

Programación Lineal Entera y Continua: Aplicación a Infinity - Artículos de Librería ACN 2020



Integrantes:

- Lizondo, Karen Gisel 39.539.239
- Rivadeneira, Ana Gabriela 39.357.273
- Robles, Belén Daiana 39.729.363
- Valenzuela, María Belén 38.184.922



Índice

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	4
Preguntas de Investigación:.....	4
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	4
Objetivo General:.....	4
Objetivos Específicos:.....	4
Enfoque y Diseño de Investigación:.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
HERRAMIENTA A UTILIZAR.....	6
FUENTE DE LOS DATOS.....	6
Variables de Decisión:.....	7
Función Objetivo:.....	7
Restricciones.....	8
SOLUCIONES CON VARIABLES DE DECISIÓN CONTINUAS.....	11
ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN:.....	12
SOLUCIONES CON VARIABLES DE DECISIÓN ENTERAS.....	13
COMPARACIÓN DE MODELOS.....	14
CONCLUSIONES.....	14
REFERENCIAS.....	15



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer un modelo que permita planificar la producción de los diferentes tipos de cuadernos para satisfacer la demanda y maximizar el margen de contribución para el mes de Julio del 2020. El mismo se planteó con un enfoque cuantitativo, utilizando diseños metodológicos No Experimental de tipo Transversal y Longitudinal con un alcance exploratorio y descriptivo. Como instrumentos para recopilar la información se llevaron a cabo Entrevistas con los expertos del emprendimiento y se obtuvo una base de datos interna.

Los datos fueron utilizados para realizar un pronóstico cualitativo y se procesaron empleando Programación Lineal Continua y Entera, estas últimas mediante el complemento Solver el cual nos permitió llegar a la solución óptima.

Asimismo con las soluciones identificadas en el presente trabajo se pretende proporcionar información valiosa al emprendimiento Infinity, que le permita incrementar su margen de contribución en la producción de los cuadernos.

Palabras Claves: Plan de Producción -Pronóstico -Programación Lineal Continua y Entera.

INTRODUCCIÓN

Infinity - Artículos de Librería es un emprendimiento online que inició sus actividades en octubre de 2018, y se dedica a la comercialización de útiles escolares en San Miguel de Tucumán. Actualmente sumaron a su catálogo cuadernos A4 y A5, cuya producción está a cargo del emprendimiento.

Los cuadernos A4 pueden ser simples, los cuales cuentan con 100 hojas lisas y con portadas simples o bien tener 150 hojas lisas y tener portadas con diseño personalizado. En cuanto a los cuadernos A5 también pueden ser simples y contar con 100 hojas lisas y portadas sin diseño o bien tener 150 hojas lisas con portada personalizada.

Los cuadernos son elaborados con resmas lisas de 75 gramos, tapas de encuadernar plásticas, anillos de pvc transparentes y portadas lisas de colores (para cuadernos simples) o portadas impresas con papel ilustración (para cuadernos con diseño)

En cuanto al proceso de elaboración de los cuadernos A4 se realizan las siguientes cuatro etapas:

1. Conteo de las hojas.
2. Perforado de las hojas.
3. Corte y perforado de la portada.
4. Perforado e impresión de la portada (si se trata de cuadernos con diseño).
5. Anillado.



Asimismo, para el proceso de elaboración de los cuadernos A5 tanto simples como con diseño, se realizan las siguientes cinco etapas:

1. Conteo de las hojas.
2. Corte de las hojas A4 para transformarlas en medida A5.
3. Perforado de las hojas.
4. Corte y perforado de la portada (para cuadernos simples).
5. Corte, perforado e impresión de la portada (si se trata de cuadernos con diseño).
6. Anillado.

DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Actualmente Infinity carece de un plan de producción que le permita determinar la cantidad óptima a producir de cada tipo de cuaderno.

Preguntas de Investigación:

¿Cuáles son los recursos necesarios, los requerimientos y los costos para la elaboración de cuadernos A4 y A5?

¿Cuál es la demanda actual y proyectada para el mes de Julio del 2020 de cuadernos A4 y A5?

¿Qué modelo matemático permite conocer cuál es la mezcla óptima de cuadernos A4 y A5 que maximizan la utilidad de Infinity?

¿Cuáles son las restricciones del modelo?

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Objetivo General:

Proponer un modelo que permita planificar la producción de los diferentes tipos de cuadernos para satisfacer la demanda y maximizar el margen de contribución para el mes de Julio del 2020.

Objetivos Específicos:

- Determinar las requisiciones de tiempo y materiales para la producción.
- Realizar un análisis de costos de producción de cada tipo de cuaderno.
- Evaluar un modelo de pronóstico que nos permita determinar la demanda para el mes de Julio para cada tipo de cuaderno.



Enfoque y Diseño de Investigación:

Para abordar los objetivos planteados, se empleará un enfoque **Cuantitativo** debido a la naturaleza del fenómeno, basado en números para investigar, analizar y comprobar datos e información.

El diseño de Investigación corresponde a **No Experimental Transversal** ya que se recolectarán datos en un solo momento, es decir en un tiempo único en el caso del uso de la Programación Lineal.

Adicionalmente se utilizará otro diseño de investigación No experimental llamado **Longitudinal** para emplear la herramienta de pronósticos, debido a que se recolectarán datos en diferentes momentos del tiempo para poder estimar la demanda de los diversos tipos de cuadernos.

Asimismo, el presente trabajo presenta un alcance **Exploratorio** ya que se quiere investigar un problema poco estudiado en un contexto determinado y **Descriptivo**, dado que se pretende medir y recoger información sobre el problema bajo estudio.

Técnicas de recolección de datos:

- Entrevista con expertos
- Base de datos interna

MARCO TEÓRICO

La programación lineal (PL) es una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, que está diseñada para ayudar a los gerentes en la planeación y toma de decisiones respecto a la asignación de recursos.

Requerimientos de un problema de programación lineal

- Todos los problemas buscan maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general la utilidad o el costo. Nos referimos a esta propiedad como la función objetivo de un problema de PL.
- La segunda propiedad que los problemas de PL tienen en común es la presencia de limitaciones o restricciones, que acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo.
- Tienen que existir cursos de acción alternativos para elegir.
- Los objetivos y las restricciones en los problemas de PL se deben expresar en términos de ecuaciones o desigualdades lineales. El término lineal implica tanto proporcionalidad como adición.
- Se supone que existen condiciones de certeza, es decir, se conocen con certeza el número en el objetivo y en las restricciones, y no cambia durante el periodo de estudio.
- Se hace la suposición de divisibilidad: las soluciones no necesitan ser números enteros. Por el contrario, son divisibles y quizá tomen cualquier valor fraccionario.
- Por último, se supone que todas las respuestas o las variables son no negativas. Los valores negativos de las cantidades físicas son imposibles.



Un modelo de programación entera es un modelo que tiene restricciones y una función objetivo idénticas a las formuladas por la PL. La única diferencia es que una o más de las variables de decisión tienen que tomar un valor entero en la solución final. Existen tres tipos de problemas de programación entera:

1. Los problemas de programación entera pura son casos donde se requiere que todas las variables tengan valores enteros.
2. Los problemas de programación entera mixta son casos en los cuales se requiere que algunas variables de decisión, aunque no todas, tengan valores enteros.
3. Los problemas de programación entera cero-uno son casos especiales donde todas las variables de decisión deben tener valores de solución enteros de 0 o 1.

En cuanto a Pronósticos el objetivo principal es reducir la incertidumbre e intentar hacer mejores estimaciones de lo que sucederá en el futuro.

Los modelos de pronósticos que se clasifican en tres categorías:

- Modelos de Series de Tiempo
- Modelos Causales
- Modelos Cualitativos: En el presente trabajo se emplea dicho modelo para estimar la demanda de cada tipo de cuaderno A4 y A5. El mismo intenta incorporar factores subjetivos o de opiniones en los modelos de pronósticos. Los modelos cualitativos son útiles sobre todo cuando se espera que los factores subjetivos sean muy importantes o cuando es difícil obtener datos cuantitativos precisos.

Dentro de este Modelo se empleará la Técnica de Jurado de opinión ejecutiva. Este método toma las opiniones de un pequeño grupo de gerentes de alto nivel, con frecuencia en combinación con modelos estadísticos y los resultados de la estimación de la demanda.

HERRAMIENTA A UTILIZAR

En el presente trabajo, se desarrollará un modelo matemático basado en la Programación Lineal Continua y Entera mediante el complemento Solver. También se realizará un Pronóstico de tipo Cualitativo para estimar la demanda de los cuadernos para el mes de Julio del corriente año.

FUENTE DE LOS DATOS

Información histórica proveniente de la base de datos interna de la librería. Se recabaron datos de los precios, demanda, costos variables de los productos y requisiciones de los mismos.

DESARROLLO DEL PROBLEMA

A partir de la definición del problema se procedió a la modelización del mismo. Para ello se empleó un modelo de Programación Lineal Continua y Entera, como complemento del mismo se utilizó la herramienta de soporte Solver para la solución.



A partir del uso de programación lineal entera se conocerá cuál es la mezcla óptima de cuadernos a producir, y con programación lineal continua se obtendrán los informes de sensibilidad.

Los datos recolectados para el modelo implican: requisiciones tanto del tiempo de producción como de materiales para cada tipo de cuaderno (A4 y A5, con y sin diseño), demanda real de los productos, precios y análisis de costos e información acerca de la política de compras del emprendimiento.

Variables de Decisión:

Para la modelización se procedió a definir las variables de decisión, es decir aquellos valores susceptibles de cambio que representan las decisiones reales que se tomarán.

Se pretende conocer cuál es la combinación óptima de los cuatro tipos de cuadernos a producir que maximice el margen de contribución, por lo tanto las variables de decisión se las define de la siguiente manera:

X_i = cantidad de cuadernos **A4** a producir

Y_i = cantidad de cuadernos **A5** a producir

$i = 1, 2$; siendo 1 = con portada simple y 2 = con portada de diseño

Función Objetivo:

Para la elaboración de este concepto se realizó un análisis de los costos, dadas las requisiciones, costos totales y unitarios de cada uno de los materiales utilizados para cada tipo de cuaderno. Se detalla a continuación la información obtenida:

Figura 1.0

REQUISICIONES DE MATERIALES				
MATERIAL	A4 SIMPLE	A4 DISEÑO	A5 SIMPLE	A5 DISEÑO
Hojas (unidad)	100	150	50	75
Anillos (unidad)	1	1	1	1
Tapas (unidad)	2	2	1	1
Portada (unidad)	1	1	0,5	0,5

Figura 1.1

Concepto	Costos	Contenido
Resmas	\$ 260	500
Paquete Anillos	\$ 230	50
Paquete Tapas	\$ 280	50
Block Portadas Simples	\$ 100	20
Block Papel Ilustración	\$ 322	100

Fuente: Elaboración Propia



Figura 1.2

COSTOS UNITARIOS	
Hojas	\$0,52
Anillos	\$4,60
Tapas	\$5,60
Portada Simple	\$5,00
Portada con Diseño	\$3,93

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos obtenidos se realizó el costeo para cada tipo de cuaderno:

Figura 1.3

CONCEPTO	A4 SIMPLE	A4 DISEÑO	A5 SIMPLE	A5 DISEÑO
Hojas	\$52,00	\$78,00	\$26,00	\$39,00
Anillos	\$4,60	\$4,60	\$4,60	\$4,60
Tapas	\$11,20	\$11,20	\$5,60	\$5,60
Portada	\$5,00	\$3,93	\$2,50	\$1,97
Total Costos	\$72,80	\$97,73	\$38,70	\$51,17

Fuente: Elaboración propia

A partir del precio de cada tipo de producto, se determinó su correspondiente margen de contribución:

Figura 1.4

Cuaderno	Margen de Contribución
A4 Simple	\$ 57,20
A4 con Diseño	\$ 62,27
A5 Simple	\$ 51,30
A5 con Diseño	\$ 48,83

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la función objetivo obtenida para el presente trabajo está definida de la siguiente manera

F.O. (Maximizar la Contribución Marginal): $\$57,20X_1 + \$62,27X_2 + \$51,30Y_1 + \$48,83Y_2$

Restricciones

Para el modelo realizado se encontraron las siguientes restricciones:



1. **Capacidad:** Las cuales están dadas por el tiempo que requiere la producción de cada tipo de cuaderno en su respectivo proceso y su lado derecho está determinado por el tiempo que requiere el trabajador para la elaboración de los mismos. En este caso se emplea a una persona 2 horas por día durante los siete días de la semana, cumpliendo una carga horaria de 60 horas al mes para la producción de cuadernos. Se considera un mes de 30 días.

Figura 2.0

TIEMPO DE ELABORACIÓN POR UNIDAD (en minutos)				
Proceso	A4 SIMPLE	A4 DISEÑO	A5 SIMPLE	A5 DISEÑO
Conteo	6	7,5	3	4,5
Corte	-	-	6	9
Perforado	8	10,5	8	12
Anillado	3	3	3	4,5
Caratulas Simples	2	3	1,5	2,5
TOTAL	19	24	21,5	32,5
EN HS	0,32	0,40	0,36	0,54

Fuente: Elaboración propia

$$R1: 0,32X1 + 0,4X2 + 0,36Y1 + 0,54Y2 \leq 60$$

2. **Demanda:** De acuerdo a los datos históricos del emprendimiento, se realizó un pronóstico cualitativo de la demanda para el mes de Julio del año 2020, utilizando el juicio de experto en el caso de los cuadernos A4 y A5 simples, tomando como base la demanda de Julio del año anterior y asignándole una tasa de crecimiento. Asimismo, se realizó una estimación por analogía de productos similares para los cuadernos A4 y A5 con portada de diseño ya que estos son productos nuevos para el emprendimiento de Infinity, por lo que no cuenta con una base de datos históricos

En este concepto las restricciones son cuatro, correspondientes cada una a la demanda de cada tipo de cuaderno.

Figura 2.1

MES JULIO DE 2020		
CUADERNO	TASA CRECIMIENTO	DEMANDA PRONOSTICADA
A4 con portada simple	35%	34
A4 con portada personalizada	50%	38
A5 con portada simple	50%	33
A5 con portada personalizada	70%	37

Fuente: Elaboración Propia

$$R2: X1 \geq 34$$

$$R3: X2 \geq 38$$



$$R4: Y1 \geq 33$$

$$R5: Y2 \geq 37$$

3. **Política:** Actualmente se conoce que el emprendimiento cuenta con una política de compras correspondiente a la producción de cuadernos, en la misma se detalla que mensualmente pueden comprarse seis cajas de resmas, cuatro paquetes de anillos, ocho paquetes de tapas plásticas, diez blocks de portadas simples y dos blocks de papel ilustrativo para las portadas con diseño. Su contenido total se detalla a continuación:

Figura 2.2

Concepto	Política compras
Hojas	15000
Anillos	200
Tapas	400
Portadas Simples	200
Papel Ilustración	200

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, estas restricciones estarán dadas por la requisición de materiales de cada tipo de cuaderno (**Figura 1.0**) mientras que su lado derecho representará el total de materiales comprados determinado por la política de compras del emprendimiento. En este concepto se totalizan cinco restricciones, correspondientes a cada material utilizado.

$$R6: 100X1 + 150X2 + 50Y1 + 75Y2 \leq 15000$$

$$R7: X1 + X2 + Y1 + Y2 \leq 200$$

$$R8: 2X1 + 2X2 + Y1 + Y2 \leq 400$$

$$R9: X1 + 0,5Y1 \leq 200$$

$$R10: X2 + 0,5Y2 \leq 200$$

4. **No negatividad:**

$$R11: X1; X2; Y1; Y2 \geq 0$$



SOLUCIONES CON VARIABLES DE DECISIÓN CONTINUAS

El planteo del problema utilizando Excel, con variables de decisión continuas se presenta a continuación:

Figura 3.0

VD	X1	X2	Y1	Y2			
	1	1	1	1			
FO	57,2	62,27	51,3	48,83	219,60		
R. Capacidad	0,32	0,4	0,36	0,54	2	<=	60
R. Política	100	150	50	75	375	<=	15000
R. Política	1	1	1	1	4	<=	200
R. Política	2	2	1	1	6	<=	400
R. Política	1		0,5		1,5	<=	200
R. Política		1		0,5	1,5	<=	200
R. Demanda	1				1	>=	34
R. Demanda		1			1	>=	38
R. Demanda			1		1	>=	33
R. Demanda				1	1	>=	37

Fuente: Elaboración propia

Al utilizar Solver como complemento de Excel, se procedió a correr el programa para llegar a una solución.

Según el modelo empleado, los valores óptimos encontrados para las variables de decisión del problema fueron los siguientes:

Figura 3.1

VD	X1	X2	Y1	Y2			
	40,44	38,00	33,00	37,00			
FO	57,2	62,27	51,3	48,83	8178,90		
R. Capacidad	0,32	0,4	0,36	0,54	60	<=	60
R. Política	100	150	50	75	14168,75	<=	15000
R. Política	1	1	1	1	148,4375	<=	200
R. Política	2	2	1	1	226,875	<=	400
R. Política	1		0,5		56,9375	<=	200
R. Política		1		0,5	56,5	<=	200
R. Demanda	1				40,4375	>=	34
R. Demanda		1			38	>=	38
R. Demanda			1		33	>=	33
R. Demanda				1	37	>=	37

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para maximizar la contribución marginal se deberían producir 40,44 cuadernos A4 con portada simple, 38 cuadernos A4 con portada de diseño, 33 cuadernos A5 con portada simple y 37 cuadernos A5 con portada de diseño, obteniendo así un margen de contribución máximo de \$8178,9.



ANÁLISIS DE LA SOLUCION:

Rango de Optimalidad

Figura 4.1

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	RANGO OPTIMALIDAD	
\$B\$2	X1	40,4375	0	57,2	1E+30	7,384	49,816	1E+30
\$C\$2	X2	38	0	62,27	9,23	1E+30	-1E+30	71,5
\$D\$2	Y1	33	0	51,3	13,05	1E+30	-1E+30	64,35
\$E\$2	Y2	37	0	48,83	47,695	1E+30	-1E+30	96,525

Fuente: Elaboración propia

El mismo indica cuanto puede oscilar en un rango de valores (aumentar o disminuir) el coeficiente objetivo (margen de contribución por unidad de cuaderno) sin que se vea afectado el conjunto solución. Por ejemplo, en el caso de los cuadernos A4 con portada simple, el margen unitario puede disminuir su valor en \$7,38 y así la función objetivo seguirá conservando los valores óptimos de la solución. Asimismo, el margen de los cuadernos A4 con portada de diseño, A5 con portada simple y A5 con portada de diseño, podrían incrementarse en \$9,29, \$13,05 y \$47,69 respectivamente. Estos últimos se justifican tanto con la disminución de los costos unitarios, como con el incremento del precio de los cuadernos.

El coste reducido se puede interpretar como el valor que debería cambiar el coeficiente objetivo para que sea conveniente producir al menos una unidad de la variable en estudio. En la tabla se observa que el valor en el coste reducido para cada una de las variables es igual a 0 dado que para todas ellas se produce al menos una unidad, es decir que nuestra producción es distinta de cero para cada tipo de cuaderno.

Precio Sombra

Figura 4.2

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	RANGO FACTIBILIDAD	
\$F\$10	R. Demanda	40,4375	0	34	6,4375	1E+30		
\$F\$11	R. Demanda	38	-9,23	38	5,15	38	0	43,15
\$F\$12	R. Demanda	33	-13,05	33	5,722222222	13,3	19,7	38,72
\$F\$13	R. Demanda	37	-47,695	37	3,814814815	8,866666667	28,13	40,81
\$F\$4	R. Capacidad	60	178,75	60	2,66	2,06	57,94	62,66
\$F\$5	R. Política	14168,75	0	15000	1E+30	831,25		
\$F\$6	R. Política	148,4375	0	200	1E+30	51,5625		
\$F\$7	R. Política	226,875	0	400	1E+30	173,125		
\$F\$8	R. Política	56,9375	0	200	1E+30	143,0625		
\$F\$9	R. Política	56,5	0	200	1E+30	143,5		

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se detalla la información obtenida para las restricciones vinculantes o cuellos de botella del modelo.

Considerando que el Precio Sombra para las restricciones de la demanda de los cuadernos A4 con portada de diseño, A5 con portada simple y de diseño son -\$9,23, -\$13,05 y -\$47,69 respectivamente, significa que al incrementarse en una unidad la demanda de los mismos, siempre que esta se encuentre dentro del Rango de Factibilidad, representara una disminución de dichos valores en el margen de contribución de la función objetivo.

Con respecto a la restricción de capacidad, un aumento en una hora de mano de obra indicaría un aumento en el margen de contribución total de \$178,75.

SOLUCIONES CON VARIABLES DE DECISIÓN ENTERAS

El planteo del modelo para variables enteras es el mismo que fue utilizado para las variables continuas. Como restricción adicional en el complemento Solver se señaló que los valores tomados por las variables de decisión deben ser puramente enteros. Los resultados para el modelo fueron los siguientes:

Figura 5.1

VD	X1	X2	Y1	Y2			
	40	38	33	37			
FO	57,2	62,27	51,3	48,83	8153,87		
R. Capacidad	0,32	0,4	0,36	0,54	60	<=	60
R. Política	100	150	50	75	14125	<=	15000
R. Política	1	1	1	1	148	<=	200
R. Política	2	2	1	1	226	<=	400
R. Política	1		0,5		56,5	<=	200
R. Política		1		0,5	56,5	<=	200
R. Demanda	1				40	>=	34
R. Demanda		1			38	>=	38
R. Demanda			1		33	>=	33
R. Demanda				1	37	>=	37

Fuente: Elaboración propia

Se Observa que para maximizar la contribución marginal se deberían producir 40 cuadernos A4 con portada simple, 38 cuadernos A4 con portada de diseño, 33 cuadernos A5 con portada simple y 37 cuadernos A5 con portada de diseño, obteniendo así un margen de contribución máximo de \$8153,87.



COMPARACIÓN DE MODELOS

Figura 6.1

CUADERNOS	PROGRAMACIÓN LINEAL	
	CONTINUA	ENTERA
A4 Simple	40,44	40
A4 Diseño	38	38
A5 Simple	33	33
A5 Diseño	37	37
Función Objetivo	\$ 8.178,90	\$ 8.153,87

Fuente: Elaboración propia

A partir del cuadro comparativo, puede observarse que en el caso de la solución con Programación Lineal Entera la contribución marginal disminuye a \$8153,87 debido a que arroja los valores exactos de los cuadernos que se deben producir.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las diferentes alternativas que permitirán mejorar el modelo:

1. En primera instancia se recomienda aumentar hasta 2,66 horas de mano de obra para la producción de cuadernos. Si esto ocurriese, el margen de contribución total se incrementa en \$475,48.
2. El producto que posee la mejor relación costo-beneficio es el cuaderno A4 con portada simple. Por lo cual se recomienda realizar esfuerzos de venta que incrementen la demanda de los mismos, ya que esto dará un aumento en el margen de contribución.
3. Debido a la reciente inversión en el equipo necesario para realizar las portadas personalizadas de los cuadernos A4 y A5, se recomienda que las decisiones a tomar se encuentren enfocadas en recuperar dicha inversión. Por lo tanto, lo que permitirá que las unidades óptimas a producir de cuadernos A4 se incrementen será que su margen de contribución también lo haga en un importe mayor a \$71.50, aumento que se traducirá a un incremento superior a \$9.23 en su precio de venta, ya que los costos no pueden disminuirse. En cuanto a los cuadernos A5 de este tipo, su precio deberá aumentar en \$47.70, para que sea rentable producir al menos una unidad más.



REFERENCIAS

Métodos cuantitativos para los negocios (11° Edición), Barry Render, Ralph Stair y Michael Hanna. Editorial Peranson.

Metodología de la Investigación (6° Edición), Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. Editorial McGraw-Hill.

Hansen D., Mowen M. (2007) Administración de Costos. Contabilidad y Control. Mexico D.F., Mexico: Ceengage Learning.