

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Modelamiento estadístico y programación de un concepto de negocio
dentro de la industria de la hospitalidad orientado en la bolsa de
valores.**

Claudia Carolina Castillo Domenech

Rodrigo Ibarra Jarrín, MBA, DEA., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de: Licenciada en Matemáticas

Quito, diciembre 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Modelamiento estadístico y programación de un concepto de negocio dentro de la industria de servicios hospitalarios orientado en la bolsa de valores.

Claudia Carolina Castillo Domenech

Rodrigo Ibarra, MBA, DEA.
Director de Tesis

David Hervas, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

Eduardo Alba, Dr.
Director Departamento de Matemática

Cesar Zambrano Ph.D.
Decano de la Escuela de Ciencias
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, diciembre de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Claudia Carolina Castillo Domenech

C.I.: 1718318361

Fecha: Quito, diciembre de 2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis dos mejores amigos y compañeros de vida, gracias a quienes pude cumplir con esta meta a pesar de las circunstancias:

mi hermana Paola y

mi novio Santiago.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor de tesis, Rodrigo, por haber aceptado ser mi guía y permitirme terminar este proyecto a pesar de la premura.

Agradezco a mi director de la carrera, Eduardo, por ser siempre ese ejemplo de líder que facilita las cosas para sus estudiantes.

Agradezco a mi profesor David, por ser quien me abrió los ojos al encantador mundo del álgebra. Gracias a él hoy me considero una entusiasta y orgullosa matemática.

Agradezco a mis padres por brindarme su apoyo incondicional y permitirme ser la profesional que hoy soy.

RESUMEN

La bolsa de valores se define como una institución sin fines de lucro que aporta al crecimiento de la economía al canalizar los recursos económicos hacia proyectos de inversión. El mercado de valores que se negocia en la bolsa se considera un mercado transparente ya que los precios de los activos ahí se determinan de manera eficiente. Esto quiere decir que el comportamiento del mercado bursátil se debe asociar enteramente con la conocida ley de oferta y demanda. Los métodos que existen para predecir este comportamiento en la industria de servicios se relacionan con estrategias de asignación de recursos de Revenue Management. A pesar de que esta disciplina existe con gran éxito hace más de 20 años, no deja de evolucionar y las últimas investigaciones apuntan a la fusión entre ésta y las estrategias dinámicas de precios. Precisamente de esto se trata el bar BVQ propuesto por Castro y Serrano (2014), un bar temático orientado en la bolsa de valores que involucra los conceptos de precios variables y optimización de una oferta fija. La presente tesis propone un modelo matemático que simula el funcionamiento de la variación de los precios en dicho bar. Para ello se sugiere resolver primero un problema de programación no lineal que modela la demanda con una función exponencial del precio, y determinar con éste la cantidad óptima que se debe ofrecer de cada una de las bebidas en la carta del bar y el precio inicial al que se deben vender. Luego se explica un modelo que toma los datos de venta para predecir la variación en demanda y en función de ésta subir o bajar los precios de las bebidas. Finalmente una simulación con nueve bebidas dentro de tres clases de alcohol muestra la adaptabilidad del modelo propuesto.

Palabras Clave: Gestión de ingresos, Bolsa de Valores, modelo económico de un bar temático, series de tiempo estocásticas.

ABSTRACT

The stock market is defined a nonprofit organization that contributes to economic growth by channeling financial resources to investment projects. This market is considered as a transparent market because prices there are determined efficiently. This means that the behavior of the stock market is influenced only by the so known law of supply and demand. The methods that exist to predict this behavior in the services industry are associated with resources allocation strategies used in Revenue Management. Even though this discipline has been very successful for more than 20 years since it began, it does not stop evolving and the last investigations point towards the integration of this with dynamic pricing strategies. The BVQ Bar proposed by Castro & Serrano (2014), a theme bar oriented on the stock market that, involves precisely this integration of variable prices and optimization of a fixed supply. This thesis proposes a mathematical model simulating the way prices vary in the mentioned bar. That for, a non-linear programming problem is established with a demand model that uses a price exponential function, to determine the optimum amount of each drink in the bar's menu that should be offered and the initial price for these drinks. Afterwards, a model that takes sales data to predict demand variation is explained, and the raise or lower of drink prices is determined by this variation. Finally, a simulation with 9 drinks within 3 alcohol classes show the adaptability of the proposed model.

Keywords: Revenue management, Stock Market, Economic model of a theme bar, Stochastic time series.

OBJETIVOS

Generales:

- Proponer un modelo matemático que determine la variación de los precios en un bar temático orientado en la bolsa de valores.
- Simular el funcionamiento de dicho modelo en base a datos históricos de demanda.

Específicos:

- Describir brevemente el comportamiento de una bolsa de valores, sus componentes, sus características y la trascendencia que ha tenido en el mundo.
- Exponer cómo el Revenue Management es una herramienta sustancial para la toma de decisiones, tanto en la industria del servicio como en otras semejantes.
- Explicar cómo funciona la ley de la oferta y la demanda aplicada a las ventas de un bar, y cómo ha sido ésta matemáticamente modelada en estudios anteriores.
- Desarrollar el modelo propuesto y establecer las herramientas necesarias para su correcta implementación.
- Comprobar el desempeño del modelo propuesto a través de la ejecución computacional del algoritmo.
- Analizar los resultados y la viabilidad de aplicar el modelo en el mercado ecuatoriano.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| © DERECHOS DE AUTOR | 4 |
| AGRADECIMIENTOS | 6 |
| RESUMEN | 7 |
| ABSTRACT | 8 |
| OBJETIVOS | 9 |
| CAPÍTULO 1: | 13 |
| La Bolsa de Valores | 13 |
| El Revenue Management (RM)..... | 16 |
| Bares temáticos orientados en la bolsa de valores | 19 |
| Justificación..... | 20 |
| CAPÍTULO 2: | 22 |
| Ley de Oferta y Demanda | 22 |
| Variaciones en las curvas de demanda | 25 |
| Modelos matemáticos utilizados por otros autores | 27 |
| Modelo de maximización de ingresos por venta de un producto | 28 |
| Modelo de Programación Lineal para asignación de la demanda | 30 |
| Modelo de relación de preferencias para el consumo | 32 |
| Modelos con programación dinámica de precios | 32 |
| Modelos proceso Poisson demanda con λ variable..... | 33 |
| Modelo AR(1) con estructura ARCH(1) para estimar el comportamiento bursátil | 34 |
| Optimalidad vs. Facilidad de implementación | 35 |
| Descripción del modelo seleccionado | 37 |
| Justificación del modelo seleccionado | 44 |
| Herramientas de investigación utilizadas | 45 |
| CAPÍTULO 4: | 46 |
| Análisis de los datos obtenidos en las encuestas | 46 |
| Descripción del programa matemático..... | 48 |
| CAPÍTULO 5: | 52 |
| Conclusiones del estudio..... | 52 |
| Recomendaciones para la implementación del modelo | 53 |

| | |
|--|----|
| Referencias Bibliográficas | 55 |
| ANEXOS: | 58 |
| I. ANEXO I: Costos de materiales y recetas estándares | 58 |
| II. ANEXO II: Encuesta | 60 |
| III. ANEXO III: Resultados de la encuesta | 64 |
| IV. ANEXO IV: Modelo PNL (Programación No Lineal) | 73 |
| V. ANEXO V: Código del Programa en MATLAB | 76 |

FIGURAS Y TABLAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Ley de oferta y demanda (Obtenido de Mochón, 2012: 68) | 24 |
| Figura 2: Partición de un mercado percible (Obtenido de Doland & Jeuland, 1981 :56) | 29 |
| Figura 3: Flujograma del modelo propuesto | 43 |
| Figura 4: Gráfica de la regresión para la demanda del Cuba Libre | 47 |
| Figura 5: Datos Demanda Cuba Libre..... | 64 |
| Figura 6: Gráfico de regresión para la Demanda de Cuba Libre..... | 64 |
| Figura 7: Datos Demanda Mojito..... | 65 |
| Figura 8: Gráfico de regresión para la Demanda del Mojito..... | 65 |
| Figura 9: Datos Demanda Daiquiri | 66 |
| Figura 10: Gráfico de regresión para la Demanda del Daiquiri | 66 |
| Figura 11: Datos Demanda Tequila Sunrise..... | 67 |
| Figura 12: Gráfico de regresión para la Demanda del Tequila Sunrise | 67 |
| Figura 13: Datos Demanda Margarita | 68 |
| Figura 14: Gráfico de regresión para la Demanda de Margarita | 68 |
| Figura 15: Datos Demanda Shot de Tequila | 69 |
| Figura 16: Gráfico de regresión para la Demanda Shot de Tequila | 69 |
| Figura 17: Demanda Johnnie Walker | 70 |
| Figura 18: Gráfico de regresión para la Demanda de Johnnie Walker..... | 70 |
| Figura 19: Datos Demanda Something Special..... | 71 |
| Figura 20: Gráfico de regresión para la Demanda de Something Special..... | 71 |
| Figura 21: Datos Demanda Grants | 72 |
| Figura 22: Gráfico de regresión para la Demanda de Grants | 72 |
| | |
| Tabla 1: Selección de bebidas para la simulación (Elaboración propia)..... | 46 |
| Tabla 2 : Resultados obtenidos del problema de PNL para la cantidad ofertada y precio inicial de cada una de las bebidas (Elaboración propia). | 49 |
| Tabla 3: Costos Unitarios | 58 |
| Tabla 4: Recetas Estándares | 59 |

CAPÍTULO 1:

Antecedentes

La Bolsa de Valores

La Bolsa de Valores en la actualidad se define como una institución sin fines de lucro que facilita la interacción entre emisores de bienes económicos e inversionistas a través de la oferta y demanda de activos, es decir, a través de la compra y venta de estos “bienes” llamados Valores (BVQ, 2014). Este intercambio de bienes es importante para el progreso económico de una sociedad tal como lo afirma el periódico ABC: “Cuando un país tiene una bolsa de valores eficiente, que apoya a las empresas en su crecimiento, entonces se genera desarrollo económico y empleo” (2004). En el Ecuador, la constitución de una bolsa de valores no solo fue “un proyecto largamente esperado, sino que también respondió a la evolución y naturaleza de los procesos económicos y comerciales” que se han dado en el país (BVQ, 2014). Sin embargo, la existencia de estas bolsas tiene en realidad un origen muy remoto. Se podría considerar que nacen en la época en que antiguos mercaderes se reunían en tiendas o plazas para comprar y vender una variedad de productos primarios, los cuales fueron evolucionando con el tiempo hasta convertirse, hoy en día, en bienes más sofisticados y representativos de derechos económicos tanto patrimoniales como crediticios (BVQ, 2014).

La palabra “bolsa”, o “börse” como es su traducción en holandés, nace en el siglo XIII en la casa de los Van Der Buerse en Brujas, Bélgica. Esta noble familia, cuyo escudo de armas tenía tres bolsas de piel, poseía una propiedad en la que comerciantes extranjeros se reunían para negociar bienes, especialmente de carácter inmobiliario. De ahí que la

palabra bolsa se asociara posteriormente a este tipo de intercambio. Fue de hecho en la plaza frente al ‘Ter Buerse’ Inn, como se llamaba la propiedad, donde se publicaron por primera vez las tasas de cambio de diferentes centros comerciales de Europa (Bultinck, 2010). No obstante, la primera bolsa de valores constituida como tal fue la de Amberes en 1460, seguida de la de Londres en 1570. Más tarde con el crecimiento del capitalismo y la empresa privada, las negociaciones se fortalecieron y en 1602 la compañía holandesa de las Indias Orientales fue la primera en ofrecer participaciones de una sociedad anónima para financiar su expansión en la bolsa de Valores de Amsterdam (Jiménez Almaraz, 2009). Posteriormente en 1792, en Estados Unidos, se fundó la bolsa más importante del mundo, la de Nueva York. En Ecuador las primeras bolsas se establecieron en 1969 (BVQ, 2014).

En la actualidad, se considera que el mercado de valores es un medio competitivo pero transparente, en el que los precios de los activos financieros se determinan de forma eficiente (Villanueva Gonzáles, 2007: 23). Tal como indican Gujarati & Porter, “los defensores de la hipótesis del mercado de capital eficiente argumentan que los precios de las acciones son en esencia aleatorios y, por tanto, no hay lugar para la especulación redituable en el mercado de valores: si se pudiese predecir el precio de las acciones del día siguiente con base en su precio del día anterior, todos seríamos millonarios” (2010: 742). Esto se debe a que la información sobre la oferta y demanda es continua, completa y está disponible para la mayor cantidad de interesados, por lo que ningún participante puede imponerse de forma no equitativa. Al contrario, “los precios y cotizaciones resultantes reflejan el real sentimiento hacia los valores, o hacia quienes los han lanzado al mercado” (ABC, 2004). De esta manera, la bolsa de valores promueve el ahorro y canaliza los recursos hacia actividades productivas

ya que provee a los capitalistas de un medio ordenado, integrado, moderno, ideal para invertir (NYSE, 2014).

El principal componente de un mercado de valores son las acciones, aunque también se pueden negociar en la bolsa cupones, pagarés, pólizas de acumulación, bonos del Estado, diferentes tipos de certificados, entre otros (NYSE, 2014). Las acciones son activos financieros representantes de un porcentaje del capital social de una empresa (Villanueva Gonzales, 2007: 24). En otras palabras, las acciones son títulos que otorgan al dueño una parte de la posesión de dicha empresa y con ello, el derecho de lucrar de las utilidades y en algunos casos de participar en la toma de decisiones de la misma. Cuando el empresario propietario necesita liquidez, financiamiento, generar mayores flujos operativo, patrocinios, entre otras varias razones, puede poner por primera vez a la venta acciones de su empresa en la bolsa para obtener recursos, esto se hace en lo que se conoce como el mercado primario (Villanueva Gonzales, 2007). El valor de estas primeras acciones es determinado de acuerdo con un análisis de las proyecciones de dicha empresa y tiene una duración no mayor a 15 días. Posterior a su primera colocación, estas acciones o valores se pueden negociar nuevamente de acuerdo con la oferta y la demanda en el llamado mercado secundario (BVQ, 2014).

Las bolsas de valores más importantes en el mundo de hoy son la NYSE de Nueva York, la TSE de Tokio, la London Stock Exchange, la Shanghai Stock Exchange, la Hong Kong Stock Exchange, la Bovespa de Sao Paulo y la Bolsa de Madrid (Jiménez Almaraz, 2010). En el Ecuador las dos principales bolsas son las de Quito y Guayaquil. Según estadísticas recogidas hasta noviembre de 2014, en las bolsas del país participan más de 300 empresas repartidas entre 31.89% en el sector público y 68.11% en el sector privado, del

cual solo el 19.39% emiten valores de renta fija (BVQ, 2014). En la BVQ las empresas emisoras se clasifican en: 40 del Sector Financiero, 71 del Sector Industrial, 29 del Sector Agrícola, Ganadero, Pesquero y Maderero, 104 del Sector Comercial, 14 del Sector inmobiliario, 33 en el Sector de Servicios, 15 en Titularización y Fidecomisos y 11 en REVNI (Registro Especial de Valores No Inscritos). La Favorita, Holcim y Tonicorp son tres de las empresas que se consideran hoy en día de mejor rentabilidad. Por último, la cotización de las acciones según los sectores del mercado tiene la siguiente participación: 99.11% en el Sector Industrial, 0.78% en el Sector de Servicios y 0.11% en el Sector Financiero (BVQ, 2014).

El Revenue Management (RM)

“Disney define al ‘Revenue Management’ como ‘una disciplina de aplicación de ciencia y analítica para la búsqueda incesante de una mayor rentabilidad a largo plazo a través de la toma de mejores decisiones en los negocios’ ” (Traducido de Shafer en Garrow & Ferguson, 2008: 280).

El Revenue Management (RM), o “Gestión de Ingresos” como se traduce en español, es un método que utiliza el análisis estadístico de registros históricos para predecir la demanda y el comportamiento del mercado, para de esta manera crear estrategias de precio y de disponibilidad de productos o servicios que permitan optimizar las ganancias y rentabilidad de una operación (Estéves & Andrade, 2014). El éxito de esta disciplina radica en que ésta integra las funciones de diferentes áreas de una empresa como los departamentos de marketing, de finanzas, y de operaciones. Específicamente el RM “combina una estrategia de precios diferencial con la planificación de capacidad proactiva y un proceso de reserva

con el fin de gestionar la demanda, la fiabilidad de entrega y de realizar ingresos adicionales por órdenes de cambio” (Pinder, 2005: 76). Es por eso que esta “herramienta de apoyo a la toma de decisiones, ha ganado gran atención en los últimos años como una de las áreas de aplicación más exitosas de la investigación de operaciones” (Sepulveda Haran, 2008: 50).

De acuerdo con algunos autores, existe una vasta amplitud de literatura que habla sobre el éxito de la aplicación del RM en varias industrias, empezando por el área de transporte aéreo y de servicios en general en la cual tuvo su origen en los 70's (McGill & Van Ryzin, 1999), hasta áreas como la radiodifusión, la salud (Boyd & Bilegan, 2003), la electricidad y las telecomunicaciones (Pinder, 2005). Sin duda una de las primeras, pero más notables historias de éxito, es el sistema de RM “DINAMO” que American Airlines implementó entre 1989 y 1992. Mediante el control de la disponibilidad de diferentes tarifas, este sistema generó un aumento de aproximadamente 1.4 mil millones de dólares al estado de resultados de la aerolínea de ese período (Smith et al.,1992 en Farias, 2007: 3). En los años posteriores se calcula que esta misma empresa generó “un incremento del rendimiento anual de cerca de 1.000 millones de dólares” gracias a su sistema de RM (Cook, 1998). Así mismo, se conoce que “la cadena de hoteles Marriot International experimentó un incremento del beneficio en 1991 de entre unos 25-35 millones de dólares, mientras que la empresa de alquiler de coches Hertz incrementó sus beneficios a razón de un 1-5% anual” (Lieberman, 1993).

Hoy en día, más del 90% de las empresas de servicios norteamericanas y europeas tienen integrado un sistema de gestión de ingresos a su sistema de operaciones. En América Latina, sin embargo, aunque las grandes cadenas sí cuentan con equipos especializados de RM, existe un gran mercado potencial de hoteles y servicios independientes que aún no

incorpora estas tácticas. Estadísticas muestran que los hoteles que implementan por primera vez estrategias de Revenue Management consiguen incrementos entre 20 y 30% en sus ingresos habituales (Cook, 1998). Ejemplos de estrategias que se usan de manera dinámica como parte del Revenue Management aplicado a la industria hotelera son el overbooking, los pronósticos de la demanda que consideran la disponibilidad a pagar de los clientes, y la optimización de mezclas de productos con diferentes tarifas (Boyd & Bilegan, 2003: 1363). Así mismo muchas empresas en todo el mundo usan el RM hoy en día como una estrategia para sobrellevar la crisis económica (Garrow & Ferguson, 2008: 280). Además, se prevé que ésta tenga un fuerte impacto en el panorama futuro del comercio a través de la red (Boyd & Bilegan, 2003: 1380).

Una característica importante del Revenue Management es que la oferta es limitada y dependiente del tiempo, lo que se conoce como “carácter perecedero de activos”. Las estrategias del RM funcionan bien cuando “la cantidad ofrecida a corto plazo es fija y las órdenes de producto o servicio son sensibles al tiempo” (Traducido de Pinder, 2005: 76). Esto se debe a que el RM permite mejorar los ingresos a través de un mejor manejo de inventarios ya que, como en el caso de las habitaciones de los hoteles, un producto perecedero que no se vende a tiempo es un ingreso perdido para siempre. Otra característica importante para la aplicación de ésta disciplina es que el mercado debe ser heterogéneo, es decir, diferentes clientes deben tener diferente disposición a pagar (Sepulveda Haran, 2008). Debido a que la demanda es variable, es necesario poder predecir ésta para así hacer un uso óptimo de los recursos y establecer un precio de venta adecuado (Berger et al, 2013). Se conoce que el RM es más efectivo cuando la demanda puede ser segmentada de acuerdo con la flexibilidad a pagar de estos clientes (Pinder, 2005). Esta segmentación hace posible el

establecimiento de precios diferenciados por productos similares sin afectar la confianza de los clientes. Por eso, que esta herramienta comúnmente “se aplica a servicios que se venden por anticipado y cuya venta en momentos cercanos a su consumo se realiza a precios más altos” (Berger et al, 2013: 99).

Bares temáticos orientados en la bolsa de valores

Tanto la bolsa de valores como las estrategias del RM son dos temas antiguos que aún tienen gran importancia en la economía. Es por esto que hace varios años empresarios innovadores tuvieron la idea de fusionar estos dos conceptos en un solo negocio: un bar temático orientado en la bolsa de valores en el cual los precios de los tragos fluctúan de acuerdo con la demanda (Rebello, 2013). Este concepto de negocio existe ya y con gran éxito en Estados Unidos y algunos países de América Latina. Ejemplo de ello son “The Exchange Bar & Grill” de Nueva York, el bar “Nasdaq65” de Porto Alegre, el “Wall Street Bar” de São Paulo, “La Bolsa Bar” de Medellín y el “Dow Jones” bar de Lima y Belo Horizonte. Ninguno de estos bares expone cuál es el modelo utilizado para definir los precios de sus bebidas, pero de acuerdo con varios reportajes es claro que todos ellos toman a la cantidad de elementos vendidos en un determinado período de tiempo como uno de sus parámetros.

Existe ya un estudio realizado como requisito de graduación de estudiantes de la carrera de Administración de Empresas de Hospitalidad de la USFQ que muestra la factibilidad y las ventajas competitivas de implementar un bar temático como el propuesto en la ciudad de Quito (Castro y Serrano, 2014). Esta publicación incluye un análisis de sitio y vecindario, análisis de oferta y demanda, y análisis de la rentabilidad del negocio. No

obstante, para realizar estos análisis se consideró un caso pesimista en el que las bebidas se vendían al menor precio permitido por los costos. En este estudio tampoco se propuso ningún modelo matemático específico para modificar los precios de venta en función de una demanda variable.

Justificación

“La manera tradicional de aplicar el Revenue Management no va a sobrevivir. El RM tiene que cambiar y su futuro se trata de su integración con la rama de estrategias de precios. La optimización de precios, incluyendo los aspectos competitivos, se ha estudiado en otras industrias (por ejemplo, al por menor) durante muchos años y los investigadores de RM terminarán por fusionar a ambas corrientes” (Traducido de Poelt, 2010: 25).

Existe un consentimiento entre expertos al respecto de la idea de combinar la herramienta de gestión de ingresos con estrategias de precios utilizadas en otras áreas como es la Bolsa de Valores. No obstante, para que esto funcione se requiere conocer a fondo los procesos estadísticos que están implícitos en las dos corrientes. De acuerdo con Berger et. al., el Yield Management, como se lo llamaba originalmente al RM, “utiliza una combinación de modelos, métodos y algoritmos, principalmente de tres disciplinas, estas son, la Economía, la Estadística y la Investigación de Operaciones” (2013: 102). De la misma manera, quien intenta de algún modo predecir el comportamiento de los precios de los valores en el mercado bursátil requiere de conocimientos sobre procesos estocásticos y series de tiempo no estacionarias (Gujarati & Porter, 2010).

Una vez entendida la importancia de unir estas dos corrientes por medio de una fuerte fundamentación estadística, la idea de un bar temático orientado en la bolsa de valores resulta un concepto atractivo para poner estas definiciones en práctica. Si bien este concepto tiene ya éxito en otros países latinoamericanos, ¿por qué no aplicarlo en un país con una alta necesidad de innovación como lo es el Ecuador? El estudio realizado por mis compañeros Castro y Serrano (2014) es ya un aporte a la industria de servicios quiteña y un claro ejemplo del espíritu emprendedor de la universidad. Sin embargo, para una persona que domina la estadística y conoce de cerca la industria de la hospitalidad, esta idea no sólo se presenta como un atractivo concepto de negocio, sino también como una oportunidad para explotar el beneficio de la fusión de estas dos ramas de la matemática aplicada a través de un manejo óptimo de inventarios y precios que generen mayores ingresos al bar. Es por eso que el fin de la presente tesis es proponer un modelo matemático que simule el funcionamiento de la variación de los precios en dicho bar, como complemento del estudio anteriormente mencionado, para que se pueda este bar ser una realidad en Quito.

CAPÍTULO 2:

Fundamentos Teóricos

Ley de Oferta y Demanda

Para entender cómo funciona un negocio en la industria de servicios hospitalarios es necesario primero conocer las componentes y el comportamiento de su mercado. La Real Academia de la Lengua Española define a un mercado como el “conjunto de operaciones comerciales que afectan a un determinado sector de bienes” (2012). En el contexto de la industria de servicios, los “bienes” son los productos y servicios que las empresas ofrecen a sus clientes, y las “operaciones comerciales” toda interacción que exista entre estos dos integrantes del mercado. Como establece Schiller en su introducción a la economía, “toda transacción que se realiza en el mercado implica un intercambio y, por lo tanto, algún elemento tanto de la oferta como de la demanda” (2008: 53). Con ese fin, esta sección se enfoca a explicar cómo se comporta la oferta y la demanda en un bar.

La demanda se refiere a la cantidad de un producto o servicio que sus consumidores quieren y pueden comprar (Mochón, 2012), mas ésta es “una expresión de las intenciones de compra de los consumidores, de su disposición a comprar, no una indicación de las compras reales” (Schiller, 2008: 54). La demanda de un bar, por lo tanto, es la cantidad de cada una de las bebidas alcohólicas y no alcohólicas que se ofrecen en la carta del bar que los clientes están dispuestos a consumir y pagar por ellas. La oferta por su parte, es “una expresión de las intenciones de los vendedores, de su capacidad y disposición a vender, no de las ventas reales” (Schiller, 2008: 63). Es decir, la oferta es la cantidad de cada una de las bebidas alcohólicas y no alcohólicas que el bar está en capacidad de vender de acuerdo con

los costos de producción y la cantidad de materia prima que tiene en stock. La oferta y la demanda no siempre coinciden, razón por la cual se requieren métodos para cuantificar y comparar a las dos.

Para medir la demanda se utiliza la función de demanda que es la relación matemática que existe entre la cantidad demandada de un bien y su precio, aunque la primera también depende de otros factores como la renta, los gustos y expectativas del consumidor y los precios de otros bienes relacionados (Mochón, 2012). Así mismo, la “función de oferta recoge la relación matemática existente entre la cantidad ofrecida de un bien, su precio y las demás variables que influyen en las decisiones de producción” (Mochón, 2012: 67). Para modelar estas funciones se dibujan curvas de oferta y demanda dependientes del precio. A pesar de que tanto la demanda como la oferta dependen ambas de variables diferentes al precio, el supuesto de *ceteris paribus* establece que éste último “puede ser lo único que provoque un cambio en la conducta del consumidor”. Esto se debe a que tanto los gustos de los consumidores como las expectativas sobre el futuro no varían tan rápidamente y la renta tiende a mantenerse bastante estable en períodos cortos de tiempo (Schiller, 2008: 57).

En la mayoría de industrias, y la de servicios no es la excepción, la relación entre el precio y la cantidad demandada es inversa mientras que la relación entre el precio y la cantidad ofrecida es directa (Schiller, 2008). En otras palabras, mientras mayor es el precio de un bien, menor es la cantidad del bien demandado pero mayor es la cantidad del bien ofrecido. Esto es lo que se conoce como las leyes de la demanda y de la oferta respectivamente (Mochón, 2012). Aunque las funciones de oferta y demanda no son necesariamente lineales, la Figura 1 muestra una aproximación a esta relación. El punto de intersección entre las curvas de oferta y demanda, (Q_E, P_E) , se conoce como *Equilibrio* y

representan el precio, P_E , al cual “la cantidad demandada es igual a la ofrecida. Esta es la cantidad de equilibrio” (Mochón, 2012: 68), Q_E .

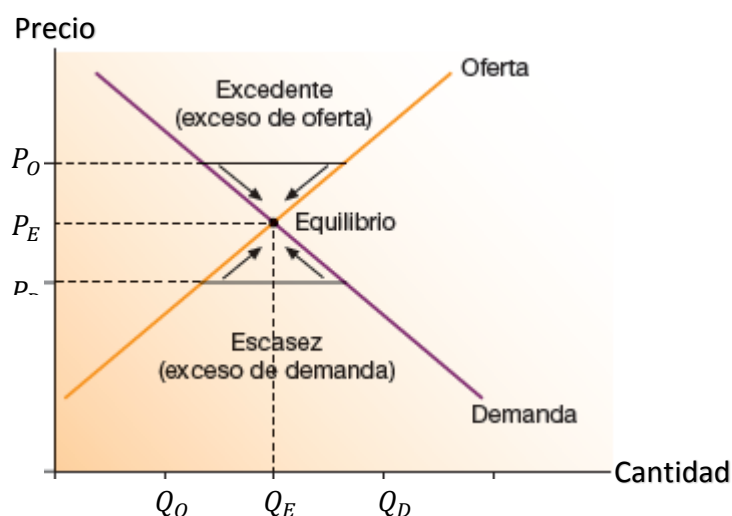


Figura 1: Ley de oferta y demanda (Obtenido de Mochón, 2012: 68)

El precio de equilibrio se conoce también como precio al que se vacía el mercado ya que a este precio, en teoría, las empresas no producen ni más ni menos de lo que venden. Al contrario, cuando una empresa establece un precio más alto que el precio de equilibrio (P_O en la Figura 1) se crea un *Excedente* debido a que la cantidad de producto ofertada es mayor a la cantidad que los clientes están dispuestos a consumir (Mochón, 2012). Esto obliga a la empresa a bajar su precio establecido para poder vender los productos que tiene de más en stock. En el caso opuesto, cuando una empresa establece un precio más bajo que el precio de equilibrio (P_D en la Figura 1) la demanda que recibe por sus productos es mayor a la que está en capacidad de ofrecer, lo cual se conoce como *Escasez* (Schiller, 2008). En consecuencia, los clientes que tienen mayores posibilidades económicas ofrecen un precio más alto por el bien para asegurar su consumo. Esto ocasiona que las empresas terminen por elevar el precio establecido del producto. Este comportamiento es el que se conoce como

Ley de oferta y demanda y “establece que el precio de un bien [siempre] se ajusta para equilibrar la oferta y la demanda” (Mochón, 2012: 69).

Variaciones en las curvas de demanda

Hasta el momento se ha analizado como varía la demanda de acuerdo con el precio. No obstante, como se ha mencionado ya, los determinantes de la demanda del mercado también son “el número de compradores potenciales y sus respectivos gustos, rentas, otros bienes y expectativas” (Schiller, 2008: 74). En el caso de un bar como el sugerido, en el que todos los precios cambian constantemente, es imprescindible comprender cómo estas otras variables alteran la curva de demanda. De manera general, si “varía cualquiera de estos determinantes, la curva de demanda se desplaza” (Schiller, 2008: 74). Además, si la curva de oferta de un bien cambia también lo hace el precio de equilibrio y por lo tanto el precio óptimo para la empresa. Por este motivo, se analiza a continuación cómo se distinguen cada uno de estos determinantes en el negocio propuesto.

En el caso del bar escogido el gusto del consumidor afecta tanto a la predilección del cliente de este bar sobre otros en la competencia, así como a la elección de un tipo de bebida en particular frente a otras posibles (por ejemplo ron frente a vodka, whiskey, o aguardiente, etc). El cambio en el gusto del consumidor en el primer caso puede verse reflejado en el cambio en el *Porcentaje de Ocupación* que se obtiene al dividir el número de clientes que recibió el bar en un período determinado (una noche por lo general) para la capacidad total del bar (HOSPA, 2013); y en el segundo caso lo indica el cambio en el porcentaje dentro de las ventas que ocupa cada tipo de bebida. La variación de la renta del consumidor se mide a través de la variación en la media de consumo de los clientes o *Cheque Promedio*, el cual se

calcula dividiendo las ventas totales del bar para el número total de clientes en ese período (HOSPA, 2013). Finalmente el precio de los otros bienes y la expectativa del consumidor se asocian en este bar con el precio de las otras bebidas dentro del mismo tipo de alcohol y su condición de subida o bajada dentro de bolsa de valores; por ejemplo el precio de un ‘Mojito’ o un ‘Daiquirí’ pueden afectar la demanda del ‘Cuba Libre’.

Una vez determinadas las variables de la demanda en un bar, la pregunta restante es de qué manera afectan éstas a la curva de demanda-precio antes descrita. En primer lugar, es necesario comprender que los clientes siempre actúan en función de su propio beneficio. Como establecen Arenas y Rodríguez “el consumidor según su racionalidad toma decisiones basadas en la escasez de recursos y servicios, intentará maximizar su utilidad dentro de sus posibilidades presupuestarias” (1994 en Estéves & Andrade, 9). Esto coincide con lo expresado en la ley de la oferta puesto que si el ingreso o renta de un consumidor se mantiene constante pero el precio de un bien deseado aumenta, el consumidor se verá obligado a adquirir una menor cantidad de ese bien por no incurrir en gastos mayores a su renta. La medida de sensibilidad en que la variación en precio afecta la variación en demanda de un bien se determina a través de la *elasticidad-precio*, que se calcula dividiendo la variación en cantidad demandada sobre la demanda para la variación en precio sobre el precio o, diferencialmente:

$$E_P = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q} \text{ (Ecuación 1)}$$

Debido a que “la curva de la demanda tiene pendiente negativa, la elasticidad-precio de la demanda siempre tiene signo negativo” (Mochón, 2012: 77). Por contrario, si la renta de ese mismo consumidor aumenta, también lo hará la cantidad demandada de los bienes que desea y por lo tanto toda la curva de demanda se desplazará hacia la derecha (Schiller, 2008: 57).

En segundo lugar, para entender cómo afectan a la demanda los cambios en los precios de otros bienes es necesario distinguir entre bienes sustitutivos y complementarios. Se considera que los bienes son sustitutivos si “la subida del precio de uno de ellos eleva la cantidad demandada del otro, cualquiera que sea el precio” (Mochón, 2012: 72). Ejemplos de bienes complementarios en el caso del bar son las diferentes bebidas de un mismo tipo en la carta. Opuestamente, los “bienes son complementarios si la subida del precio de uno de ellos reduce la cantidad demandada del otro” (Mochón, 2012: 72). Entonces la subida de precio de bienes sustitutivos desplaza también la curva de la demanda hacia la derecha mientras que la subida de precio de bienes complementarios desplaza la curva de la demanda hacia la izquierda. Esto implica que la forma matemática en que tanto la renta como los precios de otros bienes afectan a la función de demanda es con factores aditivos.

Modelos matemáticos utilizados por otros autores

A pesar de que existe vasta literatura sobre la aplicación de métodos de Revenue Management en las industrias hoteleras y de transporte, la literatura que hay dedicada a la aplicación de esta técnica en otras industrias es deficiente. En consecuencia, para realizar el modelo matemático propuesto en la presente tesis se exploraron diversos estudios que cuantifican la demanda, que pronostican el comportamiento de un mercado bursátil a través de análisis de series de tiempo, y que utilizan modelos de programación lineal para asignación de cantidades o capacidad, así como modelos de programación dinámica para determinar estrategias óptimas de precios. Todos ellos, aunque son aplicados a áreas distintas a la del mercado de bebidas alcohólicas, aportaron conceptualmente de alguna manera al

modelo que se presenta en el siguiente capítulo. Por este motivo, en la sección a continuación se resume la propuesta de ciertos modelos que fueron de mayor relevancia.

Modelo de maximización de ingresos por venta de un producto

Doland y Jeuland (1981) proponen un modelo que determina la estrategia de precios óptima en tiempo continuo que maximiza los ingresos a largo plazo totales para un producto que se vende en un mercado perecedero. Para ello dividen el mercado en dos clases: una clase abarca a las personas que ya han consumido previamente el producto y la otra clase contiene a los clientes potenciales. Esta clasificación se puede ver en la Figura 2. A cada una de estas clases se le asigna una tasa de consumo como función del precio del producto, la cual en el primer caso es una tasa de repetición de compra mientras que en el segundo es una tasa a la que clientes potenciales consumen por primera vez. De acuerdo con esta definición, no es difícil notar que las dos tasas se refieren a la relación que existe entre demanda y precio en cada una de las clases. En este modelo en particular se consideran en ambos casos una demanda con elasticidad proporcional al precio a partir de las siguientes funciones:

$$\textit{Tasa del no consumidor: } D_N(p_t) = ne^{-kp(t)} \quad (\textit{Ecuación 2})$$

$$\textit{Tasa del consumidor: } D_U(p_t) = ue^{-kp(t)} \quad u \geq 0 \quad (\textit{Ecuación 3})$$

Donde n representa la razón a la que las personas que no conoce el producto lo prueban, por lo que este coeficiente refleja cuán claros están los beneficios del producto para los potenciales clientes. Un coeficiente n alto implica que los beneficios son evidentes para los no consumidores. Así mismo el coeficiente u es un indicador de la satisfacción de los consumidores con el producto. Finalmente k es un factor de elasticidad para ambas clases ya que de acuerdo con la ($E_p = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$):

$$E_{p_t} = \frac{dD_N}{dp_t} \cdot \frac{p_t}{D_N} = -kne^{-kp(t)} \frac{p(t)}{ne^{-kp(t)}} = -kp(t)$$

$$E_{p_t} = \frac{dD_U}{dp_t} \cdot \frac{p_t}{D_U} = -kue^{-kp(t)} \frac{p(t)}{ue^{-kp(t)}} = -kp(t)$$

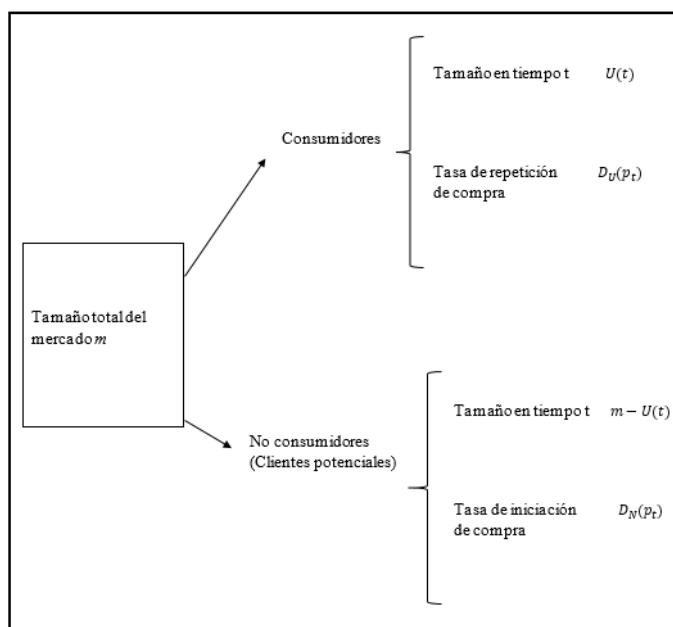


Figura 2: Partición de un mercado percible (Obtenido de Doland & Jeuland, 1981 :56)

Para calcular la tasa de ventas en un determinado tiempo t los autores proponen la suma de las tasas de ventas de los consumidores más la tasa de crecimiento de consumidores. Para calcular la primera se multiplica el tamaño del mercado de consumidores en el tiempo t por la tasa de repetición ya descrita. La tasa de crecimiento de consumidores es en realidad una tasa de conversión de no consumidores a consumidores, por lo que se obtiene multiplicando el mercado aún no penetrado por la tasa de primera prueba también descrita. Matemáticamente el modelo es el siguiente:

Modelo 1

$$\frac{dU(t)}{dt} = [m - U(t)]D_N(p_t)$$

$$\frac{dS(t)}{dt} = \frac{dU(t)}{dt} + U(t)D_U(p_t)$$

m : tamaño de la población

$U(t)$: número de consumidores del producto en el tiempo t

$D_U(p_t)$: tasa de repetición de compra de consumidores si el precio es p_t

$D_N(p_t)$: tasa de conversión de no consumidores a consumidores si el precio es p_t

$S(t)$: ventas acumuladas hasta el tiempo t

(Doland & Jeuland, 1981:56-57)

Como conclusión los autores plantean que una estrategia óptima de precios es comenzar con precios altos y reducir estos precios después si la demanda se mantiene estable en el tiempo. Por el contrario si la demanda tiene altos índices de repetición los autores sugieren iniciar con precios bajos para aumentar así rápidamente la demanda y después subir los precios una vez consolidado el mercado.

Modelo de Programación Lineal para asignación de la demanda

Boyd y Bilegan (2003) establecen un prototipo de modelo de programación lineal que determina la cantidad óptima de boletos que se deben vender en cada una de las clases de las cabinas de un avión y a cada una de las diferentes tarifas de servicio para maximizar los ingresos de un vuelo. El objetivo es escoger la cantidad de demanda que debe ser

aceptada para cada combinación de clase e itinerario de manera que se maximice los ingresos pero no se exceda la capacidad de las cabinas, ni la demanda esperada para cada tarifa diferenciada. El modelo es el siguiente:

Modelo 2

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{i \in I} r_i x_i \\ \text{s. a.} \quad & \sum_{i \in I(l)} x_i \leq c_l, \quad l \in L \\ & x_i \leq d_i, \quad i \in I \\ & x_i \geq 0, \quad i \in I \end{aligned}$$

I : conjunto de combinaciones de diferentes clases e itinerarios

L : conjunto de diferentes cabinas para el vuelo

$I(l)$: conjunto de combinaciones de diferentes clases e itinerarios que incluyen a la cabina l

x_i : cantidad de demanda que debe ser aceptada para la combinación i de clase e itinerario

r_i : tarifa para la combinación i de clase e itinerario

c_l : capacidad de cabina l

d_i : demanda esperada para la combinación i de clase e itinerario

(Boyd & Bilegan, 2003: 1372)

Modelo de relación de preferencias para el consumo

Mas-Colell, Whinston y Green (1995) modelan la demanda basándose en la teoría de conjuntos. Estos autores establecen que los consumidores tienen una relación de preferencia entre las diferentes ofertas que propone el mercado. Esta relación es considerada racional ya que tiene las propiedades de completitud y transitividad. En otras palabras, las personas tienen preferencias claramente definidas entre cualesquiera dos opciones que se les presente, y si se les presenta tres o más opciones pueden clasificar éstas en orden de preferencia sin llegar a ninguna relación cíclica. Por lo tanto, al momento de enfrentarse al mercado, ellos escogen siempre un solo paquete de consumo $\vec{x} \in \mathbb{R}_+^L$ que indica la cantidad a consumir de cada una de los L productos en oferta. Al conjunto de todos los posibles paquetes de consumo lo llama *Conjunto presupuestario competitivo o Walrasiano*. Además, los autores indican que esta relación de preferencia es influenciada por los precios de cada uno de los productos en el mercado y del nivel de riqueza que tiene el consumidor. Esto se debe a que el consumidor jamás incurre en gastos totales mayores a su nivel de riqueza. Por lo tanto si $\vec{p} \in \mathbb{R}_+^L$ es el vector de precios y w el nivel de riqueza del consumidor, se tiene que

Modelo 3

$$\vec{p} \cdot \vec{x} = p_1 x_1 + \dots + p_L x_L \leq w$$

(Mas-Colell, Whinston & Green, 1995: 21).

Modelos con programación dinámica de precios

Bertsimas y de Boer (2005) proponen un modelo similar al anterior para otro tipo de productos con la diferencia de que este modelo es utilizado únicamente para un

planteamiento inicial de la cantidad de cada tipo de productos que se ponen a la venta en el momento de apertura. Una vez que los productos comienzan a venderse estos autores varían dinámicamente el precio en función de un “bid-price” o precio de venta mínimo esperado. La idea es que si en un determinado tiempo t quedan k productos disponibles en inventario, este producto debe ser vendido si el ingreso percibido por vender este producto más el ingreso percibido por vender los restantes $k - 1$ productos en el futuro excede el ingreso generado por mantener ese producto y vender los k productos en el futuro (Boyd & Bilegan, 2003: 1370). A pesar de que este tipo de variaciones en demanda puedan causar problemas con el manejo de stock, estas fluctuaciones muchas veces generan grandes oportunidades de aumentar los ingresos (Pinder, 2005: 76).

Modelos proceso Poisson demanda con λ variable.

Lyle (1970) modela la demanda para un vuelo en una compañía aérea como un conjunto sistemático de componentes con distribución Gamma y errores aleatorios de Poisson. Esto implica que la distribución para la demanda total sigue una distribución binomial negativa, por lo que se puede aproximar esta demanda con una distribución normal para un análisis en tiempo continuo (en McGill & Van Ryzin, 1999: 244). Así como Lyle, algunos autores proponen el uso de un proceso de Poisson para modelar la demanda en procesos dinámicos por la útil propiedad de falta de memoria que tiene la distribución exponencial del tiempo entre llegadas. Feng y Xiao (2000) por ejemplo, proponen un modelo en el que la demanda de un producto para cada precio p que éste pueda tener sigue un proceso de Poisson con media λ_p , la cual decrece cuando p incrementa. Farias (2007) también propone un modelo en el que la llegada de clientes a un negocio sigue un proceso de Poisson

con media λ y cada uno de estos clientes tiene un precio de reserva o precio máximo que está dispuesto a pagar que sigue una distribución F . Por lo tanto si el negocio varía el precio de su producto en función del tiempo, $1 - F(p)$ representaría la cantidad esperada de productos vendidos y $p[1 - F(p)]$ en ingreso esperado.

Modelo AR(1) con estructura ARCH(1) para estimar el comportamiento bursátil

“El hecho de que muchas series de tipo económico y financiero estén sujetas a fuertes cambios en la varianza hizo necesario que se tuviera en cuenta este fenómeno en el proceso de la modelación” (Pérez & Fernández, 2006: 14). Por eso, Engle (1982) propuso un modelo econométrico en el que la varianza condicional del proceso varíe con el tiempo y lo llamó modelo autoregresivo de heteroscedasticidad condicional, mejor conocidos como ARCH. Pérez y Fernández (2006) proponen este modelo para analizar el comportamiento de un índice de la Bolsa de Valores de Colombia. Un proceso en el tiempo tiene una estructura ARCH(1) si el error aleatorio del proceso se comporta de la siguiente manera:

Modelo 4

$$\varepsilon_t = h_t a_t \text{ con } a_t \sim iid N(0,1) \text{ y}$$

$$h_t^2 = \delta_0 + \delta_1 \varepsilon_{t-1}^2, \delta_0 > 0, \delta_1 \geq 0$$

$$\text{por lo que } \varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, h_t^2)$$

(Pérez & Fernández, 2006)

Para que este modelo cumpla con la condición de estacionariedad es necesario que $|\delta_1| < 1$ de manera que h_t^2 no sea explosivo. Para este comportamiento se tiene que:

$$\text{var}(\varepsilon_t) = \frac{\delta_0}{1 - \delta_1}$$

Un proceso en serie de tiempo AR(1), es decir una serie de tiempo en el que el valor de la serie en el tiempo t depende del valor de la serie en el tiempo $t - 1$ tiene estructura ARCH(1) si se cumple que:

Continuación del Modelo 4

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t, |\rho| < 1$$

$$E(y_t) = 0 \text{ y } \text{var}(y_t) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \rho^2} = \frac{1}{(1 - \rho^2)} \frac{\delta_0}{1 - \delta_1}, |\delta_1| < 1$$

$$E(y_t | \Omega_{t-1}) = \rho y_{t-1}$$

$$\text{var}(y_t | \Omega_{t-1}) = \delta_0 + \delta_1 [y_{t-1} - \rho y_{t-1}]^2$$

(Pérez & Fernández, 2006)

Optimalidad vs. Facilidad de implementación

“También aprendí que métodos teóricamente ‘óptimos’ pueden no desempeñarse de la mejor manera ya en práctica por varias razones. Una de ellas es la mala calidad y falta de datos de entrada, un problema que no aparece en los laboratorios impecables de IO. Además, muchas de las suposiciones en los que se basan los métodos de RM no son reales en la

práctica, lo cual implica que la base para la optimalidad no se cumple”
(Traducido de Poelt, 2010: 23).

La mayoría de problemas de RM, como se ha visto, se plantean como problemas de optimización. Sin embargo, el hecho de trabajar con una demanda variable hace que estos modelos deban adaptarse a procesos dinámicos con métodos de predicción en el tiempo. Esto implica una dificultad computacional al tener que manejar múltiples bases de datos al mismo tiempo (Farias, 2007). Durham (1995) reporta por ejemplo que un sistema de reservas grande debe manejar aproximadamente cinco mil operaciones por segundo en horas pico, por lo que las decisiones estos programas deben llegar en cuestión de milisegundos desde que se emite la orden (en McGill & Van Ryzin, 1999: 234). Lastimosamente los modelos de programación dinámica crecen en tamaño cuando se los aplica a problemas de la vida real. La pregunta entonces es, ¿cuál debe ser el nivel adecuado de complejidad del modelo que utilicemos para nuestros negocios?

Este problema es común a la mayoría de problemas de aplicación que se encuentran en investigación de operaciones. Sabemos que una mayor calidad en el modelo implica también mayor complejidad en la solución, mientras que modelos más simples son más fáciles de implementar (Boyd & Bilegan, 2003). En los casos en que se debe recurrir a procesos dinámicos se apunta por lo general a métodos que identifiquen de mejor manera soluciones óptimas o por lo menos buenas aproximaciones a las mismas (McGill & Van Ryzin, 1999). Encontrar la solución óptima es raramente posible por lo que muchas veces es necesario relajar las restricciones y simplificar las asunciones que se hacen sobre el mercado de manera que los modelos que se creen sean posibles de implementar en la práctica (Farias, 2007).

CAPÍTULO 3:

Metodología y Modelo de la Propuesta

Descripción del modelo seleccionado

El objetivo de un bar temático es que el cliente ni bien ingrese se sienta identificado con el ambiente circundante. En el caso de un bar inspirado en el funcionamiento de la bolsa de valores es necesario que el cliente se perciba como un inversionista, desde el instante en que entra al bar. En el estudio original del bar BVQ realizado por mis compañeros Castro y Serrano (2014) se presentan algunas sugerencias de cómo ambientar el bar en base a este objetivo. Aquí explicaré sólo unas pocas de ellas que son necesarias para entender la metodología del sistema.

En primer lugar, cuando el cliente entra al bar se le entrega una tarjeta que pasa a ser como su cartera de negocios. A partir de ahí toda compra o venta que realice quedará registrada en su tarjeta. Esta tarjeta servirá además para que el bar pueda tener control sobre las transacciones que se realicen con la barra y también entre clientes, puesto que la cuenta en esta tarjeta es la que tendrá que cancelar el cliente al bar al final de la noche. Para realizar compras a la barra el bar cuenta con varias pantallas gigantes en las que se publican los precios de las diferentes bebidas que ofrece la carta. Además, los clientes pueden renegociar estas bebidas con los otros clientes del bar, por medio de una plataforma instalada en las tablets que se encuentran en cada una de las mesas. Sin embargo para entender mejor cómo funciona este sistema es necesario primero explicar la separación del mercado primario del secundario.

División del mercado primario del secundario

Al igual que sucede con las acciones en la bolsa de valores, los precios de las bebidas que se ponen por primera vez a la venta se publican en el mercado primario. Los precios de estas bebidas los determina únicamente el bar a través de un modelo matemático que se explica en la sección denominada fluctuaciones en los precios. Éstos son los precios que se publican en las pantallas gigantes del bar. Cuando un cliente compra una bebida de la barra, ésta se registra automáticamente en su tarjeta y tendrá que pagar el precio de la bebida que se exhibe en la pantalla al momento de la compra. Sin embargo en cada compra el cliente tiene la opción de elegir entre dos opciones: que se le lleve la bebida a su mesa para consumirla o que ésta quede registrada en su ‘cartera de bebidas’. Si el cliente escoge la segunda opción puede en cualquier momento posterior decidir consumirla o, de lo contrario, ponerla de nuevo a la venta en el mercado secundario.

El mercado secundario es el que funciona a través de la plataforma en las tablets. En esta plataforma todos los clientes del bar pueden publicar ofertas de venta de bebidas que hayan adquirido del bar y también ofertas de compra. Cuando una oferta de compra coincide en valor con una de venta, el bar descuenta este valor de la tarjeta del vendedor, lo carga a la tarjeta del comprador, y transfiere las bebidas de dicha transacción de la ‘cartera de bebidas’ del vendedor a la cartera del comprador. En este mercado el precio de compra y venta lo determinan los clientes con la única restricción de que el valor total de las ventas que realicen no puede superar a la deuda total que tienen por compras a la barra. De esta

manera el bar asegura un consumo de todos los clientes al impedir que éstos puedan tener cuentas negativas de deuda con la barra.

Determinación del IPO

Como se explicó en el capítulo de oferta y demanda, los consumidores se comportan de manera que intentan maximizar sus beneficios en un mercado de escasez. Esto implica que para que exista un mercado secundario es necesario que la oferta de bebidas del bar sea limitada. El mercado secundario es imprescindible para que el cliente pueda sentirse no sólo un comprador sino un inversionista. Sin embargo, no se debe descuidar la idea de que el objetivo final del bar es un negocio y que éste debe procurar maximizar sus ingresos para ser sustentable. Es por eso que parte de la propuesta de la presente tesis es un modelo que determine cuál debe ser la cantidad ofrecida de cada una de las bebidas de manera que este objetivo se cumpla.

Basado en los modelos de demanda de Doland y Jeuland (1981), en las restricciones del modelo de asignación de demanda de Boyd y Bilegan (2003) y en el concepto de presupuesto Walrasiano de Mas-Colell, Whinston y Green (1995), el siguiente modelo de programación no lineal determina cuál es el precio inicial y la oferta total que el bar debe procurar. Este concepto es análogo a la determinación de la 'Initial Public Offering' de una empresa en el mercado primario de la bolsa de valores. El sistema elegido es el Modelo 1 que se presenta en la siguiente página. Como se puede observar, el modelo propone maximizar el ingreso neto del bar, descontado los costos variables de las bebidas. Para ello, se clasifica a las bebidas en K clases de acuerdo con su tipo de alcohol. Por ejemplo, una clase serían las bebidas con ron, otra clase las bebidas con tequila y otra clase los wiskeys.

El primer conjunto de restricciones del modelo de programación establece que la cantidad de bebidas que se vendan de cada tipo no debe exceder a su demanda, la cual está modelada por una función exponencial con elasticidad proporcional al precio y un factor aditivo de conversión al consumo de esta bebida en relación al precio promedio de las bebidas de esa clase. La restricción que le sigue establece que el ingreso total por venta de bebidas de la clase k no puede exceder el ingreso esperado de las mismas, el cual se calcula multiplicando el porcentaje del mercado que consume este tipo de bebidas o_k por la cantidad de personas que asisten al bar q y por el cheque promedio del mismo r . La restricción en la quinta línea indica que por consenso en la industria de servicios los costos variables de las bebidas siempre deben permanecer entre el 20% y el 40% de su precio de venta. Finalmente, la última restricción establece que las cantidades que se ofrecen de cada bebida deben ser números enteros positivos.

Modelo 5

Max Utilidad = Ingresos – Egresos

$$= \sum_{k=1}^K (\vec{p}_k \cdot \vec{x}_k - \vec{c}_k \cdot \vec{x}_k)$$

s. a. $x_{k_i} \leq M_{k_i} e^{-\alpha_{k_i} p_{k_i}} + \beta_{k_i} (\bar{p}_k - p_{k_i})$ para $i = 1, 2, \dots, n_k$

$$\vec{p}_k \cdot \vec{x}_k \leq o_k q r$$

$$\frac{1}{0.4} \vec{c}_k \leq \vec{p}_k \leq \frac{1}{0.2} \vec{c}_k$$

\vec{x}_k vector de enteros positivos

para $k = 1, 2, \dots, K$

K : número de diferentes clases de bebidas

\vec{p}_k : vector de precios $[p_{k_1}, p_{k_2}, \dots, p_{k_{n_k}}]$ de cada una de las n_k bebidas de la clase k

\vec{c}_k : vector de costos $[c_{k_1}, c_{k_2}, \dots, c_{k_{n_k}}]$ de cada una de las n_k bebidas de la clase k

\vec{x}_k : vector de cantidades $[x_{k_1}, x_{k_2}, \dots, x_{k_{n_k}}]$ de cada una de las n_k bebidas de la clase k

M_{k_i} : factor positivo de población de la demanda de la bebida i de la clase k

α_{k_i} : factor positivo de elasticidad de la demana de la bebida i de la clase k

β_{k_i} : factor positivo de conversión de la demana de la bebida i de la clase k

\bar{p}_k : promedio de precios de las bebidas de la clase k

o_k : porcentaje del mercado total que consume bebidas de la clase k

q : ocupación (número de personas) total del bar

r : renta del consumidor o cheque promedio

Fluctuaciones en los precios

Una vez establecidos los precios iniciales y las cantidades que se va a vender de cada bebida, se debe establecer una política para los precios. Debido a que los precios en una bolsa de valores están siempre variando, el bar debe imitar estas fluctuaciones con los precios de la barra en honor a su temática, pero de una manera que no afecte a sus ingresos. De

acuerdo con la ley de la oferta y la demanda, como la oferta es limitada si la demanda sube, los precios deben subir también; pero si baja la demanda, los precios deben bajar. La pregunta que surge entonces es ¿cuánto deben subir o bajar los precios para que los ingresos del bar se vean lo menos afectados posible?

En primer lugar se sugiere que esta variación de precios se realice en lapsos de mínimo media hora de manera que se disponga de información pertinente sobre la demanda. En segundo lugar, para responder a esta pregunta la presente tesis propone una segunda parte basada en el modelo AR(1) con estructura ARCH(1) descrito anteriormente y la teoría del ‘bid-price’ que sostienen Bertsimas y de Boer (2005). Para comenzar, se necesita una forma de medir y predecir cómo va a variar la demanda en el tiempo para cada una de las bebidas. Si se considera que los clientes llegan al bar siguen un proceso de Poisson con media variable en el tiempo como sugieren varios autores, entonces el interés debe centrarse en cómo varía esta media en el tiempo. Nótese a la media de Poisson de los consumidores de un tipo de trago como λ_t , entonces la demanda esperada de una bebida en un intervalo de tiempo τ a partir de t sería $\mu_\tau = \tau\lambda_t$. Para predecir λ_t se sugiere usar una regresión del Modelo 4 con datos del anterior intervalo de tiempo τ .

Con una estimación de μ_τ , el procedimiento restante se concluye por sí mismo. Si el precio de una bebida en el tiempo t es p_t y este precio se mantiene para el siguiente período τ , el ingreso que se espera por venta de esa bebida es de $\mu_\tau p_t$. Sin embargo, si el precio no se mantiene para el siguiente período, se sabe que una variación en el precio Δp generará una variación en la demanda Δq . Por lo tanto la cantidad en que se aumente o disminuya el precio Δp , debe ser la mínima que asegure que el cambio de política de precio asegure un ingreso por lo menos tan bueno como el esperado, esto es:

$$(p_t + \Delta p)[\mu_\tau + \Delta q] \geq \mu_\tau p_t \text{ (Ecuación 4)}$$

Por simplicidad se asume que el aporte del cambio en el promedio del precio de las bebidas de un mismo tipo en el cambio de demanda de una bebida en particular es despreciable por lo que el cambio en demanda según el modelo propuesto se puede estimar como

$$\Delta q = Me^{-\alpha p_t} - Me^{-\alpha(p_t + \Delta p)} = Me^{-\alpha p_t}(e^{-\alpha \Delta p} - 1) \text{ (Ecuación 5)}$$

Para finalizar se muestra en la Figura 3 un flujo grama del proceso que el revenue manager de un bar temático como el propuesto debe seguir para cumplir con todos los pasos del modelo de este capítulo.

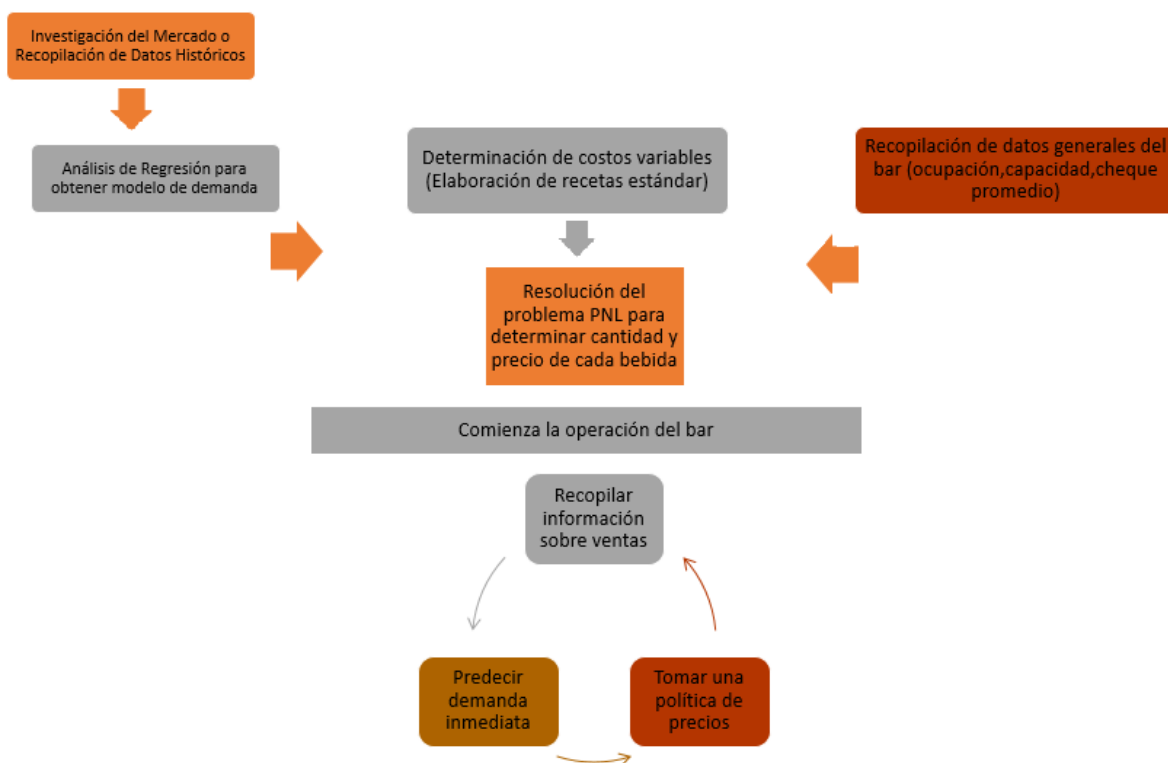


Figura 3: Flujograma del modelo propuesto

Justificación del modelo seleccionado

En la metodología descrita en las secciones anteriores se escogieron dos modelos para la demanda: uno basado en la teoría de oferta y demanda, y otro en la teoría del mercado bursátil al que se desea aproximar con este negocio. La razón por la que se escogió modelar a la demanda con la función $M_{k_i} e^{-\alpha_{k_i} p_{k_i}} + \beta_{k_i} (\bar{p}_k - p_{k_i})$ para cada clase k y cada bebida dentro de esa clase es, en primer lugar, que esta función cumple con el supuesto de relación inversa entre precio y demanda por los signos negativos de p_{k_i} . En segundo lugar, si el término aditivo es pequeño, el término exponencial domina, lo cual implica que la elasticidad de la demanda va a ser proporcional al precio. Esto se ajusta a la realidad puesto que cuánto más alto es el precio, más sensibles son las personas a que se aumente éste. El factor M_{k_i} es propuesto como un indicador del mercado de la bebida dado que se asume que cuando el precio es cercano a cero, todas las personas interesadas en esa bebida están dispuestas a comprarlas. Finalmente se seleccionó un factor de conversión β_{k_i} positivo pues esto hace que si el precio de la bebida es menor al promedio de la clase la demanda aumenta, y en el caso contrario la demanda disminuye. Esto coincide con el hecho de que personas interesadas en otras bebidas de la misma clase puedan interesarse en ésta motivadas por el bajo precio, y suceda al revés si el precio es alto.

El segundo modelo propuesto es el que utiliza la estructura ARCH(1). En la práctica resulta difícil modelar la demanda. El comportamiento de las personas en un bar se altera conforme aumenta el consumo de bebidas alcohólicas. Además, conforme pasa el tiempo, los clientes en un bar temático como éste van adquiriendo información sobre el comportamiento de los precios por lo que las decisiones de compra que toman ya no son tan

impulsivas. Esto ocasiona que la varianza en la demanda del mercado cambie justamente conforme a esta información que los clientes van adquiriendo en el tiempo. Un modelo ARCH(1) que propone que la varianza en un tiempo determinado depende de la varianza en un tiempo anterior recoge justamente este aprendizaje de los consumidores.

Herramientas de investigación utilizadas

Para una mejor aproximación a la cantidad óptima que se debe vender de cada bebida es necesario tener un buen modelo de la demanda. Para ello es necesario tener datos históricos del comportamiento del mercado de cada bebida en relación al precio. No obstante si no se cuenta con éstos se puede realizar una investigación de mercado para obtenerlos, como se muestra en el siguiente capítulo. Con estos datos se realiza una regresión exponencial para obtener el factor de elasticidad del primer término y una regresión en diferencias para obtener el factor de conversión del segundo término. Estas regresiones se pueden hacer en cualquier software estadístico como Minitab, R o Excel. Este mismo software se puede utilizar para la regresión del modelo AR(1) con los datos de demanda en un período de tiempo τ . Posteriormente para resolver el problema de programación no lineal se puede utilizar cualquier programa de investigación de operaciones como Solver Evolutionary, CPLEX o PHP. Finalmente para encontrar el nivel adecuado en que se debe variar el precio se puede utilizar cualquier programador de análisis numérico como R,

$$t + \Delta p \mu \tau + \Delta q \geq \mu \tau p t \text{ (Ecuación 4)}$$

CAPÍTULO 4:

Análisis de Datos y Simulación

Para ejemplificar cómo funciona el modelo propuesto se escogió un caso sencillo de un bar que cuenta con tres clases de alcohol y tres bebidas dentro de cada clase. Las bebidas que se escogieron se muestran en la Tabla 1. Los datos necesarios de entrada para el Modelo 5 se obtuvieron del estudio original (Castro y Serrano, 20014), de la elaboración de recetas estándares de cada bebida útiles para determinar los costos variables, y de una investigación de mercado que se realizó a través de encuestas. En el Anexo I se muestran las tablas con los costos unitarios de la materia prima y de las recetas estándares de los cocteles. En el Anexo II se provee una copia de las encuestas realizadas y en el Anexo III los resultados obtenidos de las mismas. En la sección a continuación se analizan estos resultados.

Tabla 1: Selección de bebidas para la simulación (Elaboración propia)

| Clases de Alcohol y Bebidas | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Ron | Tequila | Wiskey |
| Cuba Libre | Tequila Sunrise | Johnnie Walker (rojo) |
| Mojito | Margarita | Something Special |
| Daiquiri | Shot de tequila | Grants |

Análisis de los datos obtenidos en las encuestas

El objetivo de la encuesta que se realizó fue determinar los parámetros M , α y β de la demanda de cada una de las nueve bebidas. Para ello se encuestó a 70 personas en las edades entre 18 y 35 años, tanto hombres como mujeres de la ciudad de Quito sobre su disposición máxima a pagar por cada una de las bebidas. A partir de estos datos y con la

ayuda del software estadístico Minitab se realizó una regresión exponencial para cada una de las bebidas. Esta regresión arrojó los parámetros M y α pero no β ya que no toma en cuenta el precio promedio de las bebidas de la misma clase. La Figura 4 muestra la gráfica de esta regresión para el caso de la bebida ‘Cuba Libre’ con un intervalo de 95% de confianza. Las gráficas para las restantes bebidas se encuentran adjuntas en el Anexo III.

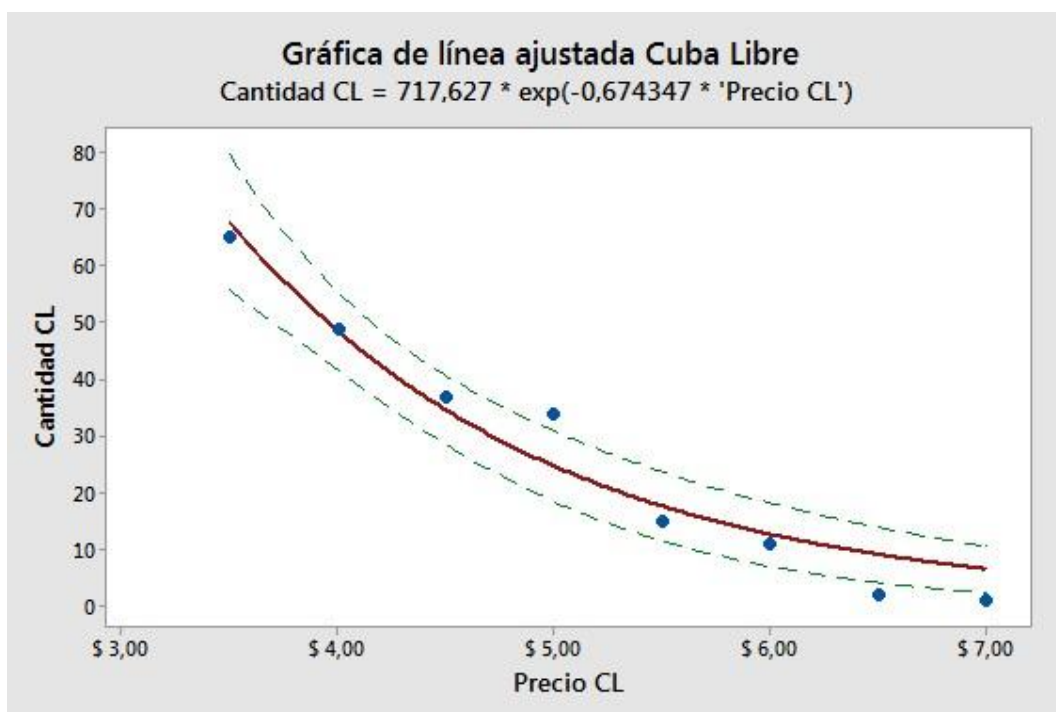


Figura 4: Gráfica de la regresión para la demanda del Cuba Libre

Como se puede ver en la gráfica, casi todos los datos caen dentro del intervalo de confianza. El coeficiente de correlación (R de Pearson) para esta regresión es de $R^2 = 0,89$, un valor muy cercano a uno, lo cual implica que la mayor parte de la variabilidad de la demanda está explicada por el precio. Lo mismo sucede con todas las otras bebidas; de hecho, ninguna de las correlaciones es menor a 0,8. Estos resultados confirman la hipótesis

del Modelo 5 de que la demanda de las bebidas se ajusta a una función exponencial con exponente negativo.

Adicionalmente, en la encuesta se les dio a las personas una serie de combinaciones de precios y se les preguntó en cuál de estas combinaciones les resulta interesante escoger una bebida en particular de entre las demás opciones. Con los resultados de esta información se pretendía hacer una regresión en diferencias para obtener el parámetro β . Sin embargo, antes de hacerlo se realizaron pruebas t-pareada de dos muestras para varios valores de β entre 0 y 1 para determinar si con los datos ya obtenidos de M y α este último factor era significativo. La hipótesis planteada para estas pruebas era que para diferentes precios promedio, las medias de la demanda serían iguales, hipótesis que no se pudo rechazar para ninguno de los valores de β elegidos. Por lo tanto se concluyó que el parámetro β en el modelo no es significativo y se estableció como cero para cada una de las bebidas.

Por último, una de las preguntas de la encuesta solicitaba a los usuarios calificar a cada uno de los cocteles de acuerdo a su gusto. Los resultados de las calificaciones más altas de cada coctel fueron utilizados para aproximar cuál es el porcentaje de participación de cada tipo de bebida dentro de todo el mercado. Estos resultados se anotaron directamente en el modelo de programación no lineal que se explica a continuación.

Descripción del programa matemático

Una vez obtenidos los parámetros de la demanda de cada tipo de bebida se procedió a resolver el programa no lineal del Modelo 5 con el software Excel Solver Evolutionary. Los resultados de cantidades de oferta y de precio inicial de cada una de las bebidas que

arrojó el programa se muestran en la Tabla 2. Si se desea ver con mayor detalle cómo se resolvió este problema, una imagen de la hoja de cálculo que se utilizó, así como de las restricciones ingresadas en el Solver, se muestran en el Anexo IV.

Tabla 2 : Resultados obtenidos del problema de PNL para la cantidad ofertada y precio inicial de cada una de las bebidas (Elaboración propia).

| Clase de Alcohol | Bebida | Cantidad ofertada | Precio de venta inicial |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | Cuba Libre | 75 | \$ 3,47 |
| Ron | Mojito | 66 | \$ 3,47 |
| | Daiquiri | 47 | \$ 4,67 |
| | Tequila Sunrise | 43 | \$ 6,86 |
| Tequila | Margarita | 24 | \$ 6,04 |
| | Shot de tequila | 42 | \$ 6,04 |
| | Johnnie Walker | 3 | \$ 9,98 |
| Wiskey | Something Special | 21 | \$ 9,03 |
| | Grants | 15 | \$ 9,37 |

Con estos resultados se elaboró en Matlab un programa que simule la variación de los precios en una noche de operación del bar en base a la segunda parte del modelo propuesto. El código de este programa se muestra en el Anexo V. Para simular la media λ_t de la demanda de cada bebida en el tiempo t se consideró una caminata aleatoria con un error que sigue una distribución normal estándar. Aunque esta estructura arrojó resultados interesantes, el modelo está diseñado para funcionar con cualquier otro tipo de distribución. A manera de ilustración, las siguientes imágenes muestran los resultados obtenidos en una de las corridas del programa.

simulacionBar

BVQ Bar Bebidas

| Mercado de Ron | | Mercado de Tequila | | Mercado de Wiskey | |
|----------------|---------|--------------------|---------|-------------------|----------|
| Cuba Libre | \$ 3.34 | Tequila Sunrise | \$ 5.12 | Johnnie Walker | \$ 10.46 |
| Mojito | \$ 3.56 | Margarita | \$ 6.02 | Something Special | \$ 9.02 |
| Daiquiri | \$ 4.18 | Shot de Tequila | \$ 4.74 | Grants | \$ 8.87 |

NEXT

simulacionBar

BVQ Bar Bebidas

| Mercado de Ron | | Mercado de Tequila | | Mercado de Wiskey | |
|----------------|---------|--------------------|---------|-------------------|---------|
| Cuba Libre | \$ 4.18 | Tequila Sunrise | \$ 5.12 | Johnnie Walker | \$ 9.41 |
| Mojito | \$ 4.09 | Margarita | \$ 5.42 | Something Special | \$ 9.92 |
| Daiquiri | \$ 3.55 | Shot de Tequila | \$ 5.93 | Grants | \$ 9.31 |

NEXT



The screenshot shows a window titled "simulacionBar" with a dark background. At the top, a blue banner reads "BVQ Bar Bebidas". Below this, three white boxes categorize the drinks: "Mercado de Ron", "Mercado de Tequila", and "Mercado de Wiskey". Each category lists drinks and their prices. A "NEXT" button is located at the bottom left.

| Mercado de Ron | | Mercado de Tequila | | Mercado de Wiskey | |
|----------------|---------|--------------------|---------|-------------------|---------|
| Cuba Libre | \$ 4.25 | Tequila Sunrise | \$ 5.01 | Johnnie Walker | \$ Inf |
| Mojito | \$ Inf | Margarita | \$ Inf | Something Special | \$ 9.03 |
| Daiquiri | \$ 4.96 | Shot de Tequila | \$ Inf | Grants | \$ Inf |

NEXT

CAPÍTULO 5:

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones del estudio

La simulación con nueve bebidas del modelo propuesto en el Capítulo 3 permiten resaltar algunas conclusiones sobre el mismo. En primer lugar, los resultados obtenidos de las encuestas muestran que una función exponencial con parámetro negativo modela bastante bien a una demanda sensible que tiene elasticidad proporcional al precio, como lo es la demanda de bebidas alcohólicas. Estos mismos resultados mostraron que la demanda de una bebida depende casi es su totalidad de su precio y no es tan sensible a los precios de otras bebidas del mismo tipo de alcohol. En segundo lugar, la resolución del problema de programación no lineal en Solver permitió comprobar que las restricciones del Modelo 5 están bien planteadas puesto que existe una solución factible. Por lo tanto este modelo puede ser aplicado para determinar la cantidad ofertada y el precio óptimo de las bebidas de un bar cuando estas deben ser limitadas.

A pesar de que los resultados del problema no lineal fueron satisfactorios, los resultados de la simulación del problema de la demanda dinámica no lo fueron tanto. La primera razón es que cuando se utiliza un modelo con estructura ARCH(1) y no se conoce los parámetros adecuados de ésta, en unas pocas iteraciones la demanda de bebidas puede ser explosiva. La segunda razón es que el modelo de una caminata aleatoria no necesariamente va a comportarse como dicta la teoría de la oferta y la demanda. Es por eso que para la predicción de la demanda esperada un modelo de medias móviles ponderadas resultó más efectivo que el propuesto. Se puede concluir por lo tanto que un proceso

dinámico debe ser adaptado continuamente y debe tener métodos que permitan la pronta detección de reducciones muy grandes en la demanda.

Recomendaciones para la implementación del modelo

A pesar de que la investigación de mercado que se realizó en este estudio arrojó muy buenos resultados, en la práctica se recomienda utilizar datos históricos en su lugar, puesto que estos datos están menos expuestos a la subjetividad de la muestra escogida para el estudio. Podría ser además que de una base de datos más completa se obtenga resultados para el parámetro de conversión β significativos que no se obtuvieron en este estudio. Así mismo, para la parte de política de precios se recomienda al lector experimentar con otros modelos para la predicción de la demanda en el tiempo de manera que se puedan ajustar mejor al comportamiento de este mercado que trata de aproximarse a uno bursátil.

Con respecto a la operación del bar, se hacen dos acotaciones con respecto al manejo del personal y los recursos. Debido a que el sistema propuesto requiere software matemáticos complejos y es muy dependiente de la tecnología, es indispensable que el personal se encuentre bien capacitado para su manejo. Debe tomarse en cuenta que al variar los precios lo que se pone en riesgo son los ingresos del bar, por lo cualquier política de decisión de precios se debe tomar con mucha precaución. Se debe considerar además que el cliente percibe diferente valor por un producto a diferentes precios. Esto hace indispensable que el bar trate siempre de fortalecer la gestión de comunicaciones para difundir bien el concepto de la bolsa y que los clientes disfruten de ella antes de sentirse perjudicados.

Finalmente, el modelo analizado en esta tesis plantea un problema de programación no lineal orientada a maximizar los ingresos del bar por venta de bebidas. Así mismo, la programación dinámica toma como referencia un ingreso mínimo esperado de manera que la modificación de los precios se basaba en la comparación con esta cota inferior. Se recomienda para un estudio futuro realizar una tercera etapa al concepto del bar orientado en la bolsa de valores de un modelo que no se enfoque en la maximización de beneficios, sino en su lugar en la minimización de pérdidas. Este modelo puede ser utilizado para comparar los resultados los que se obtuvieron en esta tesis con la viabilidad de hacer realidad este bar.

Referencias Bibliográficas

- ABC. (2004, Julio 18). La importancia de la Bolsa de Valores para la Economía. *ABC Color*. Recuperado de <http://www.abc.com.py/edicion-impres/economia/la-importancia-de-la-bolsa-de-valores-para-la-economia-774640.html>
- Berger Vidal, E., Gambini López, I., Calderón Rodríguez, C. E. Gálvez Pérez, H. E. & Yarín, A. (2013). Yield Management aplicado a servicios de transporte y restaurantes. *Revista de Investigación de Sistemas e Informática*, 10 (1). 99-104.
- Bertsimas, D. & de Boer, S. (2005, enero-febrero). Simulation-Based Booking Limits for Airline Revenue Management. *Operations Research*, 53 (1). 90-106.
- Boyd, E. A. & Bilegan, I. C. (2003, octubre). *Revenue Management and E-Commerce*. *Management Science*, 49 (10). 1363-1386.
- Bultinck, L. (2010). *The stock market: from the 'Ter Buerse' inn to Wall Street*. National Bank of Belgium. Recuperado de <http://www.nbbmuseum.be/2010/01/stockmarket.htm>
- BVQ. (2014). Recuperado de <http://www.bolsadequito.info/>
- Cook, T. M. (1998). Sabre Soars. *ORMS Today*, 25 (3).
- Dolan, R. J. & Jeuland, A. P. (1981, invierno). Experience and Dynamic Demand Models: Implications for Optimal Pricing Strategies. *Journal of Marketing*, 45. 52-62.
- Estévez Suárez, J. A. & Andrade Calderón, R. F. (2014). *Estudio del Revenue Management como alternativa para la maximización de ingresos y ocupación en hoteles del centro de Guayaquil de lujo y primera categoría*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

- Farias, V. F. (2007). *Revenue Management Beyond "Estimate, then Optimize"*. Stanford University.
- Feng, Y. & Xiao, B. (2000, mayo). A Continuous-Time Yield Management Model with Multiple Prices and Reversible Price Changes. *Management Science*, 46 (5). 644-657.
- Garrow, L. & Ferguson, M. (2008). Staying ahead of the curve: Using revenue management to help survive an economic downturn. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 8 (2/3). 279-286.
- Gujarati, D. N. & Porter, D. C. (2010). *Econometría (5ta Ed)*. Mexico: Mc Graw Hill.
- HOSPA (2013). *Revenue Management. An introduction for practitioners* [e-book]. Jones, P. A. (Ed.).
- Jiménez Almaraz, L. (2009). *Latibex. El Mercado latinoamericano de valores*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía.
- Lieberman, W. H. (1993). Debunking the Myths of Yield Management. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 34 (1).
- Mas-Colell, A., Whinston, M. D. & Green, J. R. (1995). *Microeconomic Theory*. Nueva York: Oxford University Press.
- McGill, J. I. & Van Ryzin, G. J. (1999, mayo). Revenue Management: Research Overview and Prospects. *Transportation Science*, 33 (2). 233-256.
- Mochon. (2012). La oferta, la demanda y el mercado (pp. 61-84). *Economía I Bachillerato* [Versión electrónica]. Recuperado de <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448181042.pdf>
- NYSE. (2014). *Products Overview*. Recuperado de <http://www.nyse.com/products>

- Pérez Ramírez, F. O. & Fernández Castaño, H. (2006, enero-junio). Análisis de la volatilidad del índice general de la bolsa de valores de Colombia utilizando modelos ARCH. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5 (8). 13-33.
- Pinder, J. (2005, enero). Using Revenue Management to Improve Pricing and Capacity Management in Programme Management. *The Journal of the Operational Research Society*, 56 (1). 75-87.
- Poelt, S. (2010). The rise and fall of RM. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 10 (1). 23-25.
- Real Academia Española. (2012). Mercado. En *Diccionario de la lengua española* (22^a ed.). Recuperado <http://lema.rae.es/drae/?val=mercado>
- Real, E. (2012). *Mercado de Valores del Ecuador*. Universidad Ecoteg.
- Rebello, V. (2013, agosto 2). Bar imita bolsa de valores e fixa preço de cerveja de acordo com procura. *GI*. Recuperado de <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/meu-negocio-meu-emprego/noticia/2013/08/bar-imita-bolsa-de-valores-e-fixa-preco-de-cerveja-de-acordo-com-procura.html>.
- Schiller, B. (2008). La oferta y la demanda (pp. 48-77). *Principios de Economía* (6^{ta} ed.) [Versión electrónica]. Recuperado de http://novella.mhhe.com/sites/dl/free/8448162838/598737/8448162838_cap3.pdf
- Sepulveda Haran, J. M. (2008, 1er semestre). Estrategia de Precios: Aplicación a un Servicio Ferroviario. *Revista Ingeniería Industrial*, 7 (1). 49-58.
- Villanueva Gonzales, A. (2007, julio). Mercados financieros: una aproximación a la Bolsa de Valores de Lima. *Contabilidad y negocios*. 23-33.
- Zhang, D. & Cooper, W. L. (2005, mayo-junio). Revenue Management for Parallel Flights with Customer-Choice Behavior. *Operations Research*, 53 (3). 415-431.

ANEXOS:

I. ANEXO I: Costos de materiales y recetas estándares

Tabla 3: Costos Unitarios

| Ingrediente | Precio | Cantidad | Unidad | Precio Unit |
|----------------|----------|----------|---------|-------------|
| Ron | \$ 8.36 | 750 | ml | \$ 0.01 |
| Tequila shot | \$38.24 | 750 | ml | \$ 0.05 |
| Tequila coctel | \$18.00 | 750 | ml | \$ 0.02 |
| Triple Sec | \$ 9.00 | 750 | ml | \$ 0.01 |
| Wiskey J | \$43.20 | 750 | ml | \$ 0.06 |
| Wiskey S | \$ 38.40 | 750 | ml | \$ 0.05 |
| Wiskey G | \$40.00 | 750 | ml | \$ 0.05 |
| Coca cola | \$ 2.13 | 3000 | ml | \$ 0.00 |
| Agua con gas | \$ 0.87 | 3000 | ml | \$ 0.00 |
| Zumo limón | \$ 0.73 | 500 | ml | \$ 0.00 |
| Jugo naranja | \$ 1.30 | 1700 | ml | \$ 0.00 |
| Granadina | \$ 2.53 | 500 | ml | \$ 0.01 |
| Azúcar | \$ 4.38 | 5000 | gr | \$ 0.00 |
| Sal | \$ 0.66 | 2000 | gr | \$ 0.00 |
| Menta | \$ 0.38 | 24 | ramitas | \$ 0.02 |
| Hielo | \$ 1.50 | 3640 | gr | \$ 0.00 |
| Limón | \$ 1.25 | 6 | un | \$ 0.21 |

Tabla 4: Recetas Estándares

| Coctel | Ingrediente | Cantidad | Unidad | Costo Unit | Costo TOTAL |
|--------------------------|--------------|----------|---------|------------|----------------|
| Cuba Libre | | | | | |
| | Ron | 50 | ml | \$ 0.01 | \$ 0.56 |
| | Coca cola | 100 | ml | \$ 0.00 | \$ 0.07 |
| | Zumo limón | 15 | ml | \$ 0.00 | \$ 0.02 |
| | Hielo | 160 | g | \$ 0.00 | \$ 0.07 |
| | | | | | \$ 0.72 |
| Mojito | | | | | |
| | Ron | 45 | ml | \$ 0.01 | \$ 0.50 |
| | Agua con gas | 90 | ml | \$ 0.00 | \$ 0.03 |
| | Zumo limón | 50 | ml | \$ 0.00 | \$ 0.07 |
| | Azúcar | 20 | g | \$ 0.00 | \$ 0.02 |
| | Menta | 3 | ramitas | \$ 0.02 | \$ 0.05 |
| | Hielo | 160 | g | \$ 0.00 | \$ 0.07 |
| | | | | | \$ 0.73 |
| Daiquiri | | | | | |
| | Ron | 45 | ml | \$ 0.01 | \$ 0.50 |
| | Zumo limón | 250 | ml | \$ 0.00 | \$ 0.37 |
| | Azúcar | 20 | g | \$ 0.00 | \$ 0.02 |
| | Hielo | 120 | g | \$ 0.00 | \$ 0.05 |
| | | | | | \$ 0.93 |
| Tequila Sunrise | | | | | |
| | Tequila | 60 | ml | \$ 0.02 | \$ 1.44 |
| | Jugo naranja | 175 | ml | \$ 0.00 | \$ 0.13 |
| | Granadina | 15 | ml | \$ 0.01 | \$ 0.08 |
| | Hielo | 160 | g | \$ 0.00 | \$ 0.07 |
| | | | | | \$ 1.72 |
| Margarita | | | | | |
| | Tequila | 60 | ml | \$ 0.02 | \$ 1.44 |
| | Triple sec | 30 | ml | \$ 0.01 | \$ 0.36 |
| | Zumo limón | 15 | ml | \$ 0.00 | \$ 0.02 |
| | Hielo | 160 | g | \$ 0.00 | \$ 0.07 |
| | | | | | \$ 1.89 |
| Shot tequila | | | | | |
| | Tequila | 30 | ml | \$ 0.05 | \$ 1.53 |
| | Limón | 0.5 | un | \$ 0.21 | \$ 0.10 |
| | Sal | 10 | g | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| | | | | | \$ 1.64 |
| Johnnie Walker | | | | | |
| | Wiskey J | 50 | ml | \$ 0.06 | \$ 2.88 |
| | Hielo | 200 | g | \$ 0.00 | \$ 0.08 |
| | | | | | \$ 2.96 |
| Something Special | | | | | |
| | Wiskey S | 50 | ml | \$ 0.05 | \$ 2.56 |
| | Hielo | 200 | g | \$ 0.00 | \$ 0.08 |
| | | | | | \$ 2.64 |
| Grants | | | | | |
| | Wiskey G | 50 | ml | \$ 0.05 | \$ 2.67 |
| | Hielo | 200 | g | \$ 0.00 | \$ 0.08 |
| | | | | | \$ 2.75 |

II. ANEXO II: Encuesta

Mercado de un bar (Parte 1)

* 1. Escoja su edad y género:

18 - 20 años

21 - 25 años

26 - 29 años

30 - 35 años

Femenino

Masculino

Cócteles con Ron

Nota: Las siguientes preguntas están orientadas a las bebidas en un bar temático de alto servicios en el sector de la calle Eloy Alfaro y Portugal.

2. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un cóctel 'Cuba Libre':

\$3.50 o menos

\$4.00

\$4.50

\$5.00

\$5.50

\$6.00

\$6.50

\$7.00 o más

3. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un cóctel 'Mojito':

\$3.50 o menos

\$4.00

\$4.50

\$5.00

\$5.50

\$6.00

\$6.50

\$7.00 o más

4. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un cóctel 'Daiquiri':

\$3.50 o menos

\$4.00

\$4.50

\$5.00

\$5.50

\$6.00

\$6.50

\$7.00 o más

Cócteles con Tequila

Nota: Las siguientes preguntas están orientadas a las bebidas en un bar temático de alto servicios en el sector de la calle Eloy Alfaro y Portugal.

5. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un cóctel 'Tequila Sunrise':

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="radio"/> \$4.50 o menos | <input type="radio"/> \$6.50 |
| <input type="radio"/> \$5.00 | <input type="radio"/> \$7.00 |
| <input type="radio"/> \$5.50 | <input type="radio"/> \$7.50 |
| <input type="radio"/> \$6.00 | <input type="radio"/> \$8.00 o más |

6. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un cóctel 'Margarita':

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="radio"/> \$4.50 o menos | <input type="radio"/> \$6.50 |
| <input type="radio"/> \$5.00 | <input type="radio"/> \$7.00 |
| <input type="radio"/> \$5.50 | <input type="radio"/> \$7.50 |
| <input type="radio"/> \$6.00 | <input type="radio"/> \$8.00 o más |

7. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un shot de tequila:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="radio"/> \$5.00 o menos | <input type="radio"/> \$7.00 |
| <input type="radio"/> \$5.50 | <input type="radio"/> \$7.50 |
| <input type="radio"/> \$6.00 | <input type="radio"/> \$8.00 |
| <input type="radio"/> \$6.50 | <input type="radio"/> \$8.50 o más |

Cócteles con Whisky

Nota: Las siguientes preguntas están orientadas a las bebidas en un bar temático de alto servicios en el sector de la calle Eloy Alfaro y Portugal.

8. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un 'Whiskey on the rocks' de Johnnie Rojo:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| <input checked="" type="radio"/> \$8.00 o menos | <input type="radio"/> \$10.00 |
| <input type="radio"/> \$8.50 | <input type="radio"/> \$10.50 |
| <input type="radio"/> \$9.00 | <input type="radio"/> \$11.00 |
| <input type="radio"/> \$9.50 | <input type="radio"/> \$11.50 o más |

9. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un 'Whiskey on the rocks' de Something Special:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> \$8.00 o menos | <input type="radio"/> \$10.00 |
| <input type="radio"/> \$8.50 | <input type="radio"/> \$10.50 |
| <input type="radio"/> \$9.00 | <input type="radio"/> \$11.00 |
| <input type="radio"/> \$9.50 | <input type="radio"/> \$11.50 o más |

10. Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un 'Whiskey on the rocks' de Grants:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> \$8.00 o menos | <input type="radio"/> \$10.00 |
| <input type="radio"/> \$8.50 | <input type="radio"/> \$10.50 |
| <input type="radio"/> \$9.00 | <input type="radio"/> \$11.00 |
| <input type="radio"/> \$9.50 | <input type="radio"/> \$11.50 o más |

Mercado de un bar (Parte 2)

*1. Califique su gusto por las siguientes bebidas:

| | No me gusta | Me es indiferente | Me gusta | Me gusta mucho |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Cuba Libre | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Tequila Sunrise | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Johnnie Walker Rojo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Mojito | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Margarita | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Something Special | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Daiquiri | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Shot de Tequila | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Grants | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Cócteles con Ron

Nota: Las siguientes preguntas están orientadas a las bebidas en un bar temático de alto servicios en el sector de la calle Eloy Alfaro y Portugal.

2. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería el 'Cuba Libre' de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- Cuba Libre: \$5,00 , Mojito: \$4,50 , Daiquiri: \$5,00
 Cuba Libre: \$5,00 , Mojito: \$5,00 , Daiquiri: \$6,00
 Cuba Libre: \$5,00 , Mojito: \$4,00 , Daiquiri: \$4,50
 Cuba Libre: \$5,00 , Mojito: \$6,00 , Daiquiri: \$6,50
 Cuba Libre: \$5,00 , Mojito: \$5,50 , Daiquiri: \$6,50

3. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería el 'Mojito' de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- Cuba Libre: \$4,50 , Mojito: \$5,00 , Daiquiri: \$5,00
 Cuba Libre: \$5,00 , Mojito: \$5,00 , Daiquiri: \$6,00
 Cuba Libre: \$4,00 , Mojito: \$5,00 , Daiquiri: \$4,50
 Cuba Libre: \$6,50 , Mojito: \$5,00 , Daiquiri: \$7,00
 Cuba Libre: \$5,50 , Mojito: \$5,00 , Daiquiri: \$6,50

4. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería el 'Daiquiri' de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- Cuba Libre: \$5,50 , Mojito: \$5,00 , Daiquiri: \$6,00
 Cuba Libre: \$6,00 , Mojito: \$5,50 , Daiquiri: \$6,00
 Cuba Libre: \$5,00 , Mojito: \$4,50 , Daiquiri: \$6,00
 Cuba Libre: \$6,50 , Mojito: \$7,00 , Daiquiri: \$6,00
 Cuba Libre: \$6,50 , Mojito: \$6,00 , Daiquiri: \$6,00

Cócteles con Tequila

Nota: Las siguientes preguntas están orientadas a las bebidas en un bar temático de alto servicios en el sector de la calle Eloy Alfaro y Portugal.

5. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería el 'Tequila Sunrise' de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- Tequila Sunrise: \$6,50 , Margarita: \$5,50 , Shot de tequila: \$5,00
 Tequila Sunrise: \$6,50 , Margarita: \$7,50 , Shot de tequila: \$7,00
 Tequila Sunrise: \$6,50 , Margarita: \$8,00 , Shot de tequila: \$7,50
 Tequila Sunrise: \$6,50 , Margarita: \$6,50 , Shot de tequila: \$5,50
 Tequila Sunrise: \$6,50 , Margarita: \$7,00 , Shot de tequila: \$6,50

6. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería la 'Margarita' de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- Tequila Sunrise: \$5,50 , Margarita: \$7,50 , Shot de tequila: \$6,00
 Tequila Sunrise: \$7,50 , Margarita: \$7,50 , Shot de tequila: \$8,00
 Tequila Sunrise: \$8,00 , Margarita: \$7,50 , Shot de tequila: \$8,50
 Tequila Sunrise: \$6,00 , Margarita: \$7,50 , Shot de tequila: \$7,00
 Tequila Sunrise: \$7,00 , Margarita: \$7,50 , Shot de tequila: \$7,50

7. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería el 'shot de tequila' de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- Tequila Sunrise: \$6,00 , Margarita: \$7,00 , Shot de tequila: \$7,00
 Tequila Sunrise: \$5,50 , Margarita: \$6,00 , Shot de tequila: \$7,00
 Tequila Sunrise: \$7,00 , Margarita: \$7,50 , Shot de tequila: \$7,00
 Tequila Sunrise: \$7,50 , Margarita: \$8,00 , Shot de tequila: \$7,00
 Tequila Sunrise: \$8,00 , Margarita: \$8,50 , Shot de tequila: \$7,00

Cócteles con Whisky

Nota: Las siguientes preguntas están orientadas a las bebidas en un bar temático de alto servicios en el sector de la calle Eloy Alfaro y Portugal.

8. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería Johnnie Rojo de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,00 , Something Special: \$12,50 , Grants: \$13,00 | <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,00 , Something Special: \$14,00 , Grants: \$15,00 |
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,00 , Something Special: \$13,00 , Grants: \$13,50 | <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,00 , Something Special: \$15,00 , Grants: \$15,50 |
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,00 , Something Special: \$13,50 , Grants: \$14,00 | |

9. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería Something Special de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$12,00 , Something Special: \$13,00 , Grants: \$11,50 | <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,50 , Something Special: \$13,00 , Grants: \$13,50 |
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$13,00 , Something Special: \$13,00 , Grants: \$12,00 | <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$15,50 , Something Special: \$13,00 , Grants: \$14,00 |
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,00 , Something Special: \$13,00 , Grants: \$13,00 | |

10. ¿A cuál o cuáles de los siguientes precios escogería Grants de entre las tres opciones? (Escoja todas las opciones que le parezcan adecuadas)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$13,00 , Something Special: \$12,00 , Grants: \$13,50 | <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$15,00 , Something Special: \$14,00 , Grants: \$13,50 |
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$13,50 , Something Special: \$13,00 , Grants: \$13,50 | <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$15,50 , Something Special: \$14,50 , Grants: \$13,50 |
| <input type="checkbox"/> Johnnie rojo: \$14,00 , Something Special: \$13,50 , Grants: \$13,50 | |

III. ANEXO III: Resultados de la encuesta

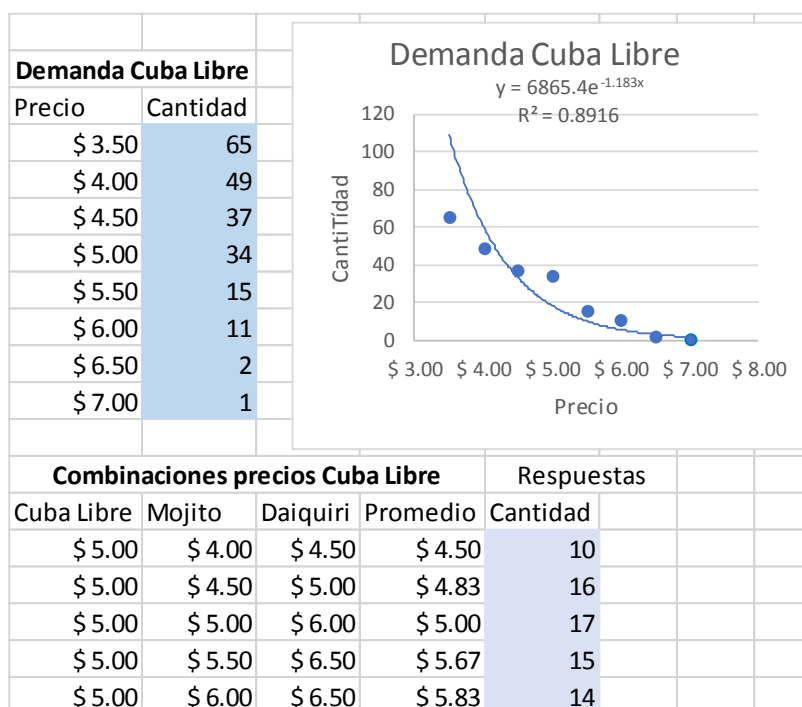


Figura 5: Datos Demanda Cuba Libre

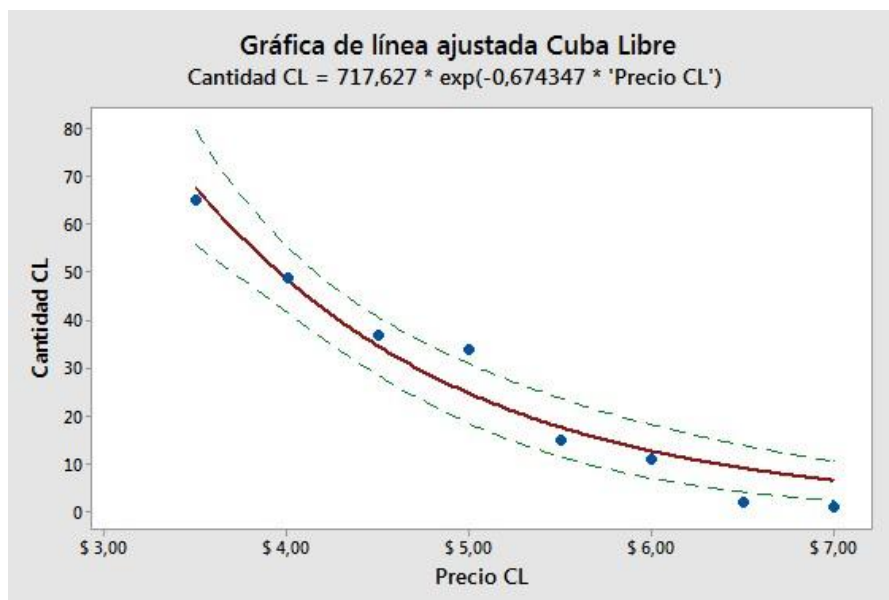


Figura 6: Gráfico de regresión para la Demanda de Cuba Libre

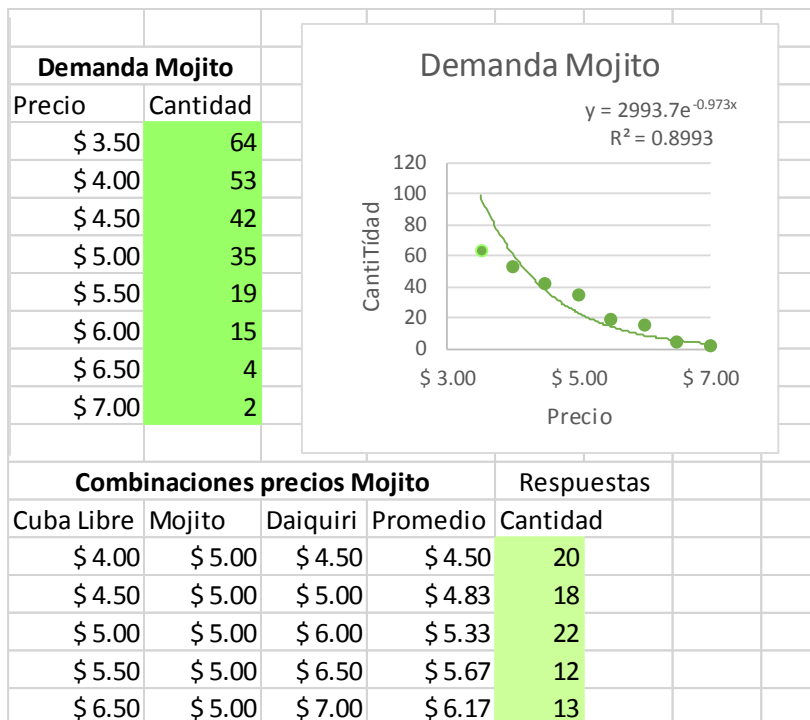


Figura 7: Datos Demanda Mojito

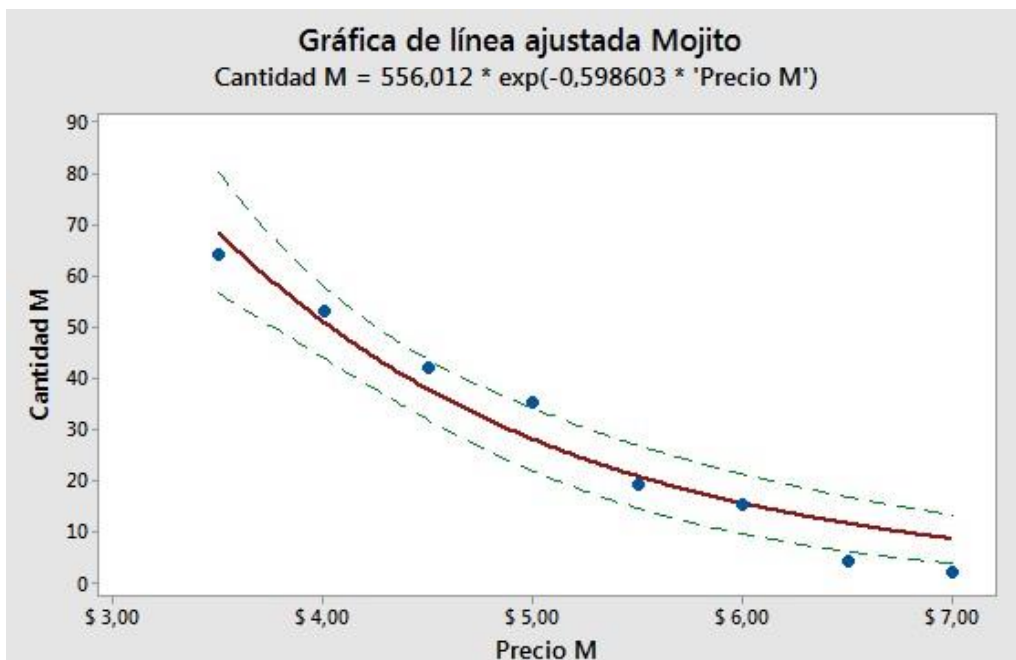


Figura 8: Gráfico de regresión para la Demanda del Mojito

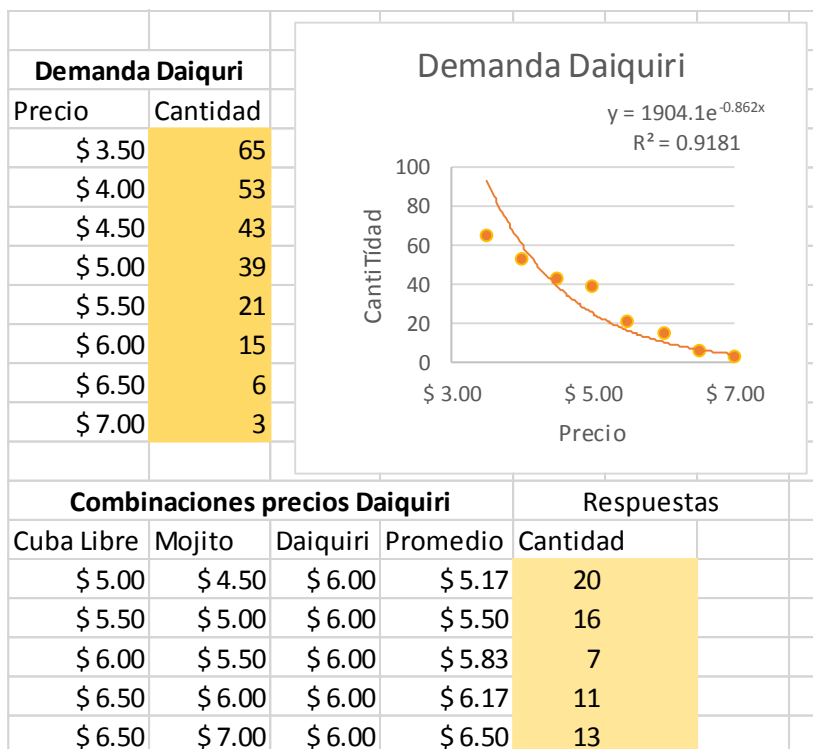


Figura 9: Datos Demanda Daiquiri

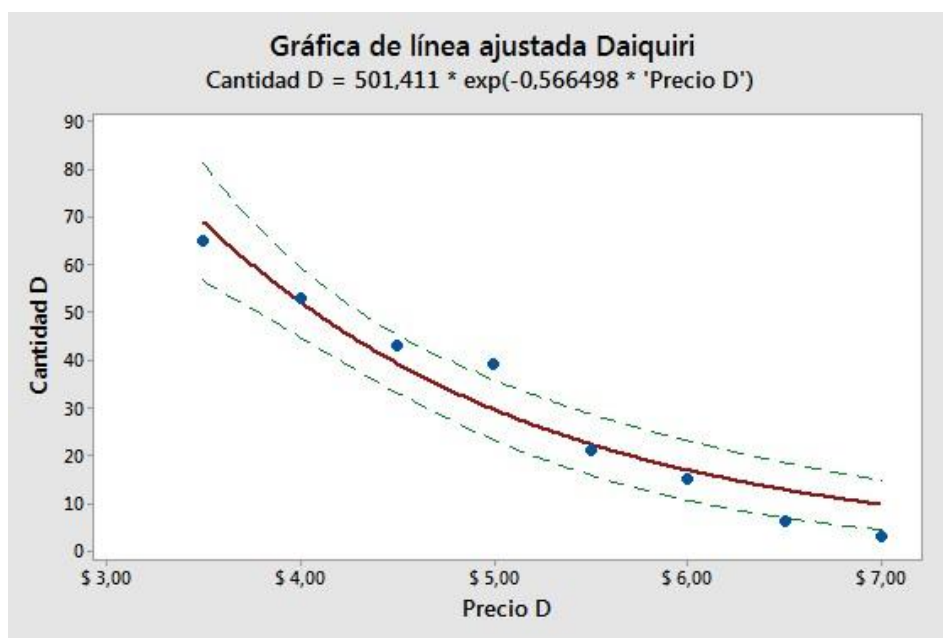


Figura 10: Gráfico de regresión para la Demanda del Daiquiri

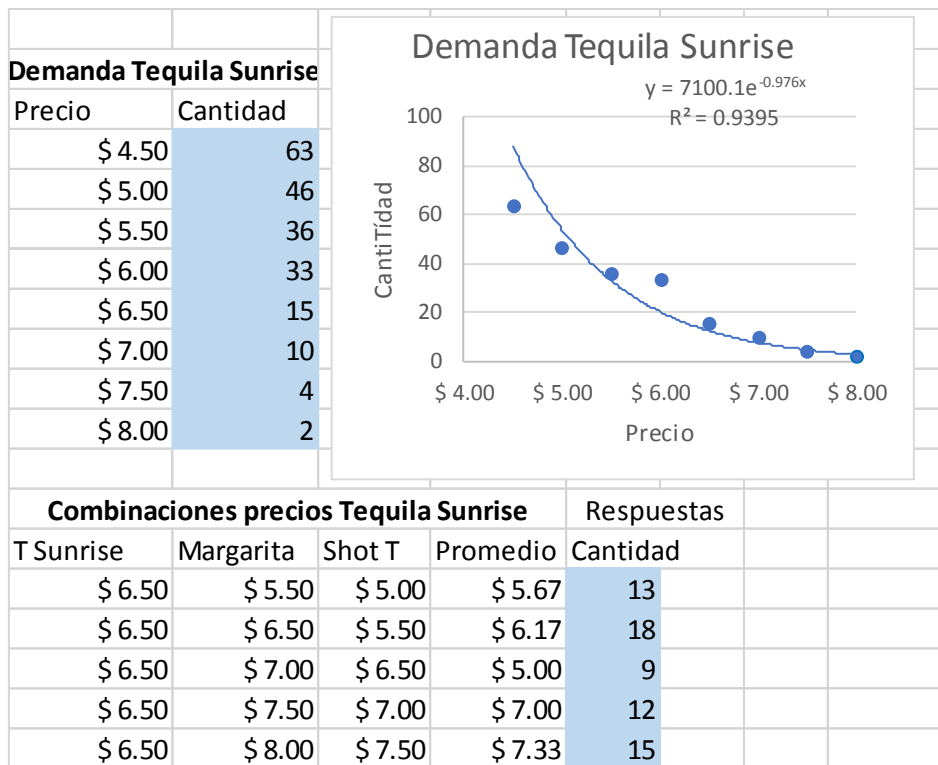


Figura 11: Datos Demanda Tequila Sunrise

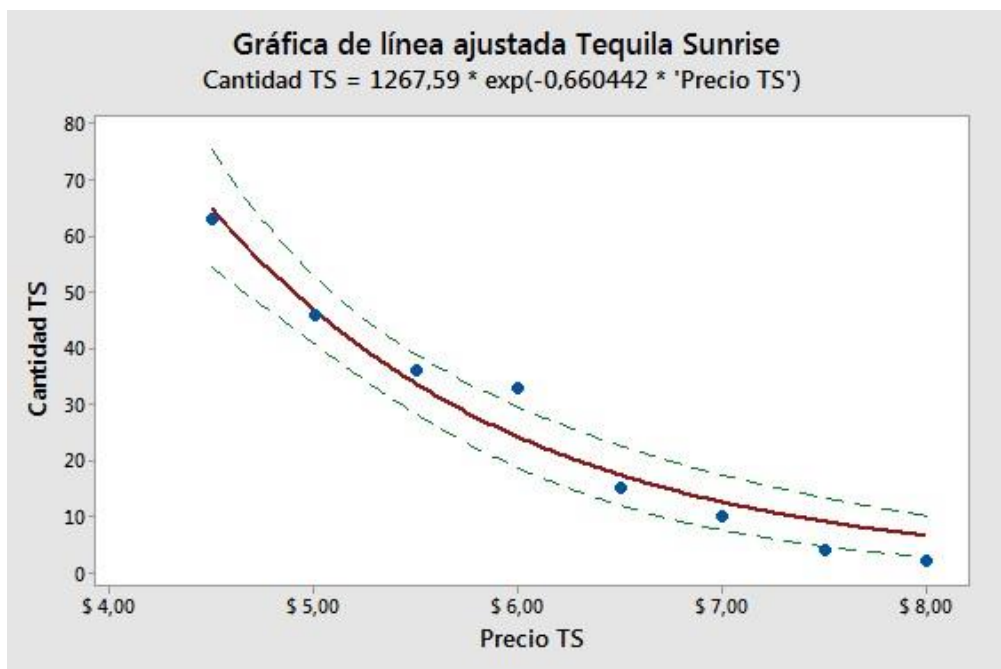


Figura 12: Gráfico de regresión para la Demanda del Tequila Sunrise

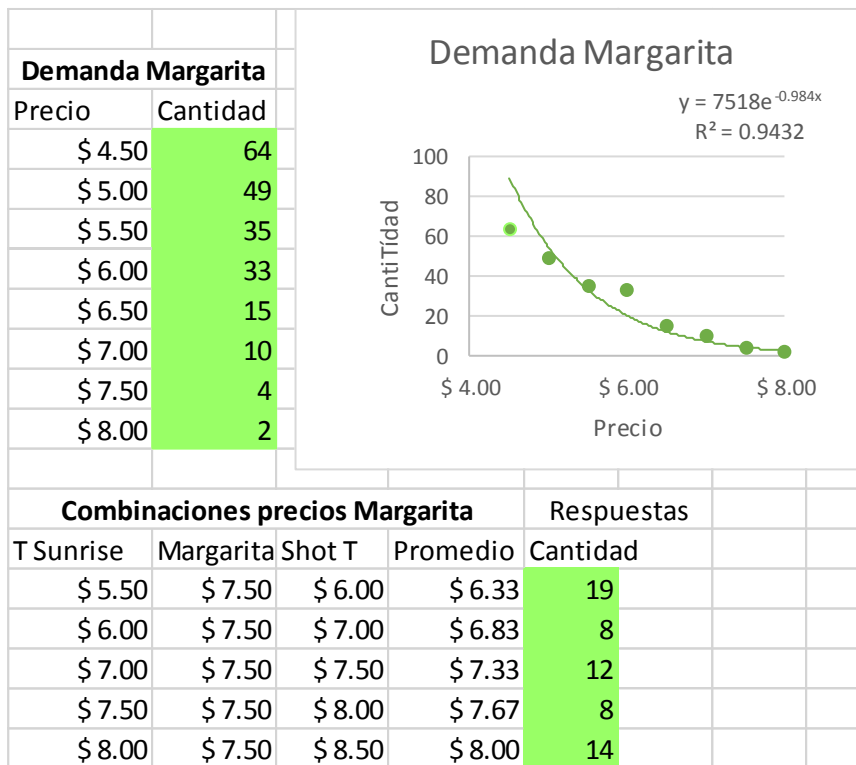


Figura 13: Datos Demanda Margarita

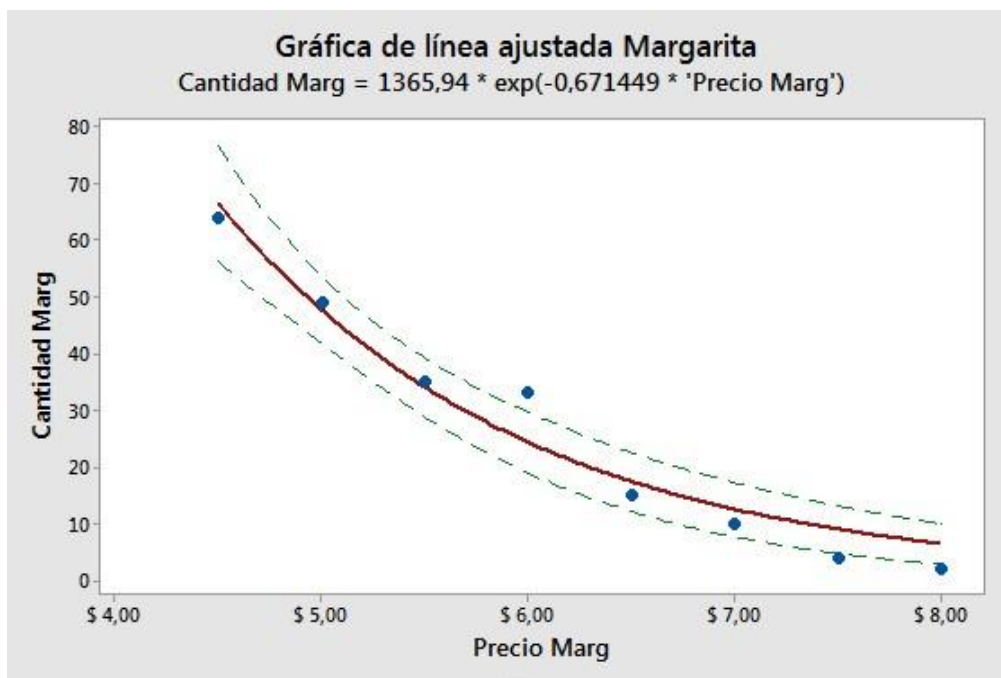


Figura 14: Gráfico de regresión para la Demanda de Margarita

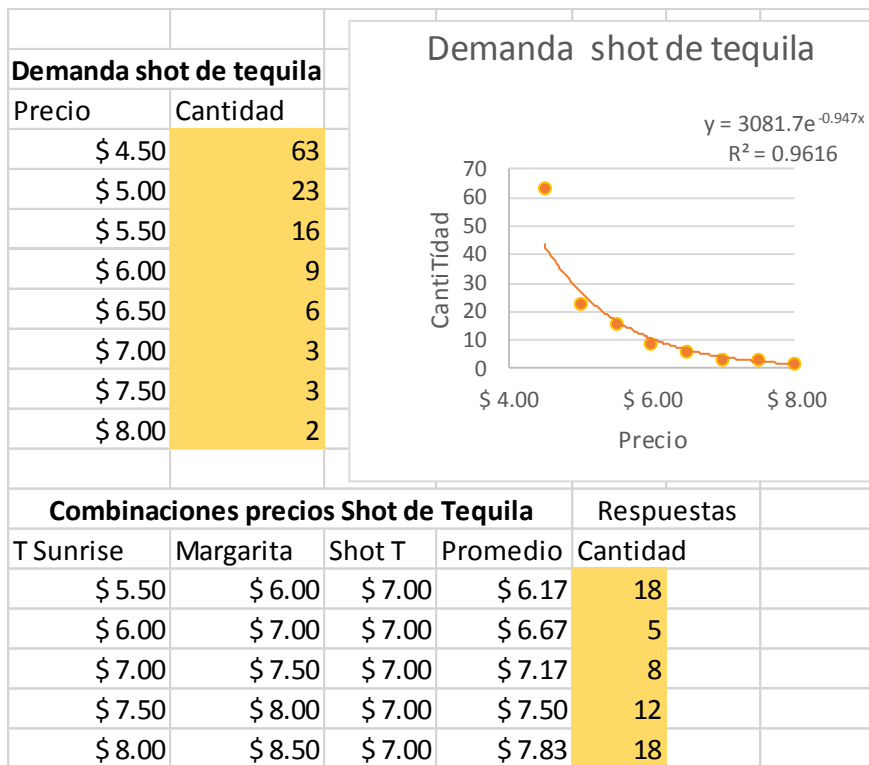


Figura 15: Datos Demanda Shot de Tequila

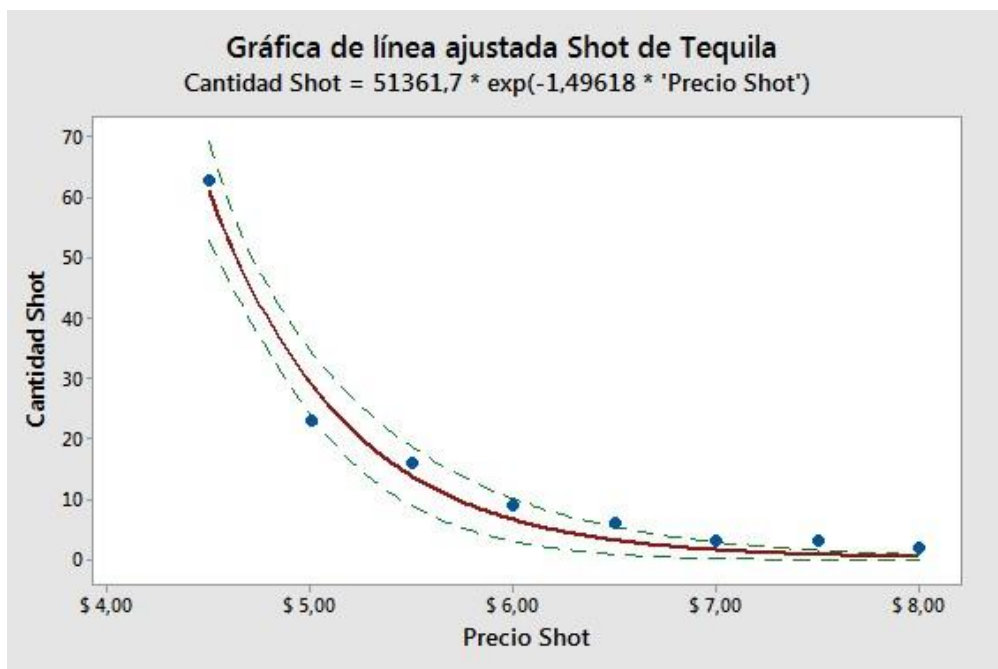


Figura 16: Gráfico de regresión para la Demanda Shot de Tequila

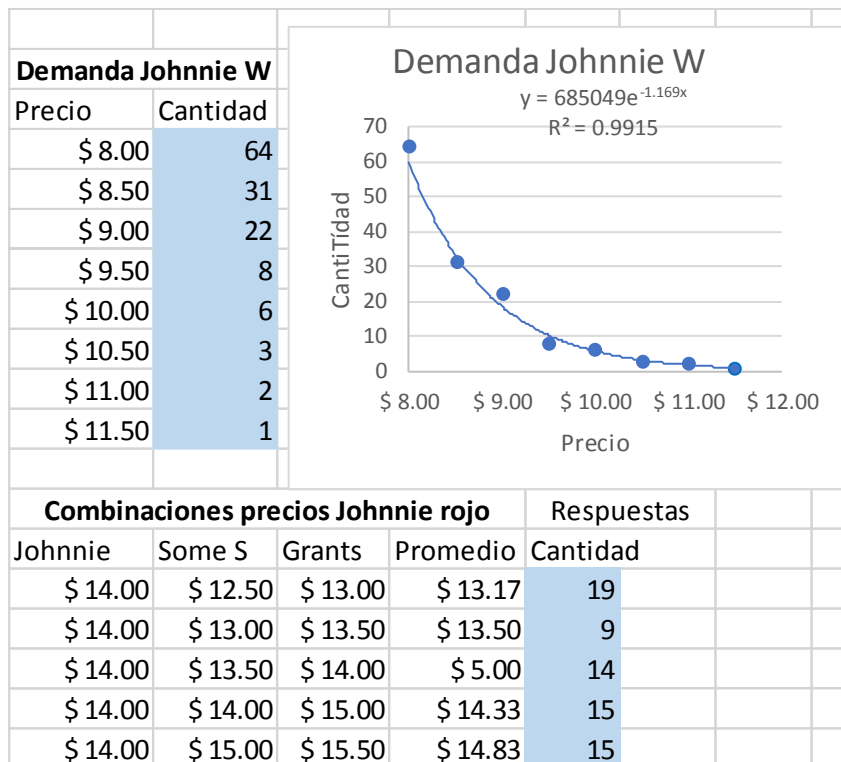


Figura 17: Demanda Johnnie Walker

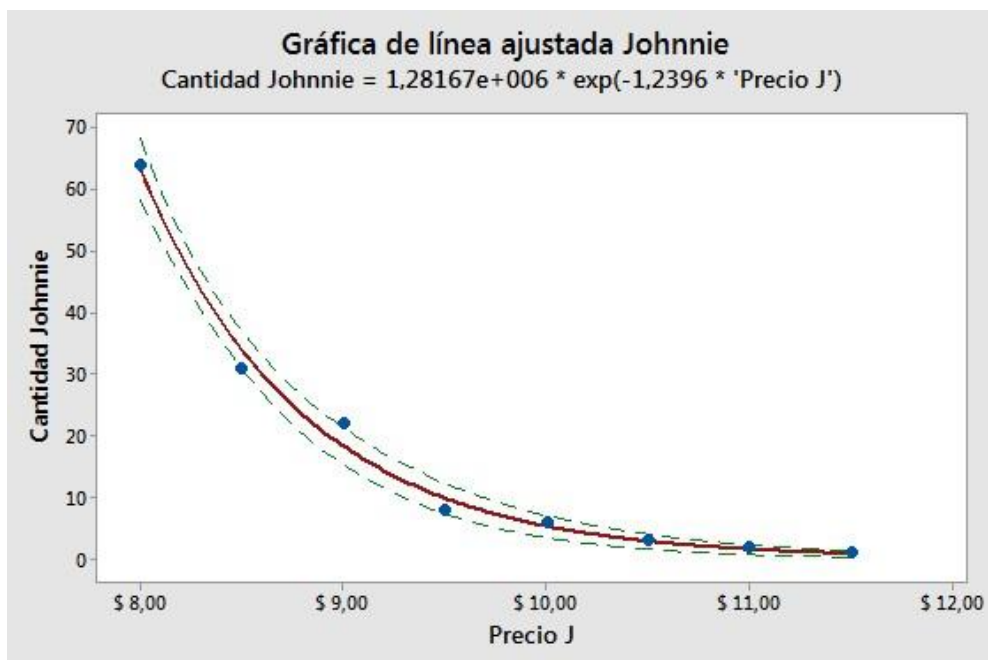


Figura 18: Gráfico de regresión para la Demanda de Johnnie Walker

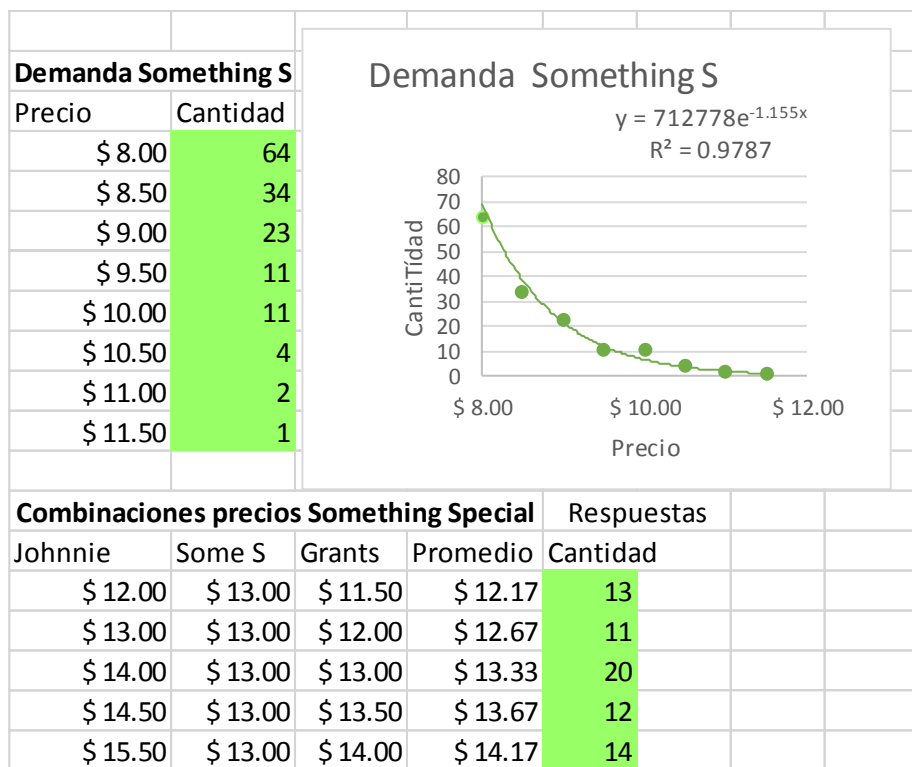


Figura 19: Datos Demanda Something Special

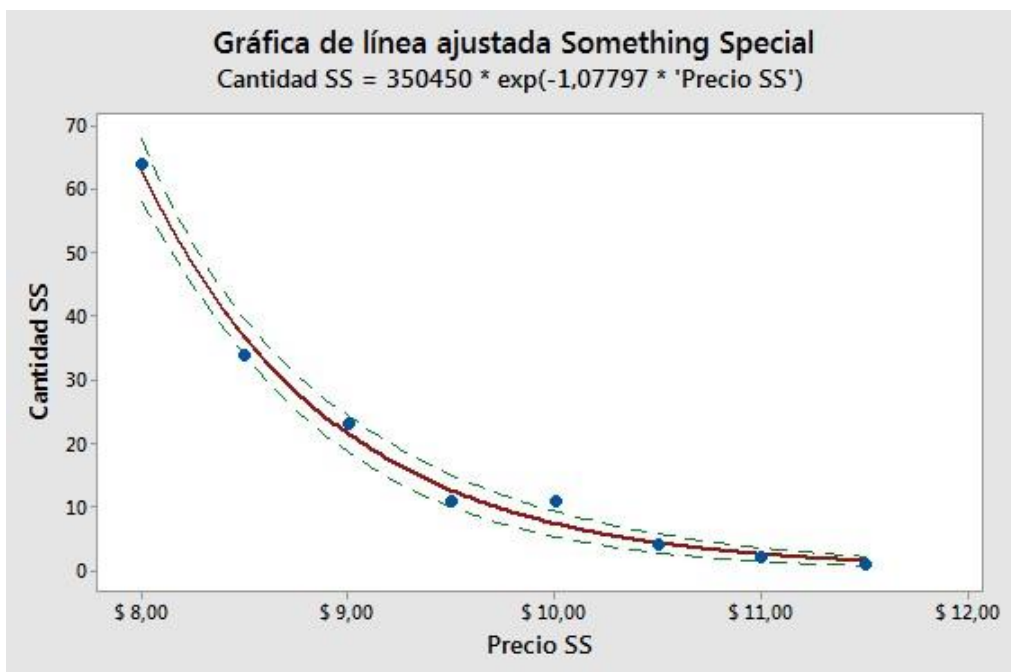


Figura 20: Gráfico de regresión para la Demanda de Something Special

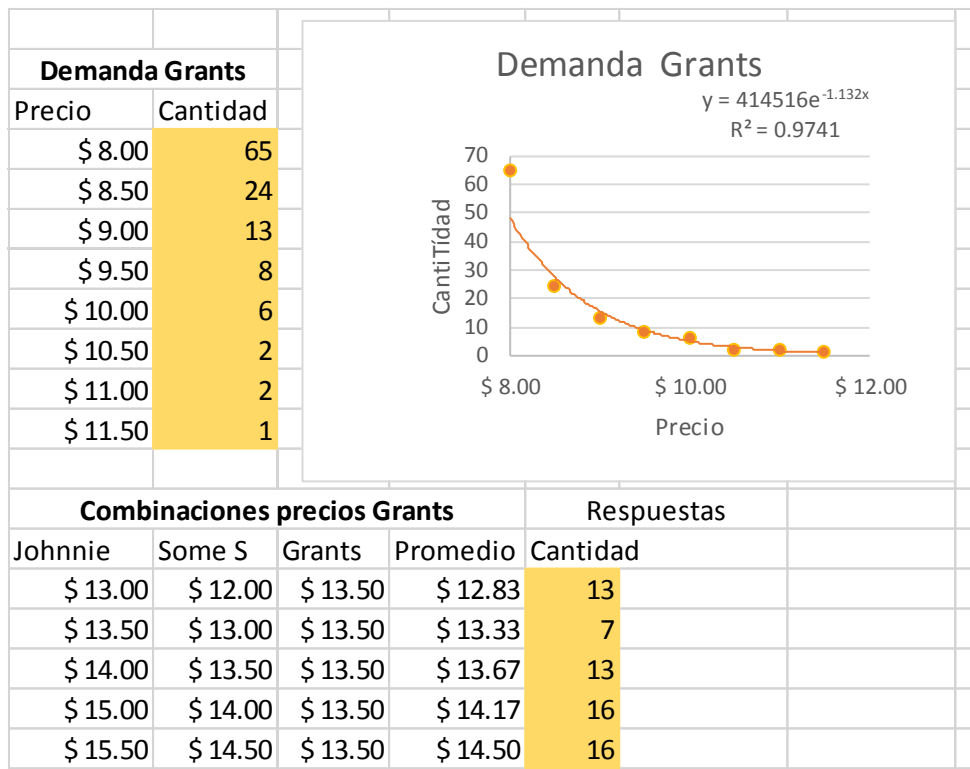


Figura 21: Datos Demanda Grants

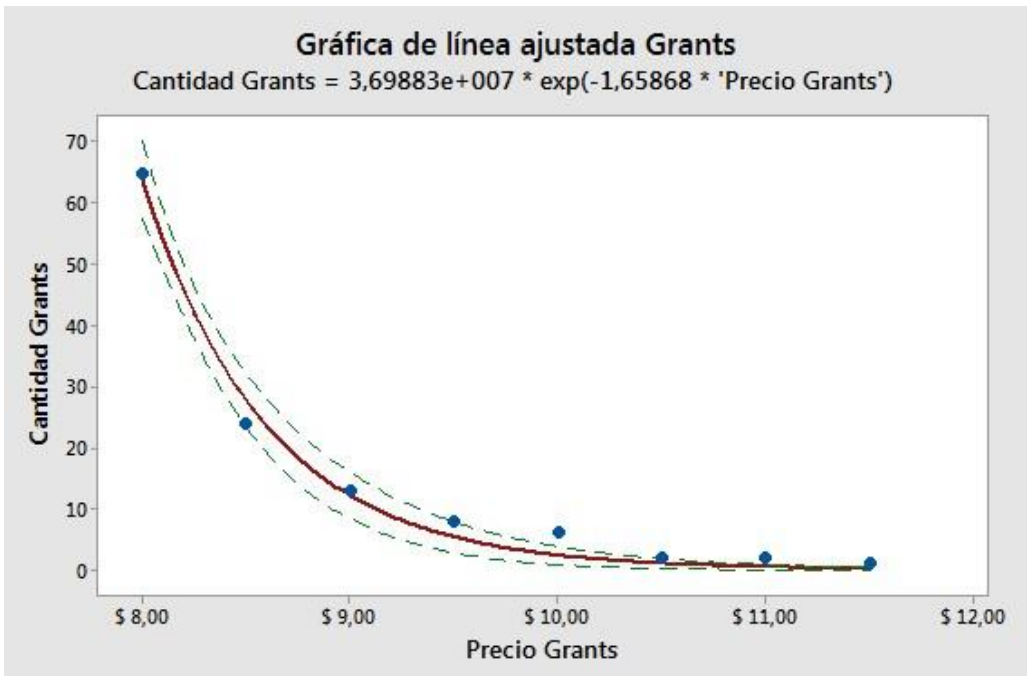


Figura 22: Gráfico de regresión para la Demanda de Grants

IV. ANEXO IV: Modelo PNL (Programación No Lineal)

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---|---|------------|----------|----------|----------|
| 2 | | Datos del bar | | | | |
| 3 | | Capacidad | 100 | | % C min | |
| 4 | | % Ocupación | 80% | | 20% | |
| 5 | | Ocup. Total (q) | 80 | | % C max | |
| 6 | | Cheque promedio (r.) | \$ 20.00 | | 40% | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | Porcentaje que ocupa el Ron en el mercado (o) | | | 43% | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | Parámetros | Cuba Libre | Mojito | Daiquiri | |
| 11 | | M | 718 | 556 | 501 | |
| 12 | | alfa | 0.674347 | 0.598603 | 0.566498 | |
| 13 | | beta | 0 | 0 | 0 | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | Cantidad (x) | 75 | 66 | 47 | Promedio |
| 16 | | Precio (p) | \$ 3.34 | \$ 3.56 | \$ 4.18 | \$ 3.69 |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | costos (c.) | \$ 0.72 | \$ 0.73 | \$ 0.93 | |
| 19 | | precio min | \$ 1.79 | \$ 1.83 | \$ 2.33 | |
| 20 | | precio max | \$ 3.58 | \$ 3.66 | \$ 4.67 | |
| 21 | | demanda esperada | 75 | 66 | 47 | |
| 22 | | abastecimiento mínimo | 38 | 33 | 24 | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | Ingresos Ron | \$ 681.92 | | | |
| 25 | | Ingresos esperados Ron | \$ 681.92 | | | |
| 26 | | Egresos Ron | \$ 145.88 | | | |

| | A | H | I | J | K | L |
|----|---|---|-------------|-----------|---------|----------|
| 2 | | INGRESOS TOTALES | \$ 1,599.80 | | | |
| 3 | | EGRESOS TOTALES | \$ 439.33 | | | |
| 4 | | UTILIDAD BAR | \$ 1,160.47 | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | Porcentaje que ocupa el Tequila en el mercado (o) | | | 35% | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | Parámetros | T. Sunrise | Margarita | Shot T. | |
| 11 | | M | 1,268 | 1,366 | 51,362 | |
| 12 | | alfa | 0.660442 | 0.67145 | 1.49618 | |
| 13 | | beta | 0 | 0 | 0 | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | Cantidad (x) | 43 | 24 | 42 | Promedio |
| 16 | | Precio (p) | \$ 5.12 | \$ 6.02 | \$ 4.74 | \$ 5.30 |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | costos (c.) | \$ 1.72 | \$ 1.89 | \$ 1.64 | |
| 19 | | precio min | \$ 4.29 | \$ 4.72 | \$ 4.09 | |
| 20 | | precio max | \$ 8.58 | \$ 9.44 | \$ 8.19 | |
| 21 | | demanda esperada | 43 | 24 | 42 | |
| 22 | | abastecimiento mínimo | 22 | 12 | 21 | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | Ingresos Tequila | \$ 564.00 | | | |
| 25 | | Ingresos esperados Tequila | \$ 564.00 | | | |
| 26 | | Egresos Tequila | \$ 187.84 | | | |

| | A | N | O | P | Q | R |
|----|---|---|-----------|-------------|------------|----------|
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | Porcentaje que ocupa el Whiskey en el mercado (o) | | | 22% | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | Parámetros | Johnnie | Something S | Grants | |
| 11 | | M | 1,281,670 | 350,450 | 36,988,300 | |
| 12 | | alfa | 1.2396 | 1.0780 | 1.6587 | |
| 13 | | beta | 0 | 0 | 0 | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | Cantidad (x) | 3 | 21 | 15 | Promedio |
| 16 | | Precio (p) | \$ 10.46 | \$ 9.02 | \$ 8.87 | \$ 9.45 |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | costos (c.) | \$ 2.96 | \$ 2.64 | \$ 2.75 | |
| 19 | | precio min | \$ 7.41 | \$ 6.61 | \$ 6.87 | |
| 20 | | precio max | \$ 14.81 | \$ 13.21 | \$ 13.75 | |
| 21 | | demanda esperada | 3 | 21 | 15 | |
| 22 | | abastecimiento mínimo | 2 | 11 | 7 | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | Ingresos Whiskey | \$ 353.88 | | | |
| 25 | | Ingresos esperados Whiskey | \$ 354.08 | | | |
| 26 | | Egresos Whiskey | \$ 105.61 | | | |

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx Mín Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

\$C\$15:\$E\$15 <= \$C\$21:\$E\$21
 \$C\$15:\$E\$15 = entero
 \$C\$15:\$E\$15 >= \$C\$22:\$E\$22
 \$C\$16:\$E\$16 <= \$C\$20:\$E\$20
 \$C\$16:\$E\$16 >= \$C\$19:\$E\$19
 \$C\$24 <= \$C\$25
 \$I\$15:\$K\$15 <= \$I\$21:\$K\$21
 \$I\$15:\$K\$15 = entero
 \$I\$15:\$K\$15 >= \$I\$22:\$K\$22
 \$I\$16:\$K\$16 <= \$I\$20:\$K\$20
 \$I\$16:\$K\$16 >= \$I\$19:\$K\$19
 \$I\$24 <= \$I\$25
 \$O\$15:\$Q\$15 <= \$O\$21:\$Q\$21

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx Mín Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

\$C\$24 <= \$C\$25
 \$I\$15:\$K\$15 <= \$I\$21:\$K\$21
 \$I\$15:\$K\$15 = entero
 \$I\$15:\$K\$15 >= \$I\$22:\$K\$22
 \$I\$16:\$K\$16 <= \$I\$20:\$K\$20
 \$I\$16:\$K\$16 >= \$I\$19:\$K\$19
 \$I\$24 <= \$I\$25
 \$O\$15:\$Q\$15 <= \$O\$21:\$Q\$21
 \$O\$15:\$Q\$15 = entero
 \$O\$15:\$Q\$15 >= \$O\$22:\$Q\$22
 \$O\$16:\$Q\$16 <= \$O\$20:\$Q\$20
 \$O\$16:\$Q\$16 >= \$O\$19:\$Q\$19
 \$O\$24 <= \$O\$25

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

V. ANEXO V: Código del Programa en MATLAB

Copia del archivo simulacionBar.m

```

function varargout = simulacionBar(varargin)
% SIMULACIONBAR MATLAB code for simulacionBar.fig
%   SIMULACIONBAR, by itself, creates a new SIMULACIONBAR or raises the existing
%   singleton*.
%   H = SIMULACIONBAR returns the handle to a new SIMULACIONBAR or the handle to
%   the existing singleton*.
%   SIMULACIONBAR('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in SIMULACIONBAR.M with the given input arguments.
%   SIMULACIONBAR('Property','Value',...) creates a new SIMULACIONBAR or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before simulacionBar_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to simulacionBar_OpeningFcn via varargin.

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...
                  'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @simulacionBar_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn', @simulacionBar_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn', [], ...
                  'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before simulacionBar is made visible.
function simulacionBar_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to simulacionBar (see VARARGIN)

% Choose default command line output for simulacionBar
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

```

```

global K
global n
global tau
global subtau
global Top
global cambmax
global sigma
global parametros
global precios
global cantidad
global intd
global pesos
global ventas
global lambda
global periodo

K=3; %Numero de clases de bebidas
n=[3,3,3]; %Numero de bebidas en cada clase
tau=30; %Intervalo de tiempo para cambio de clase
subtau=5; %Intervalo de tiempo para toma de datos
Top=300; %Tiempo de operacion total
cambmax=0.25; %Porcentaje de cambio maximo en precio
sigma=0.2; %Desv. est. datos aleatorios demanda

%Leer archivo de datos
[parametros,precios,cantidad]=txt_read(n,'DatosDemanda.txt');

%Establece numero de datos que se toman por periodo tau
intd=tau/subtau;

%Crea vector de pesos
for r=1:intd-1
    pesos(r)=2*r/(intd*(intd-1));
end

%Iniciación de matrices y contadores
for k=1:K
    ventas{k}=zeros(n(k),1);
    lambda{k}=zeros(n(k),intd);
end
periodo=1; %periodo de toma de datos

% UIWAIT makes simulacionBar wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = simulacionBar_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in pumstart.
function pumstart_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pumstart (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
global K
global n
global tau
global subtau
global Top
global cambmax
global sigma
global parametros
global precios
global cantidad
global intd
global pesos
global periodo
global lambda
global ventas

if periodo==1
    for k=1:K
        mediav{k}=cantidad{k}/Top;
    end
else
    for k=1:K
        mediav{k}=lambda{k}(:,intd);
    end
end

%Genera simulacion de demanda
demanda=demALEAT(sigma,mediav,intd,subtau);
datos=1;

for datos=1:intd
    %Trabaja por clases
    for k=1:K
        %Trabaja por bebidas
        for i=1:n(k)
            %Determina compra del subperiodo
            comprasubtau=demanda{k}(i,datos);
            %Verifica que no sobrepase cantidad ofertada
            if ventas{k}(i,1)+comprasubtau <= cantidad{k}(i,1)
                ventas{k}(i,1)=ventas{k}(i,1)+comprasubtau;
            else
                ventas{k}(i,1)=cantidad{k}(i,1);
                %Saca bebida del mercado al establecer un precio Inf
            end
        end
    end
end

```

```

    precios{k}(i,1)=1/0;
    %Imprime precio en pantalla
end
end
%Registra media de consumo:
t=(periodo-1)*tau+subtau*datos;
lambda{k}(:,datos)=(1/t)*ventas{k};
end
end

%Con los datos del período tau corre modelo de cambio precios
%Trabaja por clases
for k=1:K
    %Trabaja por bebidas
    for i=1:n(k)
        %Verifica que quede producto en stock
        if cantidad{k}(i,1)-ventas{k}(i,1)>0
            %Obtiene predicciones
            dif=lambda{k}(i,2:intd)-lambda{k}(i,1:intd-1);
            cambio=dif*pesos';
            vesp=tau*(lambda{k}(i,intd)+cambio);
            %Determina nuevo precio
            M=parametros{k}(i,1);
            alfa=parametros{k}(i,2);
            p=precios{k}(i,1);
            if cambio>0
                signo=1;
            else
                signo=-1;
            end
            x=signo*cambmax*p;
            if (p+x)*(vesp+M*exp(-alfa*p))*(exp(-alfa*x)-1)>p*vesp
                precios{k}(i,1)=p+x;
            end
        end
    end
end
%Imprime en pantalla nuevos precio
pacum{k}(:,periodo)=precios{k};
switch k
    case 1
        set(handles.pcupa,'String',['$ ', num2str(precios{k}(1), '%.2f')])
        set(handles.pmojito,'String',['$ ', num2str(precios{k}(2), '%.2f')])
        set(handles.pdaiquiri,'String',['$ ', num2str(precios{k}(3), '%.2f')])
    case 2
        set(handles.ptsunrise,'String',['$ ', num2str(precios{k}(1), '%.2f')])
        set(handles.pmargarita,'String',['$ ', num2str(precios{k}(2), '%.2f')])
        set(handles.pshott,'String',['$ ', num2str(precios{k}(3), '%.2f')])
    case 3
        set(handles.pjohnnie,'String',['$ ', num2str(precios{k}(1), '%.2f')])
        set(handles.psomethings,'String',['$ ', num2str(precios{k}(2), '%.2f')])
        set(handles.pgrants,'String',['$ ', num2str(precios{k}(3), '%.2f')])
end

```

```

end
%Guarda información del período
histdat{periodo}=lambda;
periodo=periodo+1;

```

Copia del archivo demALEAT.m

```

function d=demALEAT(sigma,D,n,subtau)
%sigma: desviacion estandar del error
%D: arreglo con medias de cada bebida
%n: numero de observaciones a generar
%subtau: tiempo entre toma de datos
for k=1:length(D)
    %Inicializa con media esperada
    d{k}(:,1)=2*subtau*D{k};
    beb=length(D{k});
    for dat=2:n
        err=normrnd(0.1,sigma,[beb,1]);
        d{k}(:,dat)=round(d{k}(:,dat-1)+err);
        d{k}(:,dat)=d{k}(:,dat).*(d{k}(:,dat)>0);
    end
end
end

```

Copia del archivo demALEAT.m

```

function [parametros,precio,cantidad] = txt_read(nvec,name)
% Funcion para leer archivo txt y separar sus datos en celdas
% nvec = Vector n (fila)
% name = string con el nombre del archivo txt
% parametros, precio, cantidad = celdas de salida
f_ID = fopen(name,'r');
formatSpec = '%f %f %f %f';
net_data = textscan(f_ID,formatSpec,'CollectOutput',true,'Delimiter','');
fclose(f_ID);
% Separacion de la info
tam = size(net_data{1});
% Celda de par?metros
ini = 0;
for k = 1:1:length(nvec)
    offset = nvec(k);
    parametros{k} = net_data{1}((ini+1):(ini + offset),1:2);
    precio{k} = net_data{1}((ini+1):(ini + offset),3);
    cantidad{k} = net_data{1}((ini+1):(ini + offset),4);
    ini = offset + ini;
end
end
end

```