

**1**

**La competitividad empresarial de las  
PYME's a través de modelación matemática**

**The business competitiveness of MSME's  
through mathematical modelation**

**Nelson Chuquin-Vasco**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador  
nelson.chuquin@esPOCH.edu.ec

**Patricio Villagómez-Arellano**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador  
pvillagomez@esPOCH.edu.ec

**Julio Oleas-López**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador  
julio.oleas@esPOCH.edu.ec

[doi.org/10.33386/593dp.2020.2.161](https://doi.org/10.33386/593dp.2020.2.161)

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar un modelo funcional de aplicación para las pequeñas y medianas empresas (MIPYME), con el propósito de determinar las preferencias de producción óptima de un sistema productivo en concreto. La problemática que origina esta investigación es la metodología de proyección de los costos que practican este tipo de empresas en el mercado, basados en modelos de determinación matemática. La metodología aplicada es de carácter analítico de tipo transversal, el desarrollo de ecuaciones determinó las variables del estudio factorial. El resultado de la investigación consiste en la aplicación de un escenario que representa el nivel óptimo de costos de transporte de las MIPYME, que interactúan en el mercado.

**Palabras clave:** costos, pequeñas y medianas empresas, empresas, mercado, producción.

Cómo citar este artículo:

APA:

Chuquin, N., Villagómez, P., y Oleas, J. (2020). La competitividad empresarial de las pymes a través de modelación matemática. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(2), 4-13. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.2.161>

**Descargar para Mendeley y Zotero**

## ABSTRACT

The objective of this research is to analyze a functional application model for small and medium enterprises (MSMEs), with the purpose of determining the optimal production preferences of a specific production system. The problematic that originates this investigation is the methodology of projection of the costs that practice this type of companies in the market, based on models of mathematical determination. The methodology applied is of an analytical nature of a transversal type, the development of equations determined the variables of the factorial study. The result of the research consists in the application of a scenario that represents the optimal level of transport costs of MSMEs, which interact in the market.

**Key words:** costs, small and medium enterprises, enterprises, market, production.

## Introducción

La competitividad empresarial en el mercado de bienes y servicios provoca una constante discriminación de precios, lo cual hace más competitivos los mercados locales, en este sentido las pequeñas empresas necesitan alternativas que les permitan reducir sus costos operativos con el fin de mantenerse competitivas y rentables (Valencia, Lambán, y Royo, J, 2014) la optimización de recursos se considere un factor clave que genera ganancias e incrementa el valor corporativo de la organización.

La contribución de Baykasoglu y Kapanoglu (2006) sostiene que el desempeño productivo sugiere que las unidades de producción depende de las habilidades de gestión; en este sentido varias investigaciones (Sánchez, Osorio y Baena, 2007; Vélez, Holguín, de la Hoz, Durán y Gutiérrez, 2008; Vera-Colina y Mora-Riapira, 2011; Valencia, Lambán, y Royo, J, 2014) coinciden sobre la hipótesis de que las entropías que se generan en el proceso de producción reducen los niveles de productividad en mediano plazo; en teoría los niveles que se estima a partir del proceso de globalización de la economía, ha dado como resultado una pérdida de competitividad en los mercados internacionales, capital factorial más intensivo en economías dolarizadas (Carbajal, Tovar, y Zimmerman, 2017).

En este mismo sentido el estándar promedio de rendimiento de las PYME'S en latinoamericana equivale a menos del 40% de la productividad de la gran empresa, respecto a las PYME'S frente a varios países, como los de la Unión Europea y Estados Unidos, en donde el sector alcanza un promedio del 60% (Mora, Vera, y Melgarejo, 2015)

Varios investigadores han desarrollado nuevos indicadores que permiten realizar una medición más técnica de los niveles de competitividad de las PYME'S; mientras que otros investigadores han realizado aplicaciones empíricas para determinar la competitividad de este sector (Martínez y Álvarez, 2006; Membrillo, 2006

y Herrera, 2007; Deniz, Livas y López, 2008; Santillán, 2010).

En este orden de ideas los modelos de competencia perfecta son supuestos centrales, mejoran en promedio la productividad que suministra la asunción de información perfecta, que todos los agentes económicos conocen como los precios fijados por todas las empresas proporcionando así su participación en el proceso de cadena productivas y perfeccionando su actividad y capacidad para rivalizar.

Hecha la observación anterior la suposición de atomicidad, y homogeneidad del proceso de producción, por consiguiente, considera como la administración efectiva de los recursos empresariales involucra la manera de gestionar tanto los gastos como los ingresos de forma adecuada, de ello se desprende la efectividad en la actividad empresarial y su correcta ejecución en la adecuada determinación del lote óptimo de producción, mejorando la productividad. Sin embargo, en un mercado perfectamente competitivo, los ingresos marginales son iguales al precio<sup>1</sup> (Tarjizán, 2006)

Significa entonces que la asunción de la igualdad de acceso en el mercado que todas las empresas tienen; permiten el acceso a todas las tecnologías de producción; la suposición de libre entrada a saber permite que cualquier empresa puede entrar o salir del mercado como desee.

A manera de resumen final el trabajo empieza con la revisión teórica de los modelos de competencia perfecta ligados con la competitividad empresarial, continua con la delineación de variables sobre la competitividad de las pequeñas empresas, así como el análisis de la correspondencia entre el desempeño del sector comercio como aspecto innovador de salidas propositivas a los problemas que afectan a las MIPYMES. La parte de metodología estima el proceso de caracterización de la relación de variables

---

<sup>1</sup> La empresa establece un precio del equilibrio de las otras empresas, (Tarjizán, 2006)

que describen los niveles de competitividad y su correspondencia matemática a través de ecuaciones estructurales. Consecutivamente, en la fase final se efectúa una discusión de los resultados y se finiquita con las conclusiones.

### Marco Teórico

El modelo de competencia perfecta muestra que la competencia es algo bueno específicamente porque el equilibrio bajo competencia perfecta es eficiente. Hecha esta consideración, el modelo de competencia perfecta de COURNOT se encamina en dos sentidos; en primer lugar, donde cada empresa establece el nivel de producción eficiente, es decir, el nivel de producción de tal manera que el precio es igual a costo; un nivel de producción más bajo sería menos eficiente, ya que incrementa más que el costo; por el contrario, un mayor nivel de producción también sería ineficiente. En segundo lugar, el conjunto de empresas activas a largo plazo demuestra un grado más eficiente, debido a su forma de entrada al mercado, donde su precio se iguala al costo promedio mínimo; lo cual da un mayor o menor número de empresas implicadas en un mayor costo total para el mismo nivel de producción.

En ese mismo sentido una función de demanda lineal puede funcionar como una aproximación útil para el análisis local, pero no muy probablemente funcione en una dinámica global; excepto que una función de demanda lineal de como resultado valores negativos de todas sus variables; que casi siempre no tienen sentido en la economía, ya que contradice la teoría económica básica, porque no puede ser la solución a la maximización de ninguna utilidad presupuestaria limitada.

En este sentido si analizamos los mercados de monopolio discriminatorio en donde se expone que;  $q_1, q_2$  son cantidades de precios determinados por marca  $p_1, p_2$ .

En la teoría de firmas del mercado las cantidades vendidas en el mercado de COURNOT se describen como  $q_1, q_2$ , lo que significa que;

$$(Q_1 + q_1) (Q_2 + q_2)$$

son la cantidad total de producto vendido por las dos empresas.

Si sustituimos en la restricción presupuestaria nos queda:

$$p_1 q_1 + p_2 q_2 = y^*$$

Las acciones presupuestarias no se sumarán a un presupuesto constante.

Supongamos que asumimos:

$$q_1 = A_1 - B_1 p_1 + C_1 p_2, \quad q_2 = A_2 - B_2 p_2 + C_2 p_1$$

Como se sugiere se sustituyendo la restricción presupuestaria obtendremos:

$$p_1 q_1 + p_2 q_2 = A_1 p_1 + A_2 p_2 - B_1 p_1^2 - B_2 p_2^2 + (C_1 + C_2) p_1 p_2$$

Para dar sentido al modelo igualamos para todos los admisibles  $p_1, p_2$ . para que no produzca un error lógico en el modelo donde se plante que; "Una mercancía es homogénea o es heterogénea, característica que no puede cumplirse al mismo tiempo".

En el mercado de COURNOT solo necesitamos el modelo de demanda "inelástica" como lo sugiere varios autores (Puu, T & Norin, A, 2003). Si se deriva de una simple función de utilidad COBB-DOUGLAS, por lo tanto, usando la notación sugerida, se expresa:

$$U = Q_1 Q_2$$

y maximizando bajo una restricción presupuestaria habitual se representa:

$$p_1 Q_1 + p_2 Q_2 = 1$$

Donde el presupuesto normaliza a la unidad;

las soluciones para maximizar la utilidad de COBB-DOUGLAS sujeta a restricciones presupuestarias lineales como; que las cuotas de presupuesto óptimas son constantes, en este caso simétrico, la mitad de cada una, es decir, corresponde a los consumidores decidir cuál puede ser elegido; el precio o la cantidad.

El problema es bastante lógico, porque un producto no puede ser homogéneo en el sentido "Cournot" y no homogéneo en el sentido "Bertrand" al mismo tiempo que; no es nada que los vendedores puedan elegir al idear sus acciones (Puu, T & Norin, A, 2003).

A continuación, suponga una ligera modificación de la función de utilidad para los mercados de Bertrand.

$$U = q_1 q_2 (q_1 + q_2)$$

Tiene un factor tipo Cobb-Douglas  $q_1 q_2$ , aunque multiplicamos por un factor dependiente de la suma  $(q_1 + q_2)$ . Existe nuevamente la restricción presupuestaria.

$$p_1 q_1 + p_2 q_2 = 1$$

El propósito económico de este modelo propuesto es hacer que una combinación de Cournot y Bertrand, en esta dirección han sido un poco confusos, las ideas que los duopolistas podría elegir uno u otro, cantidad de oferta o precio, como parámetro de acción. Sin embargo, solo pueden ser los consumidores quienes decidan si consideran que el producto suministrado es homogéneo o no. Lo que los proveedores pueden hacer es solo concluir y comercializar el producto para convencer a los consumidores de que existen diferentes marcas con sus ventajas definidas.

Varios modelos han permitido el perfeccionamiento de relación de variables intrínsecas en el proceso de lote óptimo entre los cuales mencionamos el modelo de Hall y de Mendoza quienes incorporan el costo de la distribución en el cálculo de lotes óptimos (Valencia, Lambán, & Royo, J, 2014). Explorando en esta dirección el modelo lote óptimo de

producción está basado en el "reconocido modelo EOO" (Economic Order Quantity) el mismo que optimizar el volumen del lote de compra o producción al reducir el resultado de combinar dos costos importantes en la gestión el "Costo Anual total del Inventario" define la suma de los costos de adquisición o compra  $(D * C)$ , costos de emisión de pedidos  $(D/Q) * S$  y costos de almacenamiento  $(Q/2) * H$ .

En el modelo EOO/EPO busca determinar el lote óptimo de producción (representado como  $Q^*$ ) a partir de únicamente los siguientes datos:

$H =$  Costo unitario anual de mantener el inventario

$D =$  Demanda

$S =$  Costo fijo de compra o producción

La Fórmula del modelo de Tamaño Económico de Pedido EOO representa el costo total del inventario es la siguiente:

$$CT = D * C + \left(\frac{D}{Q}\right) * S \left(\frac{Q}{2}\right) * H \quad (1)$$

La ecuación (1) permite identificar que el total de la suma de los todos los costos son detallados por la ausencia del índice logístico, sino que, como su nombre lo indica, se debe considerar únicamente en el en procesos de transporte o el almacenaje de la mercancía.

El lote óptimo se encuentra al derivar e igualar a cero el costo de gestión ilustrado en la siguiente ecuación:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$\int_0^2 H = 2DS$$

(2)

El índice logístico se calculó con:

$$I_{\text{volumen}} = \left( \frac{\text{Volumen de referencia}}{\mu \text{ Volumen de las referencias}} \right)$$

Varias investigaciones identifican que la cantidad económica de pedido se lo puede establecer con en el modelo EOO, modelo que establece el proceso óptimo de la cantidad a producir, o comprar; afirman que en una organización es tal conocido, representando un modelo de cantidad fija el cual busca determinar mediante la igualdad cuantitativa los costos de ordenar y los costos de mantenimiento al menor costo total posible (Hall, R., 1996; Jamal, A., Sarker, R. y Mondal, S. 2004; Yuan, P., Shang, L., Chun, C. y Huei, C., 2011).

Como resultado de esto diferentes investigadores han propuesto recientemente modificaciones al modelo para obtener óptimos más próximos a los reales; entre los modelos desarrollados en los últimos años más destacados se encuentran el de Hall (Hall, 1996) y el de Mendoza (Mendoza, A & Ventura, J, 2008) quienes incorporan el costo de la distribución en el cálculo de lotes óptimos.

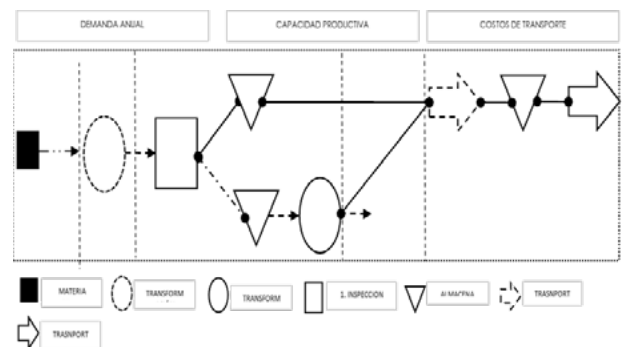
Modelo EOO = Costo variable de materia prima + Costo fijo + Costo variable de producción + Costo variable de re trabajo + Costo variable de la disposición de la chatarra + Índice logístico del transporte (Costo fijo del transporte al cliente + Costo variable del transporte al cliente + Costo variable del transporte interno) + Índice logístico del almacenaje (Costo variable de almacenaje durante la producción + Costo variable de almacenaje durante el re trabajo + Costo variable de almacenaje durante las entregas) + Costo variable de la inspección tras la producción + Costo variable de la inspección tras el re trabajo + Costo variable de mantenimiento por producción + Costo variable de mantenimiento por re trabajo.

Otros trabajos destacados (Sarker & Khan, L, 1999) (Jamal, A, Sarker, & Mondal, S, 2004), incluyen los costos de materia prima, e identifican la necesidad de incorporar costos de conocidos como "Reproceso"; definiendo la importancia que tiene estos en el proceso del cálculo del índice logístico (Yuan, P, Shang, L, Chun, C, & Huei, C, 2011).

$$C_q = rQ + Q + C \sum_i^Q = 1t_i + C_R \sum_j^{Qx} = 1t_i + C_s x \theta_1 Q + nK_1 + I_{\log T} [C_T H + C_{T1} H] + I_{\log A} [h \sum_{i=1}^{Q-1} = t_i + 1^i + h_1 \sum_{i=1}^{Qx} = (t_i)(Qx - j) + hH_1 \sum_{i=1}^{Qx-1} = t_j + 1^j + h(n - 1 | 2n) HT_3] + MQ + MQx + NQ + NxQ \quad (3)$$

En la ecuación (3) se observa que no todos los costos, son descritos de manera que puedan influenciar el cálculo del volumen del índice logístico, sino que, como su nombre lo indica, este solo se debe considerar en procesos como el transporte o el almacenaje, el cual se representante a continuación:

Figura 1. Procesos del transporte y el almacenaje EOO



Fuente: (Carbajal, Tovar, & Zimmerman, 2017)

No obstante, este modelo aún es muy aplicado en varias empresas, varios autores (Jaber, M, Bonney, M, y Moualek, I, 2009) consideran que el cálculo reducido del número de costos que toma en cuenta es demasiado simplista y por lo tanto hace impreciso al modelo.

Dichas aportaciones permiten que se cuenten los tiempos de producción como no constante, sino que sigan una distribución normal, así como el integrar el índice logístico, inductor de

costo que permite ajustar los costos logísticos a una referencia en concreto.

### Método

La investigación determinó como sujeto de aplicación e instrumento de medición a los gerentes y dueños de las MIPYMES, la misma que según la legislación ecuatoriana se puede encontrar observaciones sobre MIPYMES en los artículos 53 y 56 del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, que hablan de las definiciones y del registro único de las MIPYMES.

A continuación, se muestran en la siguiente tabla la Clasificación de las MIPYMES en Ecuador

Tabla 1. Clasificación de MIPYMES – Ecuador

Clasificación de las empresas	Volúmenes de ventas anuales	Personal ocupado
Micro empresa	Menor o igual a 100.000	1 A 9
Pequeña empresa	De 100.001 a 1'000.000	10 A 49
Mediana empresa "A"	De 1'000.001 a 2'000.000	50 A 99
Mediana empresa "B"	De 2'000.001 a 5'000.000	100 A 199
Grande empresa	De 5'000.001 en adelante	200 en adelante

Fuente: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>

Tabla 2. Número de empresas por tamaño de empresa y participación nacional

Tamaño de empresa	Nro. Empresas	% Total
TOTAL	843.745	100,0%
MICROEMPRESA	763.636	90,5%
PEQUEÑA EMPRESA	63.400	7,5%
MEDIANA EMPRESA "A"	7.703	0,9%
MEDIANA EMPRESA "B"	5.143	0,6%
GRANDE EMPRESA	3.863	0,5%

Fuente: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>

De este número de empresas según información el Instituto Nacional de Estadísticas

y Censos (INEC) en línea [revistalideres.ec], alrededor de 200 PYMES han obtenido un sello ISO. De estas, unas 100 son empresas de Quito y 50 de Guayaquil; el resto proviene de otras ciudades del país (INEC, 2010).

Se procede a establecer la fórmula para estimar el tamaño de la muestra a partir de las empresas con certificación ISO y con base en ella se procede a construir la tabla donde se determina una muestra con relación a una población. Los elementos de investigación a quienes se les aplicó el instrumento de medición son los gerentes y dueños de las MIPYMES comerciales.

El tipo de muestreo probabilístico, con base en la tabla de Krejcie y Morgan (1970) citado en (Valencia, J., Lambán, P., y Royo, J. 2014), donde el tamaño de la población y la cantidad de errores determinan el tamaño de la muestra seleccionada al azar.

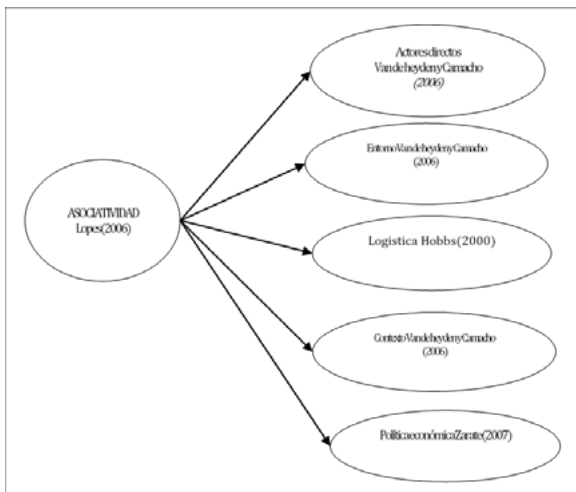
Fórmula:

$$S = \frac{X^2 NP(1 - P)}{d^2 (N - 1)l + X^2 P(1 - P)}$$

Se determinó una muestra de 48 MIPYMES. en este sentido, se obtuvo una muestra de 48 MIPYMES, colocada la población en la tabla, se procedió aplicar una prueba piloto a 20 MIPYMES.

El instrumento que se diseñó para la medición fue tomando con base al diagrama de variables del modelo expost, el cual se yuxtapone al diagrama sagital de variables, donde la matriz metodológica de variables se define de manera conceptual, operacional, y por dimensiones, que establecen indicadores, así como el nivel de medición.

Figura 2. Modelo ex ante <sup>2</sup>



Fuente: (Carbajal, Tovar, & Zimmerman, 2017; Mora Riapira, Vera Colina, & Melgarejo Molina, 2015)

### Resultados

Con respecto a la determinación del nivel de confiabilidad del instrumento de medición, se realizó a la constatación estadística de la prueba piloto donde se obtuvo un alfa de Kaiser-Meyer-Olkin= 0.874, lo que indica un nivel de relación significativo de las variables de estudio

Tabla 3. KMO y prueba de Bartlett

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.	.874	
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	11609,268
	Gl	5
	Sig.	.000

Fuente: Fuente: aplicación de la encuesta

Los resultados de las correlaciones de KMO y prueba de Bartlett<sup>3</sup> y el coeficiente de determinación R<sup>2</sup><sup>4</sup> mostraron correspondencias

<sup>2</sup> Modelo que se construye con base en la evidencia empírica reportada en el estado del arte.

<sup>3</sup> La medida de la adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin contrasta si las correlaciones parciales entre las variables son pequeñas. La prueba de esfericidad de Bartlett contrasta si la matriz de correlaciones es una matriz de identidad, que indicaría que el modelo factorial es inadecuado

<sup>4</sup> El R<sup>2</sup> es el porcentaje de variación de la variable de respuesta que explica su relación con una o más va-

significativas (tablas 4, 5); los valores de las variables establecidas se encuentran entre 0.993 y 0.992, nivel de correlación, lo que indica una correlación moderada mientras que las variables independientes en su conjunto muestran un nivel de correlación del 0.993.

Tabla 4. Variables independientes

	Actores	Logística	Entorno	Políticas Públicas	Asociación
Actores	1	0.050	0.720	0.513	0.923
Logística	0.050	1	0.213	0.313	0.622
Entorno	0.720	0.720	1	0.477	0.923
Políticas Públicas	0.313	0.813	0.420	1	0.713
Asociación	0.923	0.623	0.414	0.803	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>

Modelo	R	R <sup>2</sup>	Ajuste de R <sup>2</sup>	Error estándar de estimación
1	0.997	0.9933	0.992	2.015

Fuente: Elaboración propia

### Discusión

De los resultados preliminares se puede inferir que la dimensión de logística tiene un impacto evidente en la apreciación de la competitividad de los empresarios, observándose coeficientes de correlación menores en este segundo análisis, además de identificar que varias de las relaciones entre las diferentes variables pierden significancia estadística. Lo anterior permite identificar que la asociatividad, además de contribuir de manera significativa mejorar la competitividad de las MYPIMES, ya que demuestra que contribuye a que las demás dimensiones establecidas en el estudio se armonicen y trabajen en función de un mismo objetivo.

A continuación, en la figura 3 se observa la congruencia metodológica, con el planteamiento de las variables<sup>5</sup> y el grado de

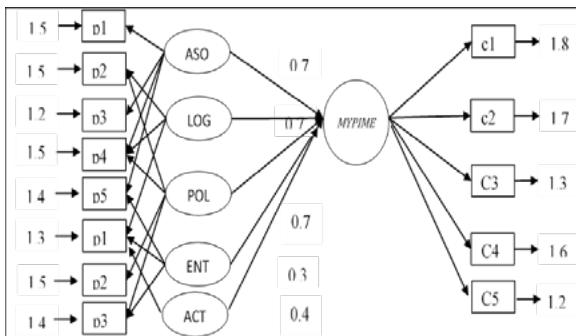
variables predictores

<sup>5</sup> Los óvalos son las variables latentes o constructos, las flechas que unen los óvalos son coeficientes beta y las flechas pequeñas que están al lado de los rectángulos son errores de estimación.



relación de cada variable independiente.

Figura 3. modelación de ecuaciones estructurales



Fuente: Elaboración propia

El propósito de la investigación determinó que los aspectos económicos de los modelos propuestos de Cournot y Bertrand aplican ideas duopolistas que podrían determinar que lo microempresarios llegaren a elegir uno u otro, cantidad de oferta o precio, como parámetro de acción en el índice de menor impacto para el volumen logístico y lote óptimo de producción.

Sin embargo, solo pueden ser los consumidores quienes decidan si consideran que el producto suministrado es homogéneo o no. Lo que hace que los proveedores pueden hacer es solo concluir y comercializar el producto para convencer a los consumidores de que existen diferentes marcas con sus ventajas definidas.

Esto se trata bajo el título que la competitividad empresarial puede aplicar procedimientos matemáticos que permitan medir el riesgo de la aplicación de discriminación de precios en microeconomía estándar. Y esto es precisamente lo que proponemos hacer, aunque necesitamos tres mercados distintos; el mercado común de duopolio (Cournot) y dos mercados de monopolio discriminatorio (Bertrand), uno para cada proveedor.

Sim embargo existe una relación directa y significativa entre la asociatividad y las dimensiones de la competitividad de las MIPYMEs del sector comercio de la zona de estudio, entonces la lógica puede ser rectificada cómo que los competidores pueden influir en

los tamaños de los grupos de consumidores a través de varios dispositivos. Matemáticamente el modelo produce bifurcaciones esto da la posibilidad de estudiar más variables mucho más intrigantes antes de las expuestas.

La variable de Asociatividad de la cadena productiva es mayor mente aceptada y explicada por las MIPYMEs del sector que las demás variables de estudio establecidas como son los; actores directos, logística y políticas de gobierno.

## Referencias bibliográficas

- Baykasoglu, A., y Kapanoglu, V. (2006.). Developing a service costing system and an application for logistics companies. *Journal of Agile*, 9, 13-18.
- Carbajal, L., Tovar, L., y Zimmerman, H. (2017). Modelo de asociatividad en la cadena productiva en las Mipymes agroindustriales. *Contaduría y administración*, 62(4), 1100-1117.
- De La Cruz, I., Morales, J., y Carrasco, G. (2006, May). Construcción de un instrumento de evaluación de capacidades en la empresa: Una propuesta metodológica. In *Memorias del X Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas, AC (ACACIA)*.
- Hall, R. (1996). On the integration of production and distribution. (Methodological, Ed.) *economic order and production quantity implications Transportation Research Part B*., 30(5), 387-403.
- INEC, BM. Reporte de Pobreza por Consumo Ecuador 2006-2014 en línea Fuente: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>
- Jaber, M, Bonney, M, y Moualek, I. (2009.). An economic order quantity model for an imperfect production process with entropy cost.
- Jamal, A, Sarker, R., y Mondal, S. (2004). Optimal

- manufacturing batch size with rework process at a single-stage production system. *Comp. y Ind. Eng.*, 47, pp. 77-89.
- Mendoza, A, y Ventura, J. (2008). Incorporating quantity discounts to the EOO model with transportation costs. *IJPE*, 113, 754-765.
- Mathinson , Gándara , Primera , García. La competitividad de las Pymes manufactureras de Ambato - Ecuador. *Panorama Económico*. 2016;: p. 17-30. <https://www.revistalideres.ec/lideres/sector-mipymes-pleno-crecimiento.html>.
- Mora Riapira, E., Vera Colina , M., y Melgarejo Molina, Z. (2015). Planificación estratégica y niveles de competitividad de las Mipymes del sector comercio en Bogotá. *Estudios gerenciales*, 31(134), 79-87.
- Puu , T , y Norin, A. (2003). Cournot duopoly when the competitors operate under capacity constraints. *Chaos Solitons Fractals* , 18:577–92 .
- Quiroga, D. (2003). Modelo matemático para determinar la competitividad de las Pymes. Cuadernos de Investigación y divulgación. Cali, Colombia: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente
- Rubio, A., y Aragón, A. (2006). Competitividad y recursos estratégicos en la Pyme. *Revista de empresa*, 17(1), 32-47.
- Sánchez, J. J., Osorio, J., y Baena, E. (2007). Algunas aproximaciones al problema de financiamiento de las Pymes en Colombia. *Scientia et technica*, 1(34).
- Sarker, R., y Khan, L. (1999). An optimal batch size for a production system operating under periodic delivery policy. *Computers y Industrial Engineering*, 37, pp. 711-730,.
- Saavedra, M. (2012b). Hacia la competitividad de la Pyme latinoamericana. Macroproyecto de investigación ALAFEC [consultado 20 Oct 2012]. Disponible en:[http://www.alafec.unam.mx/docs/macroyectos/competitividad\\_macro.pdf](http://www.alafec.unam.mx/docs/macroyectos/competitividad_macro.pdf)
- Solleiro, J. L., y Castañón, R. (2005). Competitividad y sistemas de innovación: los retos para la inserción de México en el contexto global. *Revista Iberoamericana*, 5(15), 165-197.
- Tarjizán, J. y. (2006). Organización industrial para la estrategia empresarial,. Chile: Pearson Educacion.
- Yuan, P, Shang, L, Chun, C, y Huei, C. (2011). Mathematical modeling for determining the replenishment policy for EMQ model with rework and multiple shipments, . *Mathematical and computer modeling*
- Valencia, J., Lambán, M. P., y Royo, J. (2014). Modelo analítico para determinar lotes óptimos de producción considerando diversos factores productivos y logísticos. *Dyna*, 81(184), 62-70
- Vera-Colina, M. A., y Mora-Riapira, E. (2011). Líneas de investigación en micro, pequeñas y medianas empresas. Revisión documental y desarrollo en Colombia. *Tendencias*, 12(1), 213-226.
- Vélez, D., Holguín, H., De la Hoz, G. A., Durán, Y., y Gutiérrez, I. (2008). Dinámica de la empresa familiar Pyme: estudio exploratorio en Colombia. FUNDES. Colombia.
- Villacis, J. (2018). Factores de Competencia entre PYMES. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, 2(16).