	Q	11,033.00		
Total ventas por observación					
Unidades	2,790				
Monetario	Q 30,690.00				
Diferencia por observación		(ganancia)	Q		1,771.00

Anexo 2
Solución del método simplex

Con la información de la matriz 5 del presente estudio se desarrolló la siguiente solución del método simplex:

- a. Planteamiento de la función objetivo en forma de ecuación. Para el presente caso es una maximización de la suma de las estrategias mencionadas, es decir, en función de Y o la tienda B (competidora) que es la variable que le corresponde. La forma es la siguiente:

$$\text{F.O MAX } Z = y_1 + y_2 + y_3$$

- b. Planteamiento de las restricciones del modelo en forma de inecuaciones, tomando como referencia la matriz de juego (ver matriz 5). Las restricciones son evaluadas como menores o iguales a uno (≤ 1), más una restricción de no negatividad, es decir, que el valor de Y siempre debe ser mayor o igual a cero.

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{array}{l} \text{A)} \quad - \quad 22Y_1 + \quad 81Y_2 - \quad 158Y_3 \leq 1 \\ \text{B)} \quad \quad 156Y_1 - \quad 152Y_2 + \quad 22Y_3 \leq 1 \\ \text{C)} \quad - \quad 128Y_1 + \quad 79Y_2 - \quad 112Y_3 \leq 1 \\ \text{D)} \quad \quad \quad Y_1, \quad Y_2, \quad Y_3, \geq 0 \end{array}$$

- c. Después se incluyen las holguras a las igualdades de restricción y se iguala a cero la función objetivo:

Holguras:

$$\begin{array}{l} \text{A)} \quad - \quad 22Y_1 + \quad 81Y_2 - \quad 158Y_3 + \quad H_1 \quad + \quad 0 \quad + \quad 0 \quad = \quad 1 \\ \text{B)} \quad \quad 156Y_1 - \quad 152Y_2 + \quad 22Y_3 + \quad 0 \quad + \quad H_2 \quad + \quad 0 \quad = \quad 1 \\ \text{C)} \quad - \quad 128Y_1 + \quad 79Y_2 - \quad 112Y_3 + \quad 0 \quad + \quad 0 \quad + \quad H_3 \quad = \quad 1 \end{array}$$

Función objetivo igualada a cero:

$$-y_1 -y_2 -y_3 =$$

Como se puede observar, la condición de no negatividad ya no es tomada en cuenta, ya que solo es una restricción teórica, por lo que el procedimiento para solucionar el método simplex es:

Siguiendo el procedimiento descrito en el primer capítulo del presente estudio, se planteó el primer tablero simplex con la información de la matriz del juego. Como se puede observar, los resultados del tablero de teoría de juegos pasaron a ser los valores del tablero simplex según las estrategias de la tienda A y las estrategias de la tienda B:

TIENDA A	TIENDA B			Constante	Signo
	Y ₁	Y ₂	Y ₃		
X ₁	-22	81	-158	1	≤
X ₂	156	-152	22	1	≤
X ₃	-128	79	-112	1	≤
	1	1	1		

Se sumó un escalar a dicha matriz para eliminar la información negativa del modelo, que para el presente caso es de 158 que representa el valor mínimo de la matriz. Por tanto, a cada valor del primer tablero simplex se le sumó 158 unidades en ventas, por ejemplo, para el caso del -22, dicho valor será ahora 136, y así sucesivamente.

Y ₁	Y ₂	Y ₃	H ₁	H ₂	H ₃	C
-22.00	81.00	-158.00	1.00	0.00	0.00	1.00
156.00	-152.00	22.00	0.00	1.00	0.00	1.00
-128.00	79.00	-112.00	0.00	0.00	1.00	1.00
-1.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$$K = + 158$$

El resultado de la operación anterior es el primer tablero simplex:

Primer tablero simplex

Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C
136.00	239.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
314.00	6.00	180.00	0.00	1.00	0.00	1.00
30.00	237.00	46.00	0.00	0.00	1.00	1.00
-1.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

El elemento pivote elegido es con base al mayor valor de la primera matriz, que para el presente caso es 314. La columna pivote, derivado que puede ser cualquiera de las tres primeras columnas dado que su valor es igual (-1), se elige la columna del elemento pivote y fila pivote.

8/8

	Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C
	136.00	239.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Fila pivote	314.00	6.00	180.00	0.00	1.00	0.00	1.00 0.0031847
	30.00	237.00	46.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	-1.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Columna pivote

Se prosigue a convertir el elemento pivote (elemento que tiene recuadro del primer tablero) a uno (1) mediante la multiplicación de su inverso ($1/314 = 0.0031847$), al igual que el resto de la fila por la multiplicación de dicho número creando así la fila pivote que se encuentra en el segundo tablero simplex (fila de en medio). Los demás elementos de la columna pivote

(136, 30 y -1) fueron convertidos a cero mediante la multiplicación de dicho valor de forma negativa (-136, -30 y 1) por la fila pivote y la suma del valor en cuestión.

Por ejemplo, para convertir el 136 a cero, primero se multiplicó su negativo (-136) por la fila pivote que para el presente caso es 1 y se sumó al valor que se desea convertir a cero (el 136 original) dando como resultado cero. Así sucesivamente con toda la fila del 136, únicamente cambiando de columna de trabajo. Para el segundo caso, el 239, primero se multiplicó el -239 por 0.01911 de la fila pivote (ver segundo tablero) y luego se sumó el 239 dando como resultado 236.40127. La misma operación fue realizada para cada valor del tablero, según la operación con el valor indicado en la última columna del segundo tablero, dando como resultado el segundo tablero simplex del modelo:

4/8

Segundo tablero simplex

	Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C			EP
Fila pivote	0.00000	236.40127	-77.96178	1.00000	-0.43312	0.00000	0.56688	0.0042301		0.0024
	1.00000	0.01911	0.57325	0.00000	0.00318	0.00000	0.00318	-136	-30	1
	0.00000	236.42675	28.80255	0.00000	-0.09554	1.00000	0.90446			
	0.00000	-0.98089	-0.42675	0.00000	0.00318	0.00000	0.00318			
		Columna pivote								

La verificación para saber si el procedimiento simplex fue correcto se debe comparar el resultado de la columna “C” con el resultado de “Z”, que corresponden al valor de “Y” y “X” respectivamente. Para el presente caso se tomó el valor de Y₁, que es en donde está identificado el valor 1 de la anterior columna pivote, correspondiente a C = 0.00318 y el valor de H₂, que es en donde está identificado el valor de “X” correspondiente a 0.00318.

Después de verificar que los valores de las operaciones sean los correctos, se prosiguió a realizar el mismo procedimiento con el segundo tablero simplex. Primero se identificó la columna pivote (CP) correspondiente al valor más bajo de la última fila, para el presente caso es Y_2 . En la columna de elemento pivote se dividió el valor de la columna constante “C” entre el valor de la variable de la columna pivote, por ejemplo para el caso del valor 0.0027 se obtuvo por la división de 0.56688 entre 236.40127. Después de calcular dichos valores se prosiguió a elegir el valor del elemento pivote, que corresponde a elegir el valor más pequeño (no negativo) de la columna de elemento pivote ya calculada, para el caso del segundo tablero simplex el valor del elemento pivote es (236.40127). Aplicando el procedimiento anterior se obtiene el tercer tablero simplex el modelo:

Tercer tablero simplex

	Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C			EP	
	0.00000	1.00000	-0.32979	0.00423	-0.00183	0.00000	0.00240	-0.0191083	-236.4	0.980892	-0.00727
	1.00000	0.00000	0.57955	-0.00008	0.00322	0.00000	0.00314				0.0054
Fila pivote	0.00000	0.00000	106.77273	-1.00011	0.33763	1.00000	0.33752	0.0093657			0.0032
	0.00000	0.00000	-0.75024	0.00415	0.00139	0.00000	0.00554				
			Columna pivote								

Para obtener la verificación del procedimiento primero se identificaron los valores de las estrategias “Y” y “X” y se sumaron, por ejemplo, para el caso de las estrategias “Y” los valores correspondientes son $Y_1 = 0.00314$ y $Y_2 = 0.00240$ para un total de 0.00554. El mismo procedimiento es aplicado para las estrategias “X” de la siguiente manera, $X_1 = 0.00415$ y $X_2 = 0.00139$ para un total de 0.00554.

Aplicando el mismo procedimiento del tablero 1, 2 y 3, se pudo determinar el tablero 4.

Cuarto tablero simplex

	Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C			EP	
	0.00000	1.00000	0.00000	0.00114	-0.00079	0.00309	0.00344			3.01504	
Fila pivote	1.00000	0.00000	0.00000	0.00535	0.00139	-0.00543	0.00131	186.9984	0.2444		
	0.00000	0.00000	1.00000	-0.00937	0.00316	0.00937	0.00316	0.3297858	-0.58	0.750236	-0.3375
	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00288	0.00376	0.00703	0.00791				

Columna pivote

En este punto es de especial importancia mencionar que el cuarto tablero es una posible solución del problema planteado, dado que únicamente requerirá que no se aplique la estrategia 1 de la tienda B, correspondiente a “Dos por uno con tarjeta libre, Granita de mora”, sin embargo, cabe mencionar que dicha solución no es la óptima para maximizar los ingresos. Esto se debe a que, como se puede observar, en dicho tablero simplex existe un valor negativo en la última fila, del lado de las holguras, por lo que el mismo procedimiento es aplicado no importando la ubicación del mínimo valor.

Por lo que aplicando la metodología descrita se pudo determinar el tablero 5 correspondiente al tablero final. Es definido como tablero final porque el valor de la última fila es positivo o cero, es decir, que ya no existen negativos en la fila de “Z”. Por lo tanto, el último tablero es:

Quinto tablero simplex

	Y1	Y2	Y3	H1	H2	H3	C			
	-0.21338	1.00000	0.00000	0.00000	-0.00109	0.00425	0.00316			
	186.99840	0.00000	0.00000	1.00000	0.25939	-1.01501	0.24438	-0.0011411	0.009	0.002878
	1.75156	0.00000	1.00000	0.00000	0.00559	-0.00014	0.00545			
	0.53817	0.00000	0.00000	0.00000	0.00451	0.00411	0.00861			

Al finalizar, la suma de la columna constante y la fila de las holguras debe ser igual, lo que corresponde a los valores del juego para cada tienda:

Y1	Y2	Y3	+H1	+H2	+H3	Z	C
-0.21338	1.00000	0.00000	0.00000	-0.00109	0.00425	0.00000	0.00316
186.99840	0.00000	0.00000	1.00000	0.25939	-1.01501	0.00000	0.24438
1.75156	0.00000	1.00000	0.00000	0.00559	-0.00014	0.00000	0.00545
0.53817	0.00000	0.00000	0.00000	0.00451	0.00411	1.00000	0.00861

7/8

Estrategias Tienda A

X1 Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	-
X2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	0.00451
X3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.00411
Valor de Z	0.00861

Estrategias Tienda B

Y1 Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	-
Y2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino	0.00316
Y3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.00545
Valor de Z	0.00861

Valor del juego

Valor del Juego = inverso de Z

Valor del Juego = 1/Z

Valor del juego, valor de Z	0.0086117		
Inverso del valor del juego (1/Z)	116		
Valor del juego menos escalar (-158)	-41.88	Tienda B	C.C. Peri-Roosevelt, Zona 7 Tienda del área de restaurantes

Quién ganó el juego Tienda B

Cuánto ganó 42 Unidades vendidas más

Estrategia óptima por jugador

Tienda B

Y2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino

Y3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

Tienda A

X2 Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappuccino

X3 Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano

En qué proporción deben aplicarlas

	Resultados	Proporción
Tienda B		
Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	0.000000	0.0000
Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappucc	0.003162	0.3671
Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.005450	0.6329
	<hr/>	<hr/>
	0.008612	1.0000
Tienda A		
Dos por uno con Tarjeta Libre, Granita de Mora	0.000000	0.0000
Segundo a mitad de precio con Tarjeta Periódico, Cappucc	0.004506	0.5233
Dos por uno con Tarjeta Club BI, Café Americano	0.004105	0.4767
	<hr/>	<hr/>
	0.008612	1.0000