



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E
INFORMÁTICA

ECONOMÍA

**OPTIMIZACIÓN EN LA
FORMULACIÓN DE UN PROYECTO
DE INVERSIÓN EN LA
AGROINDUSTRIA LECHERA, EN LA
UNIDAD DE TECNOLOGÍA LECHERA
CHAPINGO.**

CARLOS MARTÍN CORTÉZ REYES

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

2022



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **Optimización en la formulación de un proyecto de inversión en la agroindustria lechera, en la unidad de tecnología lechera Chapingo**, realizada por el estudiante: **Carlos Martín Cortéz Reyes**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO (A)

FIRMA

DR. OSCAR ANTONIO ARAÑA CORONADO

ASESORA

FIRMA

DRA. LAURA ELENA GARZA BUENO

ASESOR

FIRMA

DR. MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR

FIRMA

DR. GABRIEL ARCÁNGEL RODRÍGUEZ YAM

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, septiembre de 2022.

OPTIMIZACIÓN EN LA FORMULACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN LA AGROINDUSTRIA LECHERA, EN LA UNIDAD DE TECNOLOGÍA LECHERA CHAPINGO

Carlos Martín Cortéz Reyes, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022

RESUMEN

La elaboración de alimentos lácteos es una industria importante en las economías desarrolladas y en vías de desarrollo del mundo. En estos tiempos de crisis alimentaria, crisis económica mundial y aumento de la pobreza, secuelas de la pandemia covid-19, de las guerras, es necesario mejorar el desempeño de las Unidades de Producción de Lácteos (UPL) como instrumento estratégico de desarrollo.

La presente investigación se realizó en dos partes, bajo el enfoque de la economía de la producción agrícola en la UPL de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) llamada Unidad de Tecnología Lechera (UTL). La primera parte tuvo como objetivo estimar la rentabilidad, mediante una matriz de análisis de políticas (MAP) con base en los presupuestos privados y económicos del año 2020, con la finalidad de medir la eficiencia en sus sistemas de producción. Se obtuvo ganancias a precios de mercado de \$613,068 por el queso tipo Chapingo, \$1,047,500 por la pasteurización de leche y \$1,263,129 por el yogurt de frutas. A precios privados la producción de leche pasteurizada, yogurt de frutas y queso tipo Chapingo son rentables y competitivos.

El objetivo de la segunda parte fue la optimización de la rentabilidad de la UPL, mediante un modelo de programación matemática (PM). Se encontró que al maximizar el ingreso neto de la UPL este fue mayor que la situación actual sin un manejo optimizado. Se consideraron 11 variables de decisión en la función objetivo (FO), sujeta a 20 restricciones. Estas se plantearon con base en los requerimientos de la demanda de subproductos lácteos y por restricciones de producción. Se modelaron tres escenarios, entre el primer y tercer escenario el ingreso aumentó 41.02%. Entre el segundo y tercero aumentó 46.16% lo que significó un aumento de \$58,800.00 y \$63,840.00 respectivamente por semana.

Palabras clave: MAP, Rentabilidad, Ventaja Comparativa, Competitividad, Programación Lineal, Optimización, Función Objetivo, Restricciones, Costo Reducido y Precios Sombra.

OPTIMIZATION IN THE FORMULATION OF AN INVESTMENT PROJECT IN THE DAIRY AGROINDUSTRY, IN THE CHAPINGO DAIRY TECHNOLOGY UNIT

**Carlos Martín Cortéz Reyes, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022**

ABSTRACT

Dairy food processing is an important industry in the developed and developing economies of the world. In times of food crisis, global economic crisis and increased poverty, consequences of the covid-19 pandemic, and wars, it is necessary to improve the performance of the Dairy Production Units (UPL) as a strategic development instrument.

The present investigation was carried out in two parts, under the approach of the economics of agricultural production at the UPL of the Chapingo Autonomous University (UACH) know as Dairy Technology Unit (UTL). The first part aimed to estimate profitability, through a policy analysis matrix (MAP) based on private and economic budgets for the year 2020, in order to measure the efficiency of their production systems. Profits at market prices of \$613,068 were obtained from the sailing of Chapingo-type cheese, \$1,047,500 from milk pasteurization and \$1,263,129 from fruit yogurt. At private prices, the production of pasteurized milk, fruit yogurt and Chapingo-type cheese are profitable and competitive.

The objective of the second part was to optimize the profitability of the UPL, through a mathematical programming model (PM). It was found that the maximize net income of the UPL was greater than the current situation without optimized management. 11 decision variables are considered in the objective function (FO), subject to 20 restrictions based on the requirements of the demand for dairy by-products and production restrictions. Three scenarios were modeled, between the first and third scenario the income increased 41.02%. Between the second and third, it increased 46.16%, which meant an increase of \$58,800.00 and \$63,840.00, respectively, per week.

Key words: MAP, Profitability, Comparative Advantage, Competitiveness, Linear Programming, Optimization, Objective Function, Constraints, Reduced Cost, and Shadow Prices.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Por su meritorio apoyo al brindarme la beca económica para la realización de mi estudio de Doctorado en Ciencias.

Al Colegio de Postgraduados

Por permitir formarme académicamente en el Postgrado de Socioeconómica, Estadística e Informática (PSEI-Economía), por los invaluable conocimientos que he adquirido y las valiosas experiencias.

Al Campus Montecillo

A todos los Profesores con los que cursé, por enseñarme y compartir sus conocimientos y experiencias.

A todos y cada uno de mis amigos y compañeros de clases, por haberme mostrado que al colegio no solo se viene a estudiar, sino también a convivir y ser feliz.

A mi consejo Particular

Dr. Oscar Antonio Arana Coronado, por su valioso apoyo e incondicional orientación, la cual me ha permitido concluir exitosamente este proyecto de investigación, de igual manera por brindarme su invaluable amistad.

Dra. Laura Elena Garza Bueno, por todos sus conocimientos y enseñanzas brindadas durante este tiempo de estudio, además por su apoyo y tolerancia para la realización de este trabajo de investigación.

Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, por compartir sus conocimientos y sus lógicas de el conocimiento.

Dr. Gabriel Arcángel Rodríguez Yam, por todo su apoyo, tiempo y consejos que me ha brindado desde que comencé este proyecto.

DEDICATORIA

A mi Dios, que en todo momento de felicidad o adversidad me ha acompañado y ha estado presente para hacer de mí *una buena persona*.

A mi Madre Ame Reyes, por la alegría y el significado que le das a mi vida al ser mi inspiración, porque cualquier persona quisiera tener como yo te tengo a ti, *te amo*.

A ti padre Carlos Cortéz, por todas y cada una de tus enseñanzas para seguir adelante, gracias a tus consejos que me han de servir para toda la vida, *porque tú eres mi fuerza*.

A ti Gaby, por estar junto a mí en todo momento y no abandonar el barco en el que un día decidimos navegar juntos, gracias por ser *mi compañera de vida, te amo*.

A Carlitos, Regis y Mariana, que cuando siento que no puedo más, los miro y me doy cuenta de que por ustedes soy capaz de luchar con todo, son *mi razón de vivir*.

A ti hermana Carla Paulina y a tu familia que en todo momento me han brindado su brazo para sostenerme, sobre todo en las adversidades, siempre serán *mis confidentes, los quiero mucho*.

Con todo mi amor y cariño
Carlos Martin Cortéz Reyes

CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
SIGLAS, ABREVIATURAS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Marco teórico y conceptual.....	3
1.2.1. La ventaja comparativa.....	3
1.2.2. La economía de la producción.....	4
1.3. Justificación.....	5
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	7
2.1. Objetivo General.....	7
2.1.1. Objetivos Específicos.....	7
2.2. Hipótesis General.....	7
2.2.1. Hipótesis Específicas.....	7
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
3.1. De las unidades de producción (UP) en universidades.....	8
3.2. De la matriz de análisis de política (MAP).....	13
3.3. De la optimización con programación matemática (PM).....	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1. Diseño de la Matriz de Análisis de Política (MAP).....	21
4.2. Modelo de Programación Matemática (PM).....	24
4.3. Objeto de estudio en la operación de la UPL.....	28
4.3.1. Pasteurización de leche.....	28
4.3.2. Elaboración de yogurt con fruta.....	28
4.3.3. Elaboración de queso tipo Chapingo.....	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL.....	31

5.1.	MAP de la UPL en 2020.	31
5.2.	Modelo de PM, para la UPL en 2020.	40
6.	CONCLUSIÓN	46
7.	LITERATURA CITADA.	48
	ANEXOS.	53
	Matrices auxiliares de coeficientes para la determinación de la MAP de la UPL.	53
	Parámetros de elaboración de productos de leche en la UPL.	53
	Cantidad de insumos usados por día en cada producto.	54
	Programación anual de la producción.	54
	Estructura de costos de producción.	55
	Análisis del ingreso.	55
	Estructura del ingreso.	56
	Costos fijos y variables.	56
	Modelos de escenarios e informes de sensibilidad para la UPL en 2020.	57
	Escenario uno.	57
	Informe de sensibilidad del escenario uno.	58
	Escenario dos.	59
	Informe de sensibilidad dos.	60
	Escenario tres.	61
	Informe de sensibilidad tres.	62
	Escenario cuatro.	63
	Informe de sensibilidad cuatro.	64

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de Análisis de Política.	22
Cuadro 2. Variables de decisión para la función objetivo.	25
Cuadro 3. Coeficientes técnicos para las limitaciones de restricciones.	26
Cuadro 4. Presupuesto a precios privados de la UPL en 2020.	32
Cuadro 5. Presupuesto a precios económicos de la UPL en 2020.	32
Cuadro 6. Efectos netos de política de la UPL en 2020.	34
Cuadro 7. Indicadores de competitividad, ventaja comparativa y subsidios en 2020.	35
Cuadro 8. Matriz de la ventaja comparativa y competitividad.	38
Cuadro 9. Ventaja comparativa y protección.	39
Cuadro 10. Resultados de la FO Optimizada de los escenarios en la UPL en 2020.	40
Cuadro 11. Contraste del valor final y precio sombra, de los escenarios.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contraste de costos e ingresos obtenidos del modelo de PM de la UPL, en 2020. 42

SIGLAS, ABREVIATURAS

DIA	Departamento de Ingeniería Agroindustrial.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FO	Función Objetivo.
IES	Instituciones de Educación Superior.
LB	Leche Bronca.
LP	Leche Pasteurizada.
MAP	Matriz de Análisis de Políticas.
PM	Modelo de Programación Matemática.
PQCH	Producción de Queso Chapingo.
PQO	Producción de Queso Oaxaca.
PQP	Producción de Queso Panela.
PY	Producción de Yogurt.
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
UACH	Universidad Autónoma Chapingo.
UP	Unidades de Producción.
UPL	Unidad de Producción de Lácteos.
UTL	Unidad de Tecnología Lechera.
VLPC	Venta de Leche Pasteurizada para Consumo.
VQCH	Venta de Queso Chapingo.
VQO	Venta de Queso Oaxaca.

VQP Venta de Queso panela.

VY Venta de Yogurt.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

La Universidad Autónoma Chapingo (UACH) dentro de su patrimonio cuenta con diversas unidades de producción generadores de recursos, entre las que destacan, la unidad de producción de lácteos (UPL) conocida como unidad de tecnología lechera (UTL), granja San Jacinto, unidad de producción de engorda de novillos, unidad de producción de engorda de ovinos, unidad de producción de hortalizas, unidad de producción de lácteos granja, unidad de producción de lácteos Campo y una Planta de alimentos, para apoyar al cumplimiento de las necesidades en las actividades sustantivas de la UACH.

Dados los fines de formación de las Instituciones de Educación Superior (IES), se debe de entender a las unidades de producción (UP) como aquel ente u organismo social debidamente constituido (personalidad jurídica), conformado por recursos que generalmente son humanos, materiales y financieros, que interactúan y que se ven afectados por factores exógenos o incontrolables que limitan o favorecen su utilización (Alvarado Martínez, 2001)

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural -SADER- (2020), afirma que una UP agropecuaria es elemento indispensable de desarrollo y define a la unidad de producción como el conjunto de terrenos, infraestructura, maquinaria, equipo, animales, y otros bienes utilizados en las actividades agropecuarias.

Desde hace algunos años un grave problema o uno de los principales retos al que tanto los gobiernos y las instituciones como lo son las Universidades, así como organizaciones y el sector privado enfrentan, para permitir al sector agropecuario que a través de las UP se acelere su desarrollo y la reducción de la pobreza por sí mismo, es proveerles servicios públicos, así como planearlos con un marco institucional adecuado y dotarlos de incentivos y recursos (Dixon et al., 2001)

Diversos estudios determinaron que la mayoría de las UP no cumplen con su objetivo, el de ser fuente generadora de ingresos, sino que, más bien, son asistidos por Instituciones con el pago al personal que labora en ellos, así como de servicios de agua y luz, entre otros requerimientos (Alvarado, 2003).

Algunos años atrás dotar a las UP, especialmente a las de las Instituciones como las Universidades, de un nuevo marco institucional y un manejo de tipo empresarial, que les permita desarrollar sus actividades competitivas con plena capacidad para generar recursos propios, es y ha sido preocupación de las autoridades en turno que se han encontrado al frente de ellas.

Por lo anterior la UPL en estudio, cuenta con la infraestructura suficiente y necesaria para acrecentar su productividad y competitividad, estudiar bajo una perspectiva económica-productiva el sistema de producción de los derivados lácteos que allí se elaboran, resulta pertinente contribuir con el desarrollo de la agroindustria lechera, favorecer la soberanía alimentaria nacional, y al mismo tiempo fortalecer su competitividad y sostenibilidad con proyecciones de generar empleos e ingresos, mediante este estudio.

Las UPL tienen como característica primordial realizar labores de tipo económico, generar recursos propios y ofertar productos con valor agregado.

Para el caso que nos ocupa en la presente investigación la UPL de la UACH, se inauguró en los años 70 y a través de los últimos años se ha modernizado adquiriendo equipos completos para brindar la tecnología de los procesos de la leche, en la pasteurización y la elaboración de sus derivados, ya que actualmente tiene una capacidad de procesamiento de 5000 l de leche bronca diariamente.

La UPL está ubicada en Calle del Río 107, San Diego, 56200 Texcoco, México, dentro de los campos experimentales de la UACH y tiene como objetivo contribuir en la formación práctica de los estudiantes de la Universidad, preferentemente del Departamento de Ingeniería Agroindustrial (DIA).

Para llevar a cabo dicho estudio, se cuenta con registros contables de los últimos cinco años, ya que por disposición de las autoridades fiscales se deben guardar la contabilidad durante un plazo de este tiempo.

1.2. Marco teórico y conceptual.

1.2.1. La ventaja comparativa.

Bajo-Rubio (1996), Sánchez (2008) y Pat et al., (2009), coinciden al afirmar que la teoría de la ventaja comparativa asociada con la obra de David Ricardo, donde a partir de unos supuestos estableció que cada país deberá especializarse en la producción y exportación de aquellos productos cuyos costos relativos, a los otros bienes, sean menores que en el resto de los países

En la primera mitad del siglo XX Gottfried Haberler, señala que la ley de la ventaja comparativa puede ser explicada en términos de la teoría del costo de oportunidad. Esta plantea que el costo de un bien es la cantidad de un segundo bien a cuya producción debe renunciarse con el fin de liberar factores de producción en una cantidad apenas suficiente para producir una unidad adicional del primer bien (Rice, 2013).

La ventaja comparativa fue reformulada posteriormente en términos de la microeconomía neoclásica. A partir de esto se deduce el Teorema de Heckscher-Ohlin: un país exportaría el bien que utiliza intensivamente su factor relativamente abundante e importaría el bien que utiliza intensivamente su factor relativamente escaso (Bajo-Rubio, 1996).

Desde la perspectiva de Porter, la idea del éxito empresarial se centra en la necesidad que tiene una organización de alcanzar condiciones diferenciales positivas frente a los competidores, aspecto que la hace ser más atractiva para los compradores y el mercado en general. Consecuentemente la competencia es el elemento que determina el éxito o fracaso de una compañía (Porter, 1987).

Monke y Pearson analizan en la MAP la competitividad medida en términos de rentabilidad privada a precios de mercado y la ventaja comparativa medida en término de eficiencia en el uso de los recursos domésticos de producción a precios sociales o costos de oportunidad (Silvestre et al., 2003).

Las ventajas comparativas en la agricultura pueden derivarse de factores como el clima, la calidad del suelo, el incremento de la productividad, la reducción del costo de producción, el acceso a la tecnología e información, las obras de irrigación, las carreteras, el servicio de investigación y extensión, el servicio de información de mercados, el sistema financiero, la formación de capital humano, la especialización de la mano de obra, entre otros factores (CEPAL, 2020)

Tsakok en 1990 define la ventaja comparativa como el conjunto de diferencias que tienen dos países en la eficiencia en la producción, donde el país que presente el costo de oportunidad más bajo es relativamente más eficiente y, por lo tanto, tiene ventaja comparativa. (Z. T. I. Jiménez et al., 2020).

La dinámica sobre la cual una empresa es percibida como exitosa dependerá en gran medida de poder identificar qué elementos generan factores de productividad y competitividad. Esto implica la creación de valores agregados por parte de la compañía como condición fundamental, en función de poder lograr la capacidad de generar y retener clientes (Kotler & Armstrong, 2008).

1.2.2. La economía de la producción.

Este estudio fue bajo una perspectiva económica-productiva el sistema de producción de los derivados lácteos de la UPL, ya que bajo este enfoque desde el siglo XVIII con la famosa obra de Adam Smith La riqueza de las naciones, los economistas se han basado en gran medida las palabras para expresar las relaciones económicas entre la economía y la producción agrícola (Hurtado, 2003).

Bajo el enfoque de la economía de la producción las matemáticas abrieron nuevas puertas para expresar relaciones complicadas y por el lado de la producción, al no existir límites en cuanto al número de insumos que una función de producción puede utilizar. (Debertin, 2012).

La economía por el lado de la producción estudia el uso eficiente de los recursos escasos para satisfacción de la humanidad, los recursos escasos son los recursos naturales, insumos, productos, subproductos y dentro de los insumos escasos se encuentra la tierra, agua, mano de obra, capital, rendimientos de cultivos, recursos materiales, recursos humanos, tiempo, etc. (Domínguez et al., 2019).

De igual forma la economía de la producción analiza las opciones que enfrenta el productor al maximizar la utilidad y verse motivado por el deseo de ganar dinero, pero con limitaciones de disponibilidad de recursos (Debertin, 2012).

La FAO, señala que el incremento de la productividad al interior de las UP acelerará el crecimiento agrícola, ya que es un factor efectivo tanto para el desarrollo económico como para la reducción de la pobreza (FAO, 2004).

En México, durante las dos últimas décadas del siglo pasado los presupuestos universitarios eran asignados en función directa de los presupuestos de años anteriores, incrementados por la proporción en el crecimiento de la matrícula. Agotado este esquema, los presupuestos de las universidades fueron congelados, para dar paso al financiamiento a partir de proyectos, que año con año debían ser elaborados y evaluados. De igual manera aún está pendiente el diseño de políticas públicas que sistemáticamente incentiven el involucramiento de las universidades en la producción de conocimiento destinado a los sectores productivo y social (Arechavala & Sánchez, 2017).

Las UP de las Universidades vistas como negocios son fuentes generadoras de empleo y contribuyen directamente al aumento del PIB en la mayoría de los países alrededor del mundo (Galvis & Galvis, 2017).

La SADER reconoce el alto valor de las UP para revertir los problemas relacionados con la productividad y competitividad del sector agropecuario, debido a que México enfrenta una situación de alta dependencia alimentaria del exterior, porque importamos casi la mitad de los alimentos que comemos y también la mayor parte de insumos, maquinaria, equipo, implementos y combustibles para el sector Agropecuario (SADER, 2020)

Bajo la perspectiva del sector privado o empresarial, la ventaja de lograr que los productos de las UPL del sector agrícola pudieran acceder a nuevos mercados, implica estudiar no sólo sus dinámicas productivas, sino que también las etapas de sus procesos administrativos para que se pueda argumentar que las unidades de producción, más allá de su objetivo social que se planteó como una estrategia que buscaba el buen vivir en la ruralidad y generar empleos e ingresos (Alvarado Vélez et al., 2020).

1.3. Justificación.

La UPL tiene funciones relacionadas a las actividades sustantivas de la UACH y al quehacer diario al interior de la Universidad, por lo que es necesario destacar las funciones que se refieran a su entorno exterior.

Analizar a la UPL como empresa privada, fue relevante al usar la MAP, ya que me permitió identificar la problemática de los sistemas de producción y toma de decisiones. De igual forma se

identificaron las ventajas comparativas con base en los presupuestos privados y económicos, al medir los efectos de apertura comercial y la eficiencia en los sistemas de producción de la UPL.

Al optimizar la UPL tendrá relevancia en la obtención de recursos económicos, al comercializar en un mercado al exterior de la UACH los productos lácteos producidos en esta área, como son la pasteurización de leche y la producción de derivados como queso, crema, yogurt y lácteos fermentados.

Trascenderá al brindar asistencia técnica a estudiantes de otras universidades y al público en general que desee capacitarse a través de cursos específicos, con lo que se fomentará la creación de redes de cooperación y valor, ya que hoy en día es indispensable la integración de redes de valor agropecuarias, como estrategia empresarial para penetrar en un mercado cada vez más globalizado.

Estudiar bajo el enfoque de la economía de la producción agrícola la elaboración de los derivados lácteos, esbozo la conformación de un sistema institucional de procesamiento de productos lácteos, cuya operación redunde en la generación de recursos económicos para el departamento a cargo el DIA y la UACH.

Para la academia la relevancia de la optimización de las unidades de producción agrícola que pertenecen a alguna institución como las Universidades, es porque les permitirá desarrollar actividades de docencia e Investigación, generando la cooperación entre diversas universidades y la integración de redes de valor en el sector agropecuario del País.

Para posteriores análisis económicos la relevancia de la optimización de las unidades de producción agrícola, que pertenecen a alguna institución como las Universidades, es porque podrán ser vistas como entes empresariales con plena capacidad para generar recursos propios, ya que en la mayoría si no es que, en todos los casos, las UP de las Universidades no buscan tener una mejor rentabilidad.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo General.

El objetivo de la investigación fue la optimización de la rentabilidad de la UPL, mediante una matriz de análisis de política (MAP) y un modelo de programación matemática (PM), que redunde en penetrar en nuevos mercados y genere más recursos económicos.

2.1.1. Objetivos Específicos.

- Identificar las ventajas comparativas con base en los presupuestos privados y económicos al medir la eficiencia en sus sistemas de producción.
- Plantear la función objetivo de producción, similar a la situación actual con que se maneja.
- Maximizar el ingreso neto, al elegir la combinación optima de productos a elaborar.

2.2. Hipótesis General.

Se espera que al maximizar el ingreso neto en al menos un 10%, la UPL sea más rentable que sin un manejo optimizado.

2.2.1. Hipótesis Específicas.

- El contraste de los presupuestos privado y económico le permitirá ser rentable y autosuficiente, o no.
- La competitividad y la sustentabilidad aumentará, conforme se eliminen los subsidios institucionales como el pago de personal y servicios de agua, energía eléctrica, entre otros.
- Al optimizar la producción, esta minimizará los costos variables que la situación actual sin operación optimizada.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. De las unidades de producción (UP) en universidades.

En 2020 en la investigación *Estado del proceso administrativo en las unidades de producción agropecuaria de Santo Domingo, Ecuador*, se menciona que desde una perspectiva empresarial, el beneficio de establecer políticas para que la producción de las Unidades de Producción Agrícola pudieran acceder hacia los mercados, implicaba repensar no sólo sus dinámicas productivas, sino que también las fases de sus procesos administrativos, particularmente, de los productores vinculados a la agricultura familiar campesina. Concluyen que los dueños son operadores agropecuarios pasivos, que no solo se enfrentan a las limitaciones de acceso a redes de apoyo agropecuario, políticas y regulaciones gubernamentales y un entorno general poco favorable desde el punto de vista económico, sino que también están influenciados y limitados por su falta de destreza o experiencia en materia agropecuaria y comercial. Por estas razones, se evidencia que la falta de dinamismo empresarial de los dueños de estas UPA resalta la necesidad de claridad tanto para los propios agricultores como para las partes interesadas más amplias de la economía rural (Alvarado Vélez et al., 2020).

En 2017 en el artículo *Gestión Del Conocimiento En Universidades Públicas Mexicanas* publican que las universidades públicas en México son instituciones dedicadas a la generación y aplicación del conocimiento, sin embargo, no se ha realizado una valoración de sus contribuciones a la sociedad, medida por su valor de mercado. En un futuro, las universidades públicas en México tendrán que determinar su valor, lo anterior, ha ocasionado que las universidades se interesen en incrementar sus indicadores de productividad, estas necesitan gestionar con mayor eficiencia el conocimiento para incrementar su productividad y ser competitivas. Concluyen que cuando las instituciones educativas reflexionen sobre la importancia del factor conocimiento, comprenderán que es necesario utilizarlo en beneficio de la sociedad, ya que la riqueza de las naciones depende de maximizar la riqueza de los factores de la producción y en estas instituciones no se potencializa este factor (A. L. Jiménez et al., 2017)

En la publicación *Estrategias de Innovación Desarrolladas por los Centros de Investigación de las Universidades Públicas del Departamento de la Guajira, Colombia*, se analizan las estrategias de innovación utilizadas por los centros de investigación constituidos dentro de las instituciones

públicas de educación superior atendiendo la política educativa del gobierno colombiano, cuyo objetivo es transformar el sistema educativo en magnitud y pertinencia para garantizar la competitividad del país, conseguir una mejor calidad de vida y mayor equidad, teniendo claro que esta transformación se logra a través de las universidades, las cuales de manera permanente deben constituir alianzas estratégicas estado-universidad-empresa. Los resultados encontrados son que los centros de investigación de las universidades públicas cuentan con escaso personal con las competencias necesarias para el desarrollo de actividades, destinan poco presupuesto y los investigadores se sienten poco incentivados para el desarrollo de este tipo de actividades, pues se otorgan mínimamente estímulos al personal. Es necesario potenciar las actividades ligadas a la I+D+I que sean generadoras de avances sociales y que de esta forma se conviertan en incremento de calidad de vida de la zona de influencia de las universidades (Gómez Bermúdez et al., 2016).

En 2012 el artículo *Contributions of the ABC Model in Decision-Making: the Case of Universities (contribución del modelo ABC en la toma de decisiones: El Caso Universidades)*, menciona que con los rápidos avances tecnológicos, la creciente competencia y la liberalización de las últimas décadas, ha habido cambios en la producción y gestión de las organizaciones, dice que este artículo tiene el ámbito esencial del sistema ABC (Activity Based Costing) y trata de demostrar la validez de su contribución a la competitividad de las organizaciones en general y las universidades en particular. Concluye que, en efecto, tradicionalmente las universidades fueron dirigidas a partir de una gestión basada en presupuestos, pero no todos los cursos cuestan lo mismo, por lo que no es necesario realizar las mismas actividades, ni tampoco en las mismas proporciones, para organizar y repartir cada una de ellas. Con la aplicación del sistema ABC al cálculo de costos de las universidades es posible observar y analizar el comportamiento de los costos, sobre todo los indirectos, en la medida en que el proceso de producción consume los recursos (Marques, 2012).

En 2012 la investigación *Metodología de valoración para proyectos de transferencia tecnológica universitaria. Caso Aplicado - Universidad de Antioquia*, propone lineamientos para la definición y estructuración de una metodología para la valoración de los proyectos de transferencia tecnológica universitaria, puesto que la misión actual de las universidades se revalúa y trasciende más allá de la docencia, la investigación y la extensión. Hoy por hoy, se requiere que la Universidad transfiera el conocimiento y los resultados de la acumulación de capital intelectual en beneficio de la sociedad. En este sentido, se dinamizan las relaciones entre la Universidad, el

Estado y la Empresa. Concluyen que la interacción entre profesionales técnicamente formados en un campo del conocimiento y el consultor con su formación mucho más empresarial redundará en beneficios para el proyecto y para la institución universitaria que se alimenta de experiencias para fortalecer sus demás procesos. Los resultados permiten una plataforma de negociación, puesto que se logra una aproximación al valor de los proyectos de base tecnológica que cuentan con altos contenidos de valor agregado y de capital intelectual y facilitan el acompañamiento de la universidad no sólo en aspectos técnicos y administrativos, sino también en el área financiera. La falta de incentivos económicos y de otro tipo para que más grupos de investigación se involucren en la dinámica de generación de proyectos productivos con soluciones reales a la sociedad, se ha identificado como una de las mayores limitantes a la hora de pensar en la incursión en modelos de transferencia de tecnología complejos (Serna et al., 2012).

En la publicación *Plan estratégico gerencial para empresas réntales en universidades públicas. Caso: REUNELLEZ*, se dice que uno de los aspectos más discutidos en los últimos años a nivel nacional, en el ámbito de la educación superior son las continuas crisis presupuestarias que las han aquejado desde siempre, y que exige una utilización del presupuesto más eficiente y una calidad de profesionales mucho más aptos a la realidad del país. Para ello La Universidad debe implementar estructuras simples y flexibles en lo académico científico y profesional, así como mecanismos de financiamiento Confiable y oportuno que les permita mejorar su funcionamiento, pero siempre preservando la autonomía de las instituciones. La empresa procesadora de granos REUNELLEZ-San Carlos, es una organización orientada a la obtención de recursos financieros destinados a suplir las deficiencias presupuestarias de la Universidad Ezequiel Zamora, mediante la prestación de servicios. Durante los últimos nueve años, la empresa ha presentado un flujo financiero deficiente, es así como se diseñó una estructura metodológica, para la mejora de la rentabilidad de la organización, soportado en un concepto estratégico y un diagnóstico interno. Como resultado se obtuvo un 31% de cumplimiento de la normativa, indicando un desempeño deficiente en la evaluación interna. Respecto a los factores externos, se evidenció la posición frágil de la organización, con un total ponderado de 1,37 puntos. En la formulación de las estrategias, resultaron cuatro lineamientos tendentes a la diversificación concéntrica de las actividades y al mejoramiento de productos enfocados a la mejora de la rentabilidad (Suárez et al., 2008).

El artículo *Modelo administrativo para una unidad de emprendimiento en Instituciones Públicas de Educación Superior, caso Universidad Tecnológica de Pereira*, propone un modelo administrativo para la Unidad de Emprendimiento, el cual surge como resultado de un año de diagnóstico e identificación de las necesidades de la institución, del estudio minucioso de los modelos existente en otras entidades de Educación Superior del País y del análisis de la tendencias de la economía regional, nacional y global. Esta propuesta, hace referencia a la capacidad que posee un individuo para generar ideas, identificar oportunidades y definir los escenarios adecuados para convertirlas en realidad, a través del proceso de creación de empresas sostenibles. Concluye que crear la cultura de emprendimiento en las instituciones de educación superior, es un proceso que toma largo tiempo y exige la implementación de estrategias que permitan que se involucren todos los actores de la comunidad, como son directivas, docentes y estudiantes. El modelo será exitoso en la medida que se maneje dentro de las políticas y planes de desarrollo de las Universidades y se comprometan recursos para su desarrollo (Duque et al., 2006).

El estudio *Un Acercamiento al concepto de la Transferencia de Tecnología en las Universidades y sus Diferentes Manifestaciones*, menciona que en la actualidad la Universidad tiende a que su misión sea la solución de problemas y demandas de mediano y corto plazo del sector empresarial y de la sociedad en general. Este propósito a su vez ha exigido a las universidades una reconceptualización y reordenamiento organizativo para realizar los procesos de producción almacenamiento y transparencia del conocimiento siendo permeados por la lógica del mercado e incorporándole características propias de los productos transables. En esta situación se plantea la alternativa de que las universidades deben salir en búsqueda de fondos, lo que obliga a generar políticas de incentivos que permitan a los investigadores dedicar parte de su tiempo a la realización de actividades generadoras de ingresos y que suelen estar vinculadas a la investigación aplicada y consultoría, diversificando así las fuentes de financiación. Concluyen que la transferencia tecnológica es una herramienta esencial para la generación desarrollo económico sostenible en el tiempo, pero para que esta pueda desempeñar el rol al que está llamada, deben de existir condiciones sociales apropiadas, entre las que destaca una mentalidad emprendedora en los científicos y una mentalidad científica en los emprendedores no inventores, para posibilitar la construcción de equipos interdisciplinarios con facilidad de entendimiento entre sí. las universidades son las llamadas a generar este tipo de Cultura en sus estudiantes, docentes, e investigadores (López et al., 2006).

El trabajo *La privatización del conocimiento público en universidades públicas*, concibe a los procesos de privatización del conocimiento en un sentido amplio, lo que significa principalmente que el conocimiento generado en ámbitos públicos con financiamiento privado conlleve cláusulas de confidencialidad que limitan el libre flujo de conocimiento, así como también se estimule la selección de temas de investigación “rentables” y se valora el trabajo académico según criterios empresariales. En los países latinoamericanos, la presencia del sector privado se ha incrementado en el sector universitario público, constituyendo una base diversificada de financiamiento que, según algunos investigadores, permite a las instituciones académicas subsistir en el actual contexto de restricción de recursos del erario. En los países desarrollados, las políticas de innovación insisten cada vez más en alentar la vinculación entre usuarios y productores del conocimiento. La promoción de la vinculación Universidad-Empresa y la tendencia a la privatización del conocimiento público se instalan en el discurso desde entusiastas adhesiones y poca reflexión crítica acerca de las problemáticas sustantivas que afectan la idea misma de universidad pública. Esta investigación pretende auxiliar con la construcción y búsquedas necesarias de un modelo propio de Universidad, evaluando desde una perspectiva crítica las decisiones que afectan los mismos cimientos y fundamentos de nuestra Universidad pública. Por lo que no deberían desestimarse los riesgos que los mismos actores involucrados en dichos procesos encuentran en el camino de la privatización del conocimiento (Naidorf, 2005).

El artículo *Optimal incentives for income generation in universities: the rule of thumb for the Compton tax*, plantea un marco para modelar uno de los vínculos clave entre las universidades y la industria: la realización de investigación aplicada, donde postulan que un objetivo básico de las universidades es realizar investigación fundamental y que reciben financiación pública para ello. No obstante, ante las estrictas restricciones presupuestarias, las universidades pueden tener incentivos para permitir que su personal dedique parte de su tiempo a actividades generadoras de ingresos. Sin embargo, hasta donde sabemos, no ha habido un análisis económico formal del problema de determinar en qué medida las universidades deben participar en tales actividades y los métodos que deben emplear para hacerlo. Dada la dificultad de medir estos factores, una regla empírica muy simple que surge de nuestro análisis es usar la relación entre los salarios académicos (excluyendo el dinero que genera ingresos) y los salarios que los científicos académicos podrían obtener en áreas no científicas, empleos en el sector privado como una guía de primer orden para la tasa de impuesto apropiada sobre las actividades generadoras de ingresos (Beath et al., 2003).

3.2. De la matriz de análisis de política (MAP).

En 2020 el *Análisis de la competitividad de la porcicultura en Tejupilco y Luvianos, México (2006-2018)*, analiza la evolución de los costos, de la rentabilidad y competitividad de la producción porcina, dicha investigación se realizó con información proveniente de cuarenta productores de traspatio y una tecnificada; la metodología utilizada fue la Matriz de Análisis de Política, con la que se elaboraron las matrices de coeficientes técnicos y de los precios de los insumos y del producto, con la que obtuvieron las matrices de presupuesto privado. La MAP se integra de tres filas, la primera contiene los ingresos, los costos y las ganancias, medidas a precios privados; los precios privados son los que realmente reciben o pagan los productores en su actividad productiva. La segunda fila presenta los mismos rubros antes señalados, pero medidos a precios económicos, y la tercera fila mide las diferencias entre los datos de las dos primeras filas con lo que se logran medir los efectos de políticas económicas o las transferencias dentro de un sistema de producción. En este estudio solo se utilizó la información de la primera fila, que es el del presupuesto privado; el término privado se refiere a los ingresos y costos observados que reflejan los precios de mercado recibidos o pagados por los productores. Los resultados que encontraron son que las rentabilidades privadas (RP) se ubicaron en 26 % para las de traspatio y en 43 % para la tecnificada, mientras que la relación de costo privado (RCP) fue de 0,35 para las de traspatio y de 0,17 para la tecnificada, con lo que se observó una mayor competitividad en esta última y concluyen que los indicadores señalan que en 2018, éstos dos tipos de explotaciones porcícolas fueron rentables y competitivos en relación a los obtenidos en 2006, debido principalmente a movimientos en términos constantes de los costos de los insumos, que descendieron y al aumento en el precio del cerdo en pie, lo que contribuyó a que estos productores realizaran acciones tendientes a ser más productivos y eficientes (Hernández-Martínez et al., 2020).

En el artículo *Evaluación de ventajas comparativas en la rentabilidad y competitividad del sistema lechero a pequeña escala del Valle de Tulancingo, México*, mediante combinar una Matriz de Análisis de Políticas con un análisis de sensibilidad y línea de pobreza, se evaluó la contribución económica de las ventajas comparativas a la rentabilidad privada y la competitividad de los sistemas lácteos de pequeña escala. Durante 1 año, se recopilaron datos socioeconómicos de 82 fincas seleccionadas de cuatro estratos mediante muestreo estadístico. Los resultados fueron que, de las cuatro escalas evaluadas, los productores E2 y E1 fueron los más eficientes en aprovechar

el aporte económico que brindan las ventajas comparativas en su propia producción de alimentos y empleo de la FLF, además de contabilizar otros ingresos, condición que incrementó su rentabilidad en 171 y 144% y competitividad en 346 y 273%, respectivamente. Los resultados de pobreza indicaron que solo los productores E3 y E4 no eran vulnerables en el escenario simulado y el escenario de producción real. La compra de alimentos fue la ventaja comparativa con mayor sensibilidad a los incrementos de costos en los dos escenarios analizados, lo que exacerbó el efecto sobre los productores E1 y E2. De las cuatro escalas evaluadas, los productores E2 y E1 fueron los más eficientes en aprovechar el aporte económico que brindan las ventajas comparativas en su propia producción de alimentos y empleo de la FLF, además de contabilizar otros ingresos, condición que incrementó su rentabilidad en 171 y 144% y competitividad en 346 y 273%, respectivamente (Posadas et al., 2018).

El estudio *Contribución de la mano de obra familiar a la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción lechera de pequeña escala en el centro de México*, determino el efecto del trabajo familiar sobre la rentabilidad y competitividad de las fincas lecheras de pequeña escala en el altiplano del Centro de México. Los datos económicos de 37 granjas se analizaron a partir de un muestreo estadístico estratificado con una asignación de Neyman, de igual forma utilizaron la matriz de análisis de políticas como método para determinar la rentabilidad y la competitividad. En este estudio, solo se utilizó la primera fila de la MAP, donde se incluye el trabajo familiar dentro de los factores de producción internos, lo que permite calcular su impacto económico al incluir o excluir su costo económico. El presupuesto privado fue integrado por las matrices de ingresos, costos y utilidades, calculadas a precios de mercado en dos etapas: (a) considerando el costo económico (costo de oportunidad) de la mano de obra familiar y (b) considerando solo los costos efectivos de producción lechera. Las matrices de coeficientes técnicos se integraron al presupuesto privado, identificando tanto las actividades manuales como mecanizadas (ordeño, cultivo, etc.), insumos y productos utilizados y generados para cada estrato. Los resultados que encontraron fueron que el coeficiente de rentabilidad privada (CPP) cuando se incluye el costo económico de la mano de obra familiar en la estructura de costos fue de 8.0%, 31.0% y 46.0%. Cuando no se incluye el costo económico de la mano de obra familiar, la CPP aumenta a 47.0%, 57.0% y 66.0% para cada estrato, respectivamente. La razón de costos privados (PCR) cuando se incluye la mano de obra familiar fue de 0,79, 0,51 y 0,42 para los estratos 1, 2 y 3, respectivamente. Cuando no se incluye el trabajo familiar, el PCR fue de 0,07, 0,25 y 0,26. La ganancia neta por

litro de leche, incluido el trabajo familiar, fue de US \$ 0,03 l- 1 para el Estrato 1, US \$ 0,09 para el Estrato 2 y US \$ 0,12 l- 1 para el estrato 3; pero aumentó a \$ 0.12, 0.14 y 0.15, respectivamente, cuando no se incluye el costo económico del trabajo familiar. Se concluye que el trabajo familiar es un factor crucial en la rentabilidad y competitividad de la producción lechera a pequeña escala (Posadas et al., 2014).

El artículo *Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas producción de leche en el estado de Jalisco, México*, evalúa empíricamente la competitividad, las ventajas comparativas, los efectos de política y la dirección del cambio técnico en la producción de leche en el estado de Jalisco, el principal productor nacional, en cuatro sistemas de producción: especializado, semi especializado, familiar y de doble propósito. Para ello, se basa en el método de la Matriz de Análisis de Política. Por su importancia, en este trabajo se analiza la rentabilidad y la ventaja comparativa de los cuatro sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, con el objetivo de caracterizar la situación de la competitividad, de ventaja comparativa y los efectos de política en los sistemas de producción de leche del estado de Jalisco, así como sus interrelaciones con el cambio tecnológico. La hipótesis general fue que actualmente los sistemas de producción de leche presentan competitividad; sin embargo, sólo los sistemas familiares y de doble propósito tienen ventajas comparativas respecto a EE. UU. y otros países de la OMC. Los resultados encontrados son que los sistemas, excepto el de doble propósito, presentan ventajas comparativas, es decir, son económicamente eficientes. El efecto total de política sobre los sistemas especializado y de doble propósito es de protección y subsidio, pero constituye un impuesto para los otros dos sistemas. La dirección del cambio técnico es hacia una mayor especialización, que, aunque se logra a base de un costo de producción más alto, es compensado por un mayor precio del producto (Covarrubias et al., 2003).

3.3. De la optimización con programación matemática (PM).

En 2020 la publicación *Cost analysis and economic optimization of small-scale dairy production systems in México*, uso métodos contables adaptados a un modelo matemático con programación lineal de enteros mixtos (MILP) para analizar la estructura de costos y la optimización económica de los sistemas de producción de lácteos a pequeña escala (SDPS) en México. La metodología usada fue determinar el área de estudio esto es en las localidades de Singuilucan, Cebolletas, Palmillas y Huapalcalco en el municipio de Tulancingo, Hidalgo, México, después las

características generales de las granjas lecheras de pequeña escala, luego se hizo un muestreo estadístico obteniendo de una muestra de 72 sistemas de producción información de la producción diaria de leche, la cantidad de alimento comprado y cultivado, el empleo de mano de obra, el número de miembros de la familia empleados, la comercialización del producto, la inversión en activos fijos, costos de producción, capital diario destinado a costos de producción y el precio mayorista y minorista del producto (leche), así como el régimen de tenencia de la tierra de las parcelas utilizadas para el cultivo y la producción de alimentos. Para la optimización económica la función objetivo del modelo era maximizar el beneficio económico con la formula

$$\sum_{(a=1)}^A \sum_{(d=1)}^d \sum_{(j=1)}^j ((Beneficios)_{j * X_{djk}}) Z_{djk},$$

con las restricciones del capital diario disponible estimado de la venta de leche considerando el precio. El modelo propuesto se construyó de acuerdo con un lenguaje de programación lineal escrito en el Sistema de Modelado Algebraico General (GAMS). Concluyen que La dependencia total de la compra de alimentos y la contratación de mano de obra aumenta el costo diario de producción en un 20% en comparación con el escenario base en los cuatro estratos agrícolas analizados. El modelo matemático indicó que la producción de menos del 90% de los alimentos y el uso del 80% de la mano de obra familiar significa una disminución de los ingresos de cada estrato. En consecuencia, la producción bajo las condiciones simuladas de los escenarios I, II y III es económica y financieramente no viable (Salinas et al., 2020)

En 2017 se evaluó la influencia de variables de tipo económico y tecnológico como la escolaridad del productor, el nivel de tecnificación, el tamaño del hato productivo, la inseminación artificial, la presencia de asesoría técnica y el uso de alimento concentrado, sobre el rendimiento obtenido en unidades familiares de producción de la cuenca de Tecamachalco, Puebla, en el trabajo *Factores determinantes del rendimiento en unidades de producción de lechería familiar*. La metodología utilizada fue definir la región de estudio que está conformada por una porción del valle de Tecamachalco limitada al oriente por la sierra de Tecamachalco, al poniente por la sierra del Tenzo y al sur por la sierra de Zapotitlán, posteriormente ellos explican el comportamiento del rendimiento diario de ordeña en litros obtenidos por las explotaciones lecheras de la cuenca a través del siguiente modelo lineal múltiple

$$Y = \alpha + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_1 * D_2 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon.$$

la información la analizaron con el software de análisis estadístico Statistical Analysis System. Finalmente concluyen que las variables tecnológicas y socioeconómicas seleccionadas en el estudio tienen un efecto positivo y significativo sobre el rendimiento diario de ordeña (exceptuando el nivel tecnológico), de igual manera afirman que las variables cualitativas tienen un claro efecto de desplazamiento que hace evidente su importancia para explicar la variación del rendimiento lechero (Camacho et al., 2017).

En el *Análisis y optimización del proceso de producción en una empresa procesadora de leche* su objetivo principal fue analizar el proceso de producción de una gran empresa internacional de procesamiento de leche para minimizar los costos totales de producción. La metodología aplicada fue la optimización lineal de un modelo de programación por metas, en este caso las metas son restricciones convencionales conocidas por la formulación general del problema de programación matemática, por otro lado, su función objetivo minimiza la máxima desviación relativa al

Minimizar δ

se menciona que el modelo completo propuesto es mucho más complejo y el modelo no minimiza la desviación máxima como aquí, pero el principal criterio de optimización es la minimización de los costos totales. En cuanto a las restricciones las dividen en tres categorías, la primera categoría de restricciones se refiere a las materias primas más utilizadas para la producción de los productos semi acabados o los productos finales, la segunda se refirió a las masas blancas que tienen que ser producidas de acuerdo con las recetas indicadas y la tercera categoría están relacionadas con las ventas de excedentes. Se concluye en esta investigación que el modelo presentado para la planificación operativa en la gran empresa de procesamiento de leche demuestra que un modelo bastante sencillo de optimización lineal puede ayudar significativamente en la planificación de la producción, generar ahorros para la empresa y mejorar su capacidad para competir en el entorno económico. La experiencia actual de los usuarios con la aplicación y sus resultados son positivos y la compañía está interesada en seguir desarrollándola (Jablonsky & Skocdopolova, 2017).

En 2012 el artículo *Aplicación de la programación matemática a la localización de proyecto*, expone la aplicación de la programación matemática hacia la localización de proyectos; su objetivo es localizar una fábrica de queso en tres posibles provincias de Bolivia. Estos lugares son Punata, Cliza y Arani cada uno de estos lugares produce la materia prima, que es la leche, a diferentes

precios por litro y tienen capacidades nominales diversas. Se uso en este estudio el modelo de programación lineal con la función objetivo a optimizar minimizando:

$$Z = c_1X_1+c_2X_2+\dots+c_jX_j+\dots+c_nX_n$$

donde Z es la función objetivo que debe minimizarse, X_j la variable de decisión j -ésima, c_j el coeficiente costo o ganancia para la j -ésima actividad, a_{ij} el coeficiente tecnológico, b_i el i -ésimo recurso limitado, n el número de variables de decisión y m el número de restricciones, sujeto a las siguientes restricciones funcionales y a la restricción de no negatividad $X_j \geq 0$, encontrando que el costo más bajo de las tres provincias es en Punata donde debería ser ubicada la fábrica de quesos. Los resultados indican que se construiría la fábrica y el almacén en la ciudad de Cochabamba, generando un beneficio máximo de \$300. Conocidas las cantidades que se disponen en cada origen, las cantidades demandadas en cada destino y el costo de transportar una unidad de un producto de cada origen a cada destino, se debe satisfacer la demanda con el costo total mínimo; bajo este último modelo conviene localizar el nuevo almacén en el lugar B, puesto que genera los menores costos de transporte (\$170,000). Se concluye que la aplicación de modelos matemáticos a problemas industriales y de negocios se hace imperativamente necesario en el entendido de que gracias a esta herramienta se puede idealizar modelos que representen a problemas reales y de esa forma analizar y optimizar su comportamiento. En el caso concreto de la programación matemática, se ha visto que es posible extender su campo de aplicación al ámbito de los proyectos, concretamente a los problemas técnicos de localización donde la decisión a adoptar sobre la ubicación y emplazamiento del proyecto es vital para aportar a la factibilidad de este (Pastor, 2012).

El trabajo *Análisis post-optimal en programación lineal aplicada a la agricultura*, afirma que encontrar el óptimo de un modelo o problema de optimización es solo una parte del proceso de solución, por lo que plantea un análisis de los precios duales, los coeficientes de la función objetivo, el costo reducido de cada variable, los rangos de sensibilidad y la holgura de los valores del lado derecho de las restricciones después de procesar, mediante un programa computacional, un modelo de programación lineal de maximización de ganancias aplicado a una empresa agrícola llamado análisis post-optimal, el cual permite hacer cambios en el modelo original con la finalidad de encontrar un valor óptimo aún mejor o conocer los resultados que se daría si se cambia el plan

de producción antes de ejecutar el proyecto representado en el modelo. La metodología utilizada es maximizar la función objetivo:

$$Z = 4437CH_1 + 4760CH_2 + 3227ZA_1 + 7192ZA_2 + 7568ZA_3 + 2847RE_1 + 2712RE_2 + 15335CE_1 + 17659CE_2 + 3978PA_1 + 5764PA_2$$

con restricciones de tierra y mano de obra, resuelto el modelo por medio del programa de cómputo denominado “LINDO” (Linear Interactive Discrete Optimization) y obteniendo el valor óptimo 109,704 dólares, monto equivalente a la ganancia máxima que se puede obtener del área agrícola (cinco hectáreas) de la finca. Después se realizó el análisis post-óptimo y se concluye que en el sector agrícola donde los cambios climáticos, tecnológicos, macroeconómicos y de comercialización tienen un fuerte efecto directo sobre los rendimientos, costos e ingresos, cobra gran relevancia para los modelos de programación lineal aplicados a la agricultura. Permite identificar el impacto en los resultados del problema original luego de determinadas variaciones en los parámetros, variables o restricciones del modelo, sin necesidad de resolver el problema nuevamente (Boirivant, 2011).

La publicación *La programación lineal aplicación de las pequeñas y medianas empresas*, en 2009 plantea la aplicación de la programación lineal como método matemático para la toma de decisiones en la gestión de las PYMES, considerando que estas unidades productivas son eficientes palancas en el desarrollo social. Afirma que la programación lineal es un método matemático de resolución de problemas, que se puede incorporar a un sistema de producción mediante un modelo. En cuanto a la aplicación que ha tenido la programación lineal, indica que algunos de los problemas más importantes que se vinieron a resolver con esta herramienta se ubican en tres áreas la administración de la producción, la evaluación de proyectos de inversión y en aplicaciones agrícolas. La metodología que aplico fue maximizar las ganancias y encontrar la combinación óptima de las actividades, al construir la función objetivo:

$$Z = 599049CH_1 + 642608CH_2 + 435680ZA_1 + 970869ZA_2 + 1021643ZA_3 + 384381RE_1 + 366175RE_2 + 208270RE_3 + 2070255CE_1 + 2383952CE_2 + 2189EL_1 + 18075EL_2 + 537029PA_1 + 778195PA_2$$

con restricciones de tierra, mano de obra y capital disponibles. Con estos datos encontró un valor óptimo de 10203880.00 colones, esta cifra equivale a la máxima ganancia que se puede obtener del área agrícola de la finca y una solución óptima la cual es la cantidad de terreno que se debe

cultivar de cada una de las actividades o variables que fueron seleccionadas de las catorce que integran la función objetivo. Concluye que la programación lineal propone formas particulares de abordaje a problemas empresariales, aprovechando los actuales avances informáticos, ofreciendo gran ayuda a la hora de valorar futuras estrategias de desarrollo y mejora de una empresa, también que los profesionales ligados a las PYMES desarrollen mayor habilidad en el manejo de esta técnica, estos conocimientos les otorgarían mayores posibilidades de encontrar respuestas para un desarrollo sustentable. La contribución que las PYMES realizan a la economía de un país es su capacidad para generar empleo, pero esa capacidad va acompañada muchas veces con la creencia de que su condición de pequeña o mediana las coloca en inferioridad de condiciones para competir (Boirivant, 2009).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la UPL de la UACH, la cual es conocida como unidad de tecnología lechera Chapingo, ubicada en calzada Emiliano Zapata, esquina camino viejo a san Diego, Texcoco, Estado de México (19° N, 98° O), con una elevación 2,252 msnm, dentro de los campos experimentales de la UACH, y su objetivo es contribuir en la formación práctica de los estudiantes del Departamento de Ingeniería Agroindustrial (DIA).

Para diseñar este estudio sobre la optimización de la producción de la UPL, se realizó una investigación para obtener la información necesaria y determinar los aspectos importantes. De acuerdo con Jiménez y Jacinto (2017), afirman que el enfoque de la investigación depende de la naturaleza del estudio que se desee llevar a cabo y señalan tres tipos de investigación, la investigación inductivista, la causal y la descriptiva.

Esta investigación fue descriptiva ya que comprendió en gran parte la recolección de datos, para identificar las variables independientes que afecten a las dependientes de la función de producción a optimizar. También fue de tipo inductivista, pues se buscó un conocimiento más profundo sobre el problema, sus alternativas de decisión y las variables que se deben considerar. (A. R. Jiménez & Jacinto, 2017)

La optimización de la UPL se llevó a cabo al aplicar dos metodologías, la primera fue el diseño de una matriz de análisis de política (MAP) y en la segunda se construyó un modelo de programación matemática (PM) para optimizar la función objetivo (FO) sujeto a restricciones de producción.

4.1. Diseño de la Matriz de Análisis de Política (MAP).

Se utilizó la MAP de Monke y Pearson (1989), para hacer una investigación descriptiva que comprende la indagación de datos como los coeficientes técnicos para la producción de leche pasteurizada, yogurt de frutas y queso tipo Chapingo, la programación mensual de la producción en función de los litros diarios de leche recibidos, el costo por litro de leche y los ingresos mensuales por la venta de estos productos para identificar recursos con los que cuentan y así mismo los procesos dentro de la UPL, de manera que permita evaluar la competitividad.

Se utilizo información del 2020 referente a insumos comerciables como: leche bronca recibida, agua, leche en polvo, goma guar, frutas, saborizantes, colorantes, azúcar, lactobacillus bulgaricos, sal, detergentes, combustibles y materiales diversos. Factores internos de la producción como: mano de obra de personal profesional y personal operario, cuota de agua y consumo de energía eléctrica. Insumos indirectamente comerciables como: vehículos, maquinaria, equipo e instalaciones. Gastos diversos como: cuota de movilización, guías sanitarias e impuestos.

Esto es la base para la elaboración de los presupuestos privados y económicos que se considerarán para medir los efectos de apertura comercial y la eficiencia en los sistemas de producción.

El método se basa en un sistema de contabilidad de doble entrada, la cual proporciona una completa y consistente cobertura para todos los efectos que tienen las diferentes políticas sobre la rentabilidad y los costos de producción. Es posible analizar desde una respuesta a un precio de producto o insumo hasta los efectos de una restricción cuantitativa al comercio o cambios en el tipo de cambio real y de equilibrio (Monke & Pearson, 1989).

El trabajo principal de la MAP es construir las matrices de ingresos, costos y ganancias en los sistemas de producción, con base a la información obtenida directamente en las diferentes etapas de la cadena productiva, donde A son ingresos totales, B son insumos comerciables, C factores internos y D la utilidad neta, todos a precios privados, E son ingresos totales, F son insumos comerciables, G factores internos y H la utilidad neta, ahora a precios económicos y por su parte I, J, K y L son efectos de política en ingresos totales, insumos comerciables, factores internos y utilidad neta respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz de Análisis de Política.

	Costos de Producción		Ganancias	
	Ingresos Totales	Insumos Comerciables	Factores Internos	Utilidad Neta
Precios Privados	A	B	C	D
Precios Económicos	E	F	G	H
Efectos de Política	I	J	K	L

Fuente: Monke y Pearson (1989).

Los precios privados son los de mercado actual, mientras que los de eficiencia económica, también llamados sociales, son aquellos que reflejan valores de escasez o costos de oportunidad económica.

Estos últimos corrigen los efectos de políticas distorsionantes, esto es, de políticas que originan un uso ineficiente de los recursos. Dos identidades de contabilidad se determinan en la MAP.

La primera mide la ganancia como la diferencia entre ingresos y costos de producción.

$$GANANCIA = \sum P_i X_i - \left[\sum P_j Y_j + P_k Z_k \right] \dots \dots \dots (1)$$

donde:

P_i: precio del producto en el mercado; X_i: cantidad producida; P_j: precio de los insumos comerciables en el mercado; Y_j: cantidad de insumos comerciables e indirectamente comerciables aplicados; P_k: precio de los factores internos en el mercado y; Z_k: cantidad de factores internos aplicados.

La segunda identidad mide los efectos de política y las distorsiones de mercado y está determinada por las diferencias entre las evaluaciones privadas y las económicas de los ingresos, costos y ganancias.

Se elaboró el presupuesto a precios privado de la UPL para el año 2020 y de este se dedujo la ganancia privada a partir de:

$$D = A - (B + C + IICP + GTP) \dots \dots \dots (2)$$

donde D es la ganancia privada, A son ingresos, B insumos comerciables, C los factores internos, IICP los insumos indirectamente comerciables y GTP los gastos diversos; es decir, la ganancia se define como la diferencia entre los ingresos totales de ventas (o por unidad) y los costos de mercado de los insumos comerciables, factores internos insumos indirectamente comerciables y gastos diversos.

4.2. Modelo de Programación Matemática (PM).

De acuerdo con Pastor (2012), para llevar a cabo un análisis bajo el enfoque económico de la producción agrícola, a través de la construcción de un modelo de PM, se debe considerar las variables de decisión a optimizar en la función objetivo (FO) sujeto a restricciones de producción.

Primero se definieron las variables de decisión, que son la combinación de expresiones matemáticas en la FO a ser optimizadas por el modelo. Estas deben encontrar valores del coeficiente técnico de las variables de decisión (Jebelli et al., 2016).

La forma general de la FO (Z) se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{j=1}^n a_j x_j \quad \text{donde: } j = 1 \text{ hasta } n \dots \dots \dots (I)$$

Las restricciones para la UPL están planteadas con base en los requerimientos de la demanda de subproductos lácteos y por restricciones de producción (Anderson et al., 2011).

Posteriormente en el informe de sensibilidad obtenido directamente del solver® del excel® se analizaron los precios sombra y costos reducidos.

Construcción del modelo.

La definición de los componentes mencionados y su adaptación para la optimización de la FO se describe a continuación. En la UPL los procesos lácteos que se plantean son las variables de decisión cuyo nivel de producción se debe optimizar y esa misma se debe vender (Cuadro2).

Cuadro 2. Variables de decisión para la función objetivo.

Variable		Notación	Coefficiente	Elemento en la FO
Leche Bronca	LB	X_1	c_1	$c_1 * X_1$
Leche pasteurizada	LP	X_2	c_2	$c_2 * X_2$
Venta de LP para consumo	VLPC	X_3	c_3	$c_3 * X_3$
Producción de Yogurt	PY	X_4	c_4	$c_4 * X_4$
Venta de Yogurt	VY	X_5	c_5	$c_5 * X_5$
Producción de queso panela	PQP	X_6	c_6	$c_6 * X_6$
Venta de queso panela	VQP	X_7	c_7	$c_7 * X_7$
Producción de queso Oaxaca	PQO	X_8	c_8	$c_8 * X_8$
Venta de queso Oaxaca	VQO	X_9	c_9	$c_9 * X_9$
Producción de queso Chapingo	PQCH	X_{10}	c_{10}	$c_{10} * X_{10}$
Venta de queso Chapingo	VQCH	X_{11}	c_{11}	$c_{11} * X_{11}$

Fuente: Elaboración propia, con datos de la UPL del año 2020. $c_i = \text{precio neto} = \text{precio del producto}_i \times \text{la cantidad producida}_i - \text{costos variables}_i$)

De las evaluaciones realizadas se consideraron 20 restricciones definidas y 11 variables de decisión para la optimización de la UPL. La expansión de la expresión para el número de variables de decisión y el número de restricciones se detalla como sigue:

$$\begin{aligned}
 & a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1\ 11}X_{11} \leq \geq b_1 \dots \dots \dots (II) \\
 & a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2\ 11}X_{11} \leq \geq b_2 \\
 & a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \dots + a_{3\ 11}X_{11} \leq \geq b_3 \\
 & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 & a_{20\ 1}X_1 + a_{20\ 2}X_2 + a_{20\ 3}X_3 + \dots + a_{20\ 11}X_{11} \leq \geq b_{20}
 \end{aligned}$$

Se agregó la restricción de no negatividad:

$$X_j \geq 0 \dots \dots \dots (III)$$

El establecimiento de los límites de las restricciones se hizo con base en la investigación de campo en la UPL. Dichas limitaciones incluyen los coeficientes técnicos, la demanda mínima para cada

subproducto, la cantidad de leche bronca recibida semanalmente en la UPL, y la intensidad de los requerimientos de mano de obra para el escenario 1 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficientes técnicos para las limitaciones de restricciones.

Producto	Signo	Cantidad requerida	Unidad	Rendimiento	Precio del producto
LB	=	22400	L	1	7
LP	≤	22400	L	1	0.60
VLPC	≤	14000	L	1	16
PY	≤	3000	L	0.9	32
PQP	=	300	kg	6.67	120
PQO	=	200	kg	10	140
PQCH	=	160	kg	12.5	160
Mano de obra	≤	42	h		
Agua	≤	15	m ³		
Cultivo láctico	≤	60	g		
Cloruro de calcio	≤	160	ml		
Sal	≤	350	kg		
Cuajo	≤	100	ml		

Fuente: Elaboración propia con datos directamente proporcionados por la UPL, 2020.

Se plantearon tres escenarios, en el primero se calibró el modelo para obtener los resultados similares a la situación actual de producción, en el segundo se determinó la combinación óptima de las actividades de producción y en el tercero se calibró el modelo introduciendo variables de holgura.

La función objetivo de los tres escenarios fue :

$$\begin{aligned}
 \text{Maximizar } Z = & -7LB - 0.6LP + 16VLPC - 17.35PY + 32VY - 47.15PQP \\
 & + 120VQP - 84.73PQO + 140VQO - 112.16PQCH \\
 & + 160VQCH \dots \dots \dots (IV)
 \end{aligned}$$

Para los tres escenarios, los signos se cambiaron, como se muestra a continuación, el primer signo correspondió al escenario 1 y así sucesivamente:

Sujeto a las restricciones de:

$$\text{Leche bronca recibida: } 1LB = = \leq 22400 \dots \dots \dots (V)$$

$$\text{Producción de LP: } 1LP \leq = \leq 22400$$

$$\text{Venta de LP para consumo: } 1VLPC \leq = \leq 14000$$

$$\text{Producción de yogurt: } 1PY \leq = \leq 3000$$

$$\text{Producción de queso panela: } 1PQP = = \leq 300$$

$$\text{Producción de queso Oaxaca: } 1PQO = = \leq 200$$

$$\text{Producción de queso Chapingo: } 1PQCH = = \leq 160$$

$$\text{Transferencia de LB a LP: } -1LB + 1LP \leq \leq \leq 0$$

$$\text{Transferencia de LP a subproductos: } -1LP + 0.9PY + 6.67PQP + 10PQO + 12.5PQCH \leq \leq \leq 0$$

$$\text{Mercados comedores: } -1LP + 1VLP \leq \leq \leq 0$$

$$\text{Mercado de yogurt: } -1PY + 1VY \leq \leq \leq 0$$

$$\text{Mercado de queso panela: } -1PQP + 1VQP \leq \leq \leq 0$$

$$\text{Mercado de queso Oaxaca: } -1PQO + 1VQO \leq \leq \leq 0$$

$$\text{Mercado de queso Chapingo: } -1PQCH + 1VQCH \leq \leq \leq 0$$

$$\text{Mano de obra: } 0.000022VQCH + 0.00018LP + 0.00255PY + \\ 0.01861PQP + 0.03708PQO + 0.054687PQCH \leq \leq \leq 42$$

$$\text{Agua: } 0.00022VQCH + 0.00022LP + 0.00033PY + \\ 0.00333PQP + 0.005PQO + 0.00625PQCH \leq \leq \leq 15$$

$$\text{Cultivo láctico: } 0.01PY + 0.18PQCH \leq \leq \leq 60$$

$$\text{Cloruro de calcio: } 0.2PQP + 0.3PQO + 0.25PQCH \leq \leq \leq 160$$

$$\text{Sal:} \quad 0.5PQP + 0.5PQO + 0.6PQCH \leq \leq \leq 350$$

$$\text{Cuajo:} \quad 0.1PQP + 0.15PQO + 0.2PQCH \leq \leq \leq 100$$

4.3. Objeto de estudio en la operación de la UPL.

El procedimiento técnico para la elaboración de productos lácteos en la UPL se describe a continuación.

La leche es un producto altamente perecedero por ser uno de los medios de cultivo más favorable al desarrollo y crecimiento de microorganismos, por tal motivo en cuanto se ordeña a la vaca, cabra, borrega, búfala, etc.

Se recomienda bajar la temperatura de la leche que se obtiene de dichos mamíferos a una temperatura de 4 a 6°C (de preferencia en el mismo establo) evitando con ello contaminación de la materia prima para lo más rápidamente posible ser transportada a la empresa donde será transformada y modificada según el esquema de procesamiento que se requiera.

4.3.1. Pasteurización de leche.

Diariamente en la UPL de la UACH se recibe aproximadamente 1400 l de leche bronca de la Granja Experimental, donde día a día se realiza un muestreo de esta, al someter las muestras a pruebas rápidas de acidez, estabilidad al alcohol, pureza, contenido graso y carga microbiana.

Posteriormente se da inicio con el proceso de Pasteurización lo más pronto posible utilizando para ello calor 64.5°C/30 minutos o 72°C/15 minutos, de inmediato se enfría y almacena de 4 a 6°C.

Al ser este sistema cerrado y hermético no se pierde ni gana masa solo hay cambios de energía, más sin embargo por la composición proteínica y de grasas se debe reducir esta, agregando aproximadamente un 10% de agua por cada litro de leche.

4.3.2. Elaboración de yogurt con fruta.

El principio básico que se persigue en la elaboración de yogurt es eliminar todo tipo de microorganismo presente en la formulación.

Para la elaboración e inoculación de este, primero se debe dejarlo actuar un tiempo sin que existan ningún agente que le impida su proliferación desarrollo y crecimiento por lo que en un primer momento no se pasteuriza la leche, ya que son los mismos ingredientes de la mezcla la que la esterilizan por completo, lo cual se recomienda el uso del calor 85°C durante 30 minutos al elaborar la mezcla y esta misma enfriarla a la temperatura que favorece el mejor crecimiento y desarrollo del inóculo.

En el caso de la UPL se formula de tal manera que la mezcla contenga leche al 2% de grasa, sólidos totales al 22% (para este caso la leche solo alcanza 11% de ellos), leche en polvo para alcanzar los sólidos totales, 2 % de elementos gelificantes como la goma guar, o almidón modificado de maíz (Maizena).

Ya estéril la mezcla y enfriada a la temperatura de inoculación (en este caso a 45°C) se le adiciona el cultivo activado (usando una mezcla de un cultivo que contenga *Lactobacillus bulgaricus* y *L. estearotermophilus*) cuya presentación es en polvo de inoculación directa. Posteriormente se deja en reposo para que el microorganismo se desarrolle y se le da seguimiento a la producción de acidez en la mezcla la cual se incrementa de 0.14% al inicio hasta alcanzar un 0.60% que deseo, cuidando que la temperatura no varíe durante el tiempo necesario para ello aproximadamente 5 horas.

Una vez logrado el crecimiento desarrollo y proliferación de los microorganismos inoculados se enfría el producto por debajo de los 10°C y se le adiciona color (no más de un 0.001%), sabor(máximo un 0.5%) (o fruta a razón de un 20%) y azúcar para alcanzar un dulzor de al menos 14-16°Brix. (significan 14-16% de azúcar como sacarosa en el producto).

4.3.3. Elaboración de queso tipo Chapingo.

Para este producto de usa leche pasteurizada y ajustada a un 2.5% en grasa, por principio se calienta a 38°C, enseguida se adicionan el inóculo activo como el descrito en el yogur a razón de 1kg por cada 5000L de leche y las sales Cloruro de Calcio y Nitrato de potasio 10 gr de cada una de ellas por cada 100 L de leche (diluidas en agua).

Posteriormente para cuajar se adicionan cuajo microbiano líquido (con capacidad para cuajar 100l/5 ml) se espera unos 30 minutos mientras se gelatiniza la leche (se cuaja) y se corta en

cuadritos de aproximadamente 1 cm³ y se desuera (madurando el grano al ser agitado suavemente en el suero que sale de la leche, sobre todo al principio del desuerado y con una temperatura estable a no menos de 42°C durante 20 minutos)

Finalmente se espera a una temperatura estable de 35°C para permitir el desarrollo de acidez a no menos de un 0.45%, para desbaratar o desmoronar la cuajada. Ya desuerada se adiciona un 2% de sal fina para colocarla en moldes y prensar a 40 kg de presión durante 16 horas para desmoldar el queso y guardar en cámara frigorífica por al menos tres meses para semi maduración de este.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL

5.1. MAP de la UPL en 2020.

La UPL en 2020 por la venta de sus productos a precios privados obtuvo ganancias de \$613,068 por el queso tipo Chapingo, \$1,047,500 por la pasteurización de leche y \$1,263,129 por el yogurt de frutas siendo este último producto quien obtuvo mayor margen de ganancia; por lo que resultan ser competitivos dadas las tecnologías actuales, precios del producto y los factores que están imperando en ese momento en el mercado.

La ganancia obtenida por la venta de yogurt es semejante a la encontrada por Anichkina et al., (2021) cuando menciona que para realizar una actividad en equilibrio es necesario producir 90020 vasos de yogurt al año y asegurar ingresos de 2,700,595 rublos (equivalente a 740,425 pesos), ya que calculó ingresos para el primer año de actividad (2021) por un monto de 83,235,000 rublos (equivalentes a 22,820,655 pesos) que le permitirá cubrir los costos actuales sin recibir una pérdida, teniendo en cuenta los costes operativos y los impuestos pagados, la producción de yogurt aporta unos ingresos estables, mientras que hay una tendencia positiva en el crecimiento del beneficio neto.

Los resultados encontrados en el presupuesto a precios privado de la UPL para el año 2020 son análogos a los de Posadas et al., (2018) en los beneficios netos a precios privados encontrados al ser de 0.090 usd/l en su estrato I, de 0.087 usd/l en su estrato II, de 0.115 usd/l en su estrato III y de 0.116 usd/l en su estrato IV y al obtener ganancias mensuales de 80.57, 133.94, 446.91 y 683.89 usd en cada uno de sus estratos respectivamente.

Odermatt, (1997), encontro analogamente que la producción de leche en la Comarca Lagunera sí es rentable (ganancia privada neta promedio de \$2,968/ha). Las empresas más grandes se encuentran en la mejor posición, con una ganancia privada neta promedio de \$3,999, debido a los niveles más altos en la productividad de la mano de obra y de la tierra. Las empresas más pequeñas, por otro lado, obtienen las ganancias privadas netas más bajas de \$1,031/ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Presupuesto a precios privados de la UPL en 2020.

	A	B	C	IICP	GTP	D
Leche Pasteurizada	3.168	0.353	0.212	0.788	0.768	1.048
Yogurt	2.075	0.239	0.189	0.195	0.189	1.263
Queso	1.388	0.234	0.189	0.205	0.146	0.613

Fuente: Elaboración propia, expresado en millones de pesos.

También se derivó el presupuesto a precios económicos del año 2020 para la UPL, donde las ganancias económicas, fueron la diferencia entre ingresos y costos, evaluados a precios económicos; esto es:

$$H = E - F - G - IICE - GTE \dots \dots \dots (3)$$

donde H es la ganancia precios económicos, E son los ingresos, F los insumos comerciables a precios económicos, IICE los insumos indirectamente comerciables y GTE los gastos diversos.

La ganancia obtenida en el mismo año a precios de eficiencia económica es de \$423,798 del queso tipo Chapingo, \$1,644,236 del yogurt de frutas y \$2,350,463 por la pasteurización de leche siendo este el producto con mayor ganancia (Cuadro 5).

Cuadro 5. Presupuesto a precios económicos de la UPL en 2020.

	E	F	G	IICE	GTE	H
Leche Pasteurizada	5.544	0.608	0.304	1.513	0.769	2.350
Yogurt	2.830	0.442	0.222	0.331	0.190	1.644
Queso	1.561	0.437	0.222	0.331	0.147	0.424

Fuente: Elaboración propia, expresado en millones de pesos.

La valuación económica de cada uno de estos conceptos es equivalente a su costo de oportunidad, que también es el ingreso neto perdido debido a que el factor no está orientado a su mejor uso alternativo.

Dichos resultados muestran semejanza a lo reportado por Posadas et al., (2014)), al haber hallado ganancias a precios económicos por venta de leche, incluida la mano de obra familiar, de US \$ 0.03 l⁻¹ para el Estrato 1, US \$ 0.09 l⁻¹ para el Estrato 2 y US \$ 0.12 para el estrato 3.

Cuando el costo económico de la familia mano de obra no se considera, las ganancias se incrementan a US \$ 0.12 en Estrato 1, US \$ 0.14 en el Estrato 2 y US \$ 0.15 en el Estrato 3.

En relación con los márgenes de ganancia a precios privados y económicos obtenidos la UPL tiene ventaja comparativa. Esto es, si la UACH compra los productos a un nuevo proveedor obtendría menos margen de ganancia, por lo que se recomienda seguir con la producción en las instalaciones de la UPL.

El siguiente cálculo de la MAP son los efectos netos de política para la UPL; se describe con las diferencias entre valuaciones privadas y económicas de ingresos costos y ganancias, (I), (J), (K), (L).

La discrepancia entre el precio privado y el observado (actual de mercado) y el precio económico estimado (eficiencia), debe ser explicado por los efectos de distorsiones de política o por la existencia de mercados imperfectos; ahora bien, si los costos un resultado (-) implica un subsidio y un resultado (+) un impuesto y si los ingreso y efecto total un resultado (-) es un impuesto y un resultado (+) es un subsidio (Monke & Pearson, 1989).

Los efectos netos de políticas institucionales encontrados para la UPL en 2020 reflejan que los insumos comerciables en la pasteurización de la leche tienen un efecto negativo de \$14,745, ya que se pagó \$7,005 y se debió haber pagado \$21,750 por lo que la política institucional de la UACH la está subsidiando.

Los insumos comerciables en la elaboración de yogurt con fruta, la política está subsidiando \$3,096, por lo que se tiene un efecto negativo, dado que se debió haber pagado \$8,271 y solo tan solo se pagó \$5,175. Para la elaboración de queso tipo Chapingo tienen un subsidio de \$2,108, teniendo así un efecto negativo de política institucional.

El efecto de política institucional en el ingreso total es negativo, por lo que se está dejando de ganar \$2,376,000 en leche pasteurizada, \$754,560 en yogurt y \$173,448 por quesos, esto es por la existencia de mercados imperfectos, para el caso que nos ocupa puede ser algún impuesto. El efecto total para la leche pasteurizada y el yogurt es negativo esto debido a impuestos o por la existencia de mercados imperfectos. Para el queso tiene un efecto total positivo de \$189,270 debido a subsidios que recibió (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efectos netos de política de la UPL en 2020.

	I	J	K	L
Leche Pasteurizada	-2.376	-0.255	-0.092	-1.303
Yogurt	-0.755	-0.204	-0.033	-0.381
Queso	-0.173	-0.202	-0.033	0.189

Fuente: Elaboración propia, expresado en millones de pesos.

Posteriormente se calculó el coeficiente de protección nominal del producto (CPNP), la relación entre el valor de la producción con precio privado y el valor de la producción con precio económico equivalente en los centros de consumo con la fórmula:

$$CPNP = \frac{A}{E} \dots \dots \dots (4)$$

sí $CPN > 1$: indica protección, existe un subsidio; y si $CPN < 1$: indica desprotección, existe un impuesto implícito al precio interno del producto.

En cuanto al CPNP resulto que la leche pasteurizada recibe el 57% de lo que debería ganar, el yogurt solo recibe el 73% y del queso tan solo el 89%, por lo que la política les constituye un impuesto implícito de 43, 27 y 11% respectivamente.

Estos hallazgos son similares a los de Covarrubias et al., (2003), para los sistemas semi especializado y familiar al haber encontrado un impuesto implícito del 6 y 9%; pero difieren con los sistemas de producción de leche especializado y de doble propósito al tener un subsidio implícito de 4 y 25%.

También se determinó el coeficiente de protección nominal de los insumos (CPNI) por el cociente de los insumos comerciables evaluados a precios privados entre su correspondiente evaluación a precios económicos.

$$CPNI = \frac{B}{F} \dots \dots \dots (5)$$

Los resultados obtenidos con respecto al CPNI son que la política aplicada a los insumos comerciables de la leche pasteurizada, yogurt y queso producidos en la UPL está favoreciéndolos

ya que para la leche pasteurizada solo se paga el 32% del precio por lo que se ahorra un 68% del precio que se debería estar pagando. Para el yogurt se ahorra un 27% del precio que se debería pagar y en el queso solo se paga el 42% del precio que se debería pagar, por lo que se ahorra un 58% del precio en este producto.

De manera semejante son los resultados obtenidos por Posadas et al., (2014) al hallar resultados que muestran que los tres estratos son rentables ya que tienen un CPN de 7,6%, 30,1% y 45,9% cuando se tiene un costo económico en la mano de obra familiar. Cuando no se considera costo económico, el CPN aumenta al 47,3%, 56,8% y 66,2% para los estratos 1, 2 y 3 respectivamente.

En los insumos indirectamente comerciables los vehículos están pagando un sobreprecio el cual afecta de esta manera; para la leche pasteurizada del 13%, para el yogurt 5 veces más (537%) y para el queso en cuatro veces más (416%).

El coeficiente de protección efectiva (CPE) es la relación entre el valor agregado a precios de mercado (VAP) entre el valor agregado a precios económicos (VAE) sin subsidios.

$$CPE = \frac{(A - B)}{(E - F)} = \frac{VAP}{VAE} \dots \dots \dots (6)$$

Mientras mayor sea el CPE, mayor será la ganancia privada respecto a la que se generaría de no existir las políticas que afectan positivamente al producto y a los insumos comerciables.

El CPE para el queso tipo Chapingo muestran que el efecto conjunto de política sobre productos e insumos representa protección e incentivo, ya que el valor agregado valuado a precios de mercado excede en 27% al valor agregado a precios de eficiencia (Cuadro 7).

Cuadro 7. Indicadores de competitividad, ventaja comparativa y subsidios en 2020.

	CPNP	CPNI	CPE	RCP	RCR	SSP	ESP
Leche Pasteurizada	0.57	0.32	0.48	0.15	0.08	-0.24	-0.41
Yogurt	0.73	0.63	0.78	0.13	0.11	-0.13	-0.18
Queso	0.89	0.42	1.27	0.23	0.32	0.12	0.14

Fuente: Elaboración propia, las siglas corresponden a las definiciones mencionadas.

El resultado encontrado coincide con Nieto et al., (2016) en los sistemas de producción de leche especializado y de doble propósito al haber encontrado un CPE en 2014 de 94 y 88%, debido a la reducción del precio de los insumos utilizados y a las modificaciones introducidas por el Decreto 4589 de 2010 que fijó un arancel permanente del 98,0% para la importación de leche y nata.

En cambio, los efectos de política de productos e insumos sobre la leche pasteurizada y el yogurt representan desprotección, donde el valor agregado a precios privados es del 48 y 78% del valor agregado a precios económicos.

Dicho efecto concuerda con el value added to private prices (VAP) de Posadas et al., (2018) al ser de 0.087, 0.080, 0.114 y 0.112 para sus cuatro estratos respectivamente en su escenario de producción real de leche.

El resultado anterior es análogo al encontrado por Covarrubias et al., (2003) en los CPE de los sistemas semi especializado y familiar de producción de leche al tener desprotección, pues valor agregado a precios privados sólo es 76 y 59% del valor agregado a precios económicos.

La relación de costo privado (RCP) es el cociente de dividir el costo de los factores internos de la producción entre el valor agregado, ambos valorados a precios de mercado.

$$RCP = \frac{C}{A - B} \dots \dots \dots (7)$$

La RCP de la UPL es de 0.15 en leche pasteurizada, 0.13 en yogurt y 0.23 para queso, por lo que como productor es competitivo, está recibiendo ganancias extraordinarias después de remunerar a los factores de la producción, tanto propios como contratados, queda un residuo en el valor agregado que es la retribución a su gestión o manejo.

La ganancia privada resulta positiva, los productos son redituables para la UPL y la UACH en función de los precios pagados y recibidos.

Posadas et al., (2018) hallaron valores similares en su Relationship of private cost (RPC) de su escenario simulado al ser de 0.325, 0.364, 0.231 y 0.164 para sus cuatro estratos respectivamente.

Dichos resultados son análogos al estudio de Posadas et al., (2014), al encontrar que los tres estratos fueron competitivos al tener una RPC menor a 1.0. El costo de los recursos internos

representó 0,79, 0.51 y 0.42 cuando el costo económico del trabajo familiar es tomado en consideración. Cuando no se considera el costo económico de la mano de obra familiar, el RPC fue de 0.07, 0.25 y 0.26 para cada estrato.

De igual manera los resultados encontrados en la RPC de la UPL son similares a los de Covarrubias et al., (2003) en los sistemas de producción especializado y semi especializado de la región de Los Altos de Jalisco al ser su RPC de 0.85 en ambos casos; pero son contrarios al RPC de los sistemas de producción familiar con 1.22 y de doble propósito con 1.92.

El costo de los factores internos (RCR) es el cociente de dividir el costo de los factores internos valuado a precios de eficiencia y el valor agregado económico.

$$RCR = \frac{G}{E - F} \dots \dots \dots (8)$$

Una RCR positiva de 0 a 1 indica que se tendrán ventajas comparativas en la producción de un bien, ya que gana o ahorra dinero con su producción interna. Una RCR negativa indica que se desperdicia capital, es decir, se utilizan más capital en la producción de un bien de lo que vale ese bien.

La leche pasteurizada, yogurt y queso tiene rentabilidad social (RCR) y por tanto ventajas comparativas. A precios económicos por cada \$0.08, \$0.11 y \$0.32 invertidos en factores internos generan un valor agregado de \$1.00.

A la UACH le conviene seguir produciendo en la UPL que comprar a un proveedor externo, pues por cada peso invertido ahorraría 0.92, 0.89, 0.68 pesos respectivamente.

Estos resultados coinciden con el coefficient of private profitability CPP (que es equivalente al RCR de esta investigación) de Posadas et al., (2018) al resultarle en su escenario de producción real de leche 0.022 en su estrato I, 0.19 en su estrato II, 0.029 en su estrato III y 0.030 en su estrato IV y a lo que menciona que de sus dos escenarios, el de producción real, la rentabilidad aumentó principalmente para los productores E2 (171%) y E1 (144%) y fue menor para los productores E3 (81%) y los productores E4 (66%).

Posadas et al., (2014) hallaron resultados equivalentes al ser rentables sus tres estratos de producción de leche ya que tienen un CPP (o RCR) de 0.076, 0.301 y 0.459 cuando se asigna un

costo económico a la mano de obra familiar. Cuando no se considera costo económico, el CPP aumenta al 0.473, 0.568 y 0.662 para los estratos 1, 2 y 3 respectivamente.

Los resultados coinciden al tener rentabilidad social y ventaja comparativa a los de Covarrubias et al., (2003) en los sistemas de producción de leche especializado, semi especializado y familiar de la región de Los Altos de Jalisco al tener un RCR de 0.90, 0.63 y 0.71.

Caso contrario es el de Odermatt, (1997), al haber hallado en la Comarca Lagunera y los altos de Jalisco, la falta de ventajas comparativas en la producción de leche con un RCR de 5 y 4.1 respectivamente.

Posteriormente se determinó la ventaja comparativa y competitividad de productos lácteos fuera del mercado de la UACH con la eliminación de subsidios. Se encontró que los tres productos de la UPL al tener un RCR y RCP < 1, hacen que caigan en el primer cuadrante, lo que significa que tanto la leche pasteurizada, el yogurt y el queso tienen ventaja comparativa y son competitivos ya que genera recursos a la UPL y permite la generación, así como el ahorro de dinero (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de la ventaja comparativa y competitividad.

	<i>RCR < 1 (Con Ventaja)</i>	<i>RCR > 1 o RCR < 0 (Sin Ventaja)</i>
<i>RCP < 1 (Competitivo)</i>	(I) Con Ventaja y Competitivo	(II) Sin Ventaja y Competitivo
<i>0 < RCP > 1 (No Competitivo)</i>	(III) Con Ventaja y No Competitivo	(IV) Sin Ventaja y No Competitivo

Fuente: Monke y Pearson 1989.

Por otro lado, al establecer la ventaja comparativa y la protección de los productos lácteos fuera del mercado de la UACH con la eliminación de subsidios, se halló que la leche pasteurizada y el yogurt tienen un RCR y CPE < 1 por lo que se ubican en el primer cuadrante, lo que los hace ser productos eficientes y no protegidos, ya que la política (de la UACH) explota la ventaja comparativa de los productos manteniendo sus precios bajos.

El queso tipo Chapingo tiene un RCP < 1 pero un CPE > 1 lo que lo ubica en el cuarto cuadrante y lo hace ser un producto sin ventaja y con protección, por lo que tiene una política de precios favorables que le permite la producción para su mercado al interior de la UACH (Cuadro 9).

Cuadro 9. Ventaja comparativa y protección.

	$RCR < 1$ (Con Ventaja)	$0 < RCR > 1$ (Sin Ventaja)
$CPE < 1$ (Con Protección)	(I) Con Ventaja y Sin Protección	(II) Sin Ventaja y Sin Protección
$CPE > 1$ (Sin Protección)	(III) Con Ventaja y Con Protección	(IV) Sin Ventaja y Con Protección

Fuente: Monke y Pearson 1989.

Resultados similares son los de Bohórquez et al., (2016) al concluir que “en cuanto al análisis de la ventaja competitiva del sector industrial lácteo, existen ventajas comparativas producto de la ubicación geográfica privilegiada con factores productivos tales como materias primas y recursos humanos abundantes y formados a nivel universitario en el área agropecuaria y agroindustrial”.

Se obtuvo el subsidio social al productor (SSP) que muestra la parte proporcional en que debería apoyarse al ingreso bruto del productor, para mantener un nivel actual de ganancias privadas, ante una total apertura comercial bajo la fórmula:

$$SSP = \frac{(D - H)}{E} = \frac{L}{E} \dots \dots \dots (9)$$

El resultado del SSP es que en el queso tipo Chapingo necesitara que se le apoye con subsidios de un 12% de sus ganancias para que se pueda mantener en un mercado fuera de la UACH, por lo que respecta a la leche pasteurizada y yogurt no necesitan este tipo de apoyo.

Finalmente, el subsidio equivalente al productor (ESP) que es la transferencia neta de política como una proporción de los ingresos brutos totales a precios privados.

$$ESP = \frac{(D - H)}{A} = \frac{L}{A} \dots \dots \dots (10)$$

Se encontró que el queso es el producto donde la política que se implementó represento un 14% del ingreso que genero la UPL por recibir los subsidios.

5.2. Modelo de PM, para la UPL en 2020.

Al contrastar los niveles de producción y ventas, en el escenario tres se redujo 8,400 l de leche bronca recibida semanalmente, por tanto, se redujo la pasteurización de esta, a una proporción del 37.5%. Respecto con los demás subproductos estos en los tres escenarios se mantuvieron en los mismos niveles. Los resultados se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Resultados de la FO Optimizada de los escenarios en la UPL en 2020.

Escenarios	Cantidad optimizada			\$		
	1	2	3	1	2	3
LB	22,400	22,400	14,000	-156,800	-156,800	-98,000
LP	14,000	22,400	14,000	-8,400	-13,440	-8,400
PY	14,000	14,000	14,000	-52,050	-52,050	-52,050
PQP	3,000	3,000	3,000	-14,145	-14,145	-14,145
PQO	3,000	3,000	3,000	-16,946	-16,946	-16,946
PQCH	300	300	300	-17,946	-17,946	-17,946
VLP	300	300	300	224,000	224,000	224,000
VY	200	200	200	96,000	96,000	96,000
VQP	200	200	200	36,000	36,000	36,000
VQO	160	160	160	28,000	28,000	28,000
VQCH	160	160	160	25,600	25,600	25,600
Max Z				143,313	138,273	202,113

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos directamente del modelo de PM, en 2020. Los montos con signo (-) son costos variables.

En el primer escenario el ingreso neto fue de \$143,313.00 en el segundo de \$138,273.00 y en el tercero de \$202,113.00 por lo que se tuvo una diferencia entre el primer y tercer escenario de \$58,800.00 y se incrementó Z en un 41.02%.

Entre el segundo y tercer escenario se encontró una diferencia de \$63,840.00 por lo que el ingreso aumento en un 46.16%

El ingreso neto obtenido en los escenarios es similar al porcentaje en que optimizo Salinas et al., (2020), su beneficio económico en el estrato I al ser del 46% y el estrato III con un 73%.

Los resultados de Arauco & Arauco, (2015) coinciden con los obtenidos en el modelo, ellos optimizaron la producción de la planta lechera el Mantaro S.A. al incrementar sus ingresos de \$3,030.00 soles a \$93,000.00 soles quincenales, al aplicar las técnicas de la optimización y utilizando eficientemente los recursos disponibles.

El tercer escenario se calibro para obtener la máxima ganancia de \$202,113.00 semanales, lo que significa que la UPL deberá colocar en el mercado todo lo producido.

Esto fue porque se recibieron 8,400 l de LB menos a la semana, asimismo los costos variables entre el escenario uno y tres se optimizaron 22.08% al ahorrar \$58,800.00. Al contrastar el escenario dos con el tres la optimización fue de 23.52% y se redujo a la semana \$63,840.00.

En el proceso de pasteurización al comparar el escenario dos y tres, disminuyó 23.52% y se ahorró \$5,040.00 a la semana.

Boirivant, (2011) maximizó su beneficio en un 5.40% al pasar de \$109,704.00 USD a \$115,634.00 USD, por lo que sus resultados son análogos a los encontrados en esta investigación.

Pastor, (2012) encontró que la aplicación de modelos matemáticos a problemas industriales y de negocios se hace imperativamente necesario la aplicación de la programación matemática.

La producción óptima encontrada para los tres escenarios de la UPL, son similares a la hallada por Arauco & Arauco, (2015), al ser sus cantidades optimas a producir quincenalmente las siguientes: queso fresco semi integral 202 Kg, queso fresco 506 Kg, yogurt 1668 L y manjar blanco 498 Kg.

Recibir 14,000 l de leche bronca (no pasteurizada) semanalmente para ser procesada, en los escenarios uno y tres, es similar al resultado de Jablonsky & Skocdopolova, (2017), al recoger o comprar 56,810 l de leche cruda mensualmente para ser llevada a procesamiento.

Los costos variables de los subproductos se mantienen en los mismos niveles en los tres escenarios como se muestra en la Figura 1.

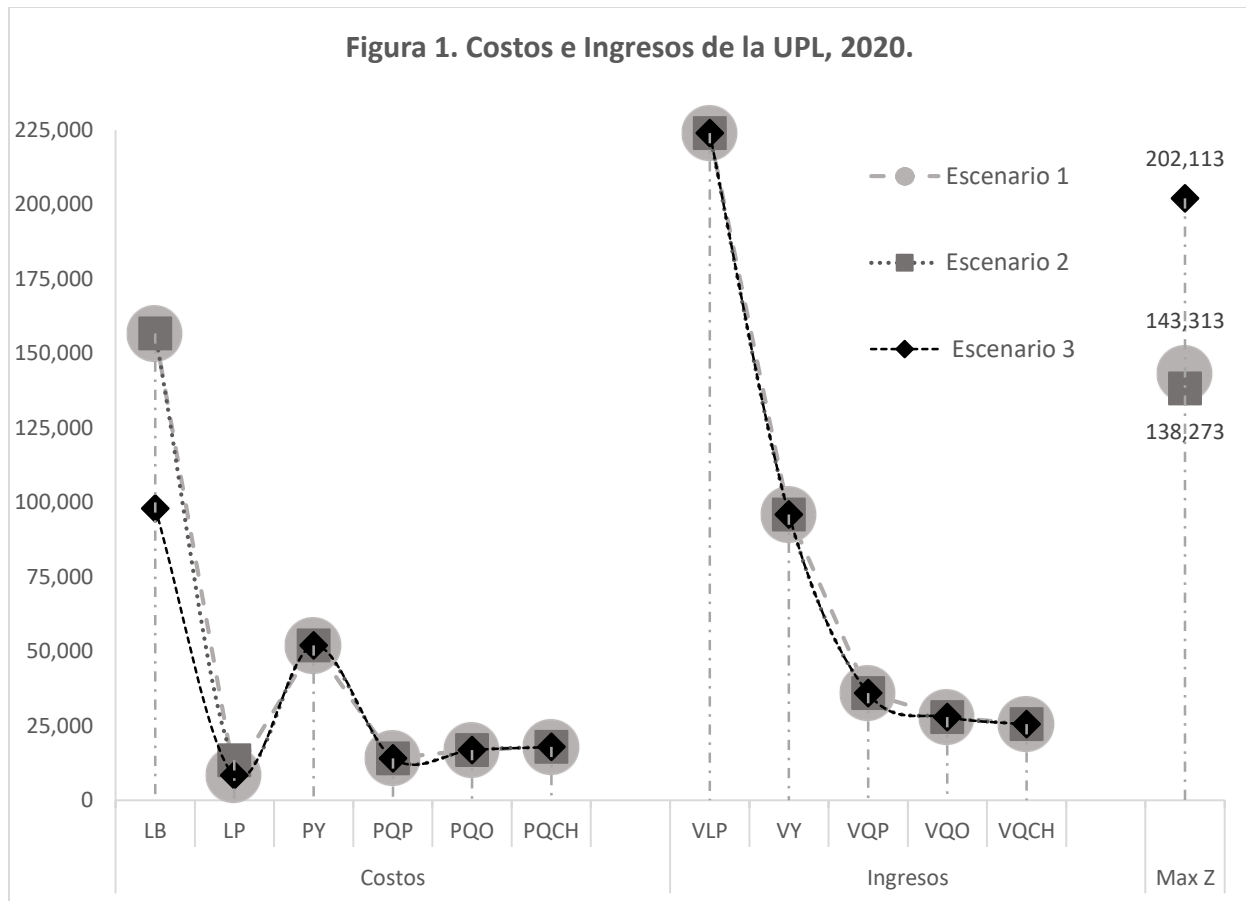


Figura 1. Contraste de costos e ingresos obtenidos del modelo de PM de la UPL, en 2020.

La segunda parte del informe de sensibilidad mostro cambios en los recursos, al ser los valores que quedan a la derecha de las restricciones (Right Hand Side -RHS-), este representa la disponibilidad de recursos de la UPL (LB, LP, Y, QP, QO, QCH, mano de obra, agua, insumos, materias primas, etc.). Los cambios en estos valores afectan igualmente a los resultados de la región factible y por consecuencia al valor de la solución óptima.

Al haber encontrado resultados similares con que opera originalmente la UPL, en el primer escenario y haber planteado el segundo para dar una solución que fuera más óptima, se observó durante este proceso que el óptimo encontrada no reflejaba precios sombra, por lo que se volvió a calibrar el modelo (escenario tres) introduciendo variables de holgura, las que ayudaron a determinar qué tanto se debía mover los recursos.

Entre los resultados hallados destacan el valor final obtenido, así como los precios sombra generados y la holgura con la que se calibro el tercer escenario como se muestran en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Contraste del valor final y precio sombra, de los escenarios.

Escenarios	Valor Final			Holgura S1-S20	Precio Sombra		
	1	2	3		1	2	3
LB	22,400	22,400	14,000	8,400	-7	-7	0
LP	14,000	22,400	14,000	8,400	0	-0.60	0
VLPC	14,000	14,000	14,000	0	15.40	16.00	8.40
PY	3,000	3,000	3,000	0	14.65	14.65	14.65
PQP	300	300	300	0	72.85	72.85	36
PQO	200	200	200	0	55.27	55.27	0
PQCH	160	160	160	0	47.84	47.84	1.78
Transferencia LB a LP	-8,400	0	0	0	0	0	7
Transferencia LP a Subproductos	-5,299	-13,699	-5,299	5,299	0	0	0
Transferencia LP a VLPC	0	-8,400	0	0	0.60	0	7.60
VY	0	0	0	0	32	32	32
VQP	0	0	0	0	120	120	120
VQP	0	0	0	0	140	140	140
VQCH	0	0	0	0	160	160	160
Mano de obra	32.42	33.93	32.23	9.76	0	0	0
Agua	12.13	14	10.25	4.75	0	0	0
Cultivo láctico	58.80	58.80	58.80	1.2	0	0	0
Cloruro de calcio	160	160	160	0	0	0	184.23
Sal	346	346	346	4	0	0	0
Cuajo	92	92	92	8	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del análisis de sensibilidad del modelo de PM, en 2020.

El precio sombra de la LB en el primer y segundo escenario es de -\$7.00, lo que es igual al precio de mercado del producto y debido a que es un recurso altamente demandado por cada litro adicional requerido, el resultado óptimo se reduciría en \$7.00.

En el primer escenario, es permisible recibir 12880 l más de LB y el segundo 4480 l, aunque el primero puede dejar de recibir 8400 l y el segundo nada, para que de esta forma no se afecte el óptimo obtenido.

En consecuencia, en el escenario dos al requerir un litro más de LB , también se requiere pasteurizarlo, lo que implica una reducción en nuestra solución óptima de \$0.60 ya que este es el precio sombra del proceso de pasteurización.

El precio sombra de la VLPC en el primer escenario fue de \$15.40, en el segundo de \$16.00 y en el tercero de \$8.40, por lo que vender un litro de LPC adicional en cada uno de los escenarios, aumenta el ingreso en esas cantidades respectivamente.

La venta de LPC en el escenario uno comparado con el tercero resulta ser 54.54% más rentable y la VLPC en el segundo escenario respecto al tercero es 47.5% más eficaz, y en los tres escenarios se puede aumentar la VLPC hasta 84,00 l por semana y reducir la VLPC en el primer y tercer escenario 5,299 l y en el segundo 14,000 l, sin afectar la solución óptima encontrada por el modelo.

Producir un litro adicional de yogurt de frutas implica un aumento en la ganancia por \$14.65 en los tres escenarios y se puede aumentar 120 l más la producción a la semana.

De acuerdo con los precios sombra encontrados la PQP es más rentable en un 50.5% en los escenarios uno y dos, ya que por cada kilo adicional de PQP el valor óptimo aumenta en el escenario uno y dos \$72.85 y en el tres solo \$36.00, pudiendo acrecentar la producción en el escenario tres hasta 24 kg más sin que se vea afectado el valor óptimo.

La PQO en el escenario uno y dos tuvo un precio sombra de \$52.27 de manera que un kilo adicional acrecentaría la ganancia en esa cantidad.

Incrementar un kilo adicional de la PQCH aumenta el ingreso en el escenario uno y dos \$47.84 y en el tres \$1.74, al ser estos los precios sombra obtenidos del producto.

En el tercer escenario transferir un litro adicional de LB a LP, tiene un precio sombra de \$7.00, lo que implica que por cada litro transferido de LB a LP aumentara \$7.00 el valor óptimo encontrado. Lo mismo ocurre al transferir un litro de LP a VLPC solo que aquí el ingreso aumenta \$7.60.

De acuerdo con los precios sombra calculados en los escenarios vender adicionalmente un litro de yogur o un kilo de queso panela, Oaxaca o Chapingo, impacta positivamente la ganancia por la cantidad de \$32.00, \$120.00, \$140.00 y \$160.00 respectivamente, al ser los precios de mercado de los productos.

En la UPL se cuenta con mano de obra ilimitada debido a que es una planta con fines educativos y no de lucro, no obstante operar en saldos rojos no es conveniente para la Universidad, por lo que se sugiere restringir este recurso con el propósito de obtener un costo de oportunidad o precio sombra del recurso escaso en cuestión.

Salinas et al., (2020), determinaron que la fuerza de trabajo constituía el elemento de segunda importancia según los productores, por lo que se coincide con este argumento. Si embargo las UPL vistas como empresas, generan trabajo y puestos de trabajo por cuenta propia, que a menudo pagan un salario superior al mínimo (Posadas et al., 2014).

El agua no tiene un precio sombra, debido a que está se usa ilimitadamente, pero si tuviéramos que restringirla entonces efectivamente representaría un problema para la UPL al ser la industria láctea una de las que más gasta o consume este recurso.

Los recursos cultivo láctico, cloruro de calcio, sal y cuajo, que no obtuvieron un precio sombra, es debido a que la UPL esta subsidiada por la Universidad al manejarse como una unidad de enseñanza e investigación y no para generar recursos económicos, pero al ser los recursos principales para la elaboración de los subproductos lácteos se deben restringir como la mano de obra.

6. CONCLUSIÓN

Conforme a el análisis de los ingresos y los costos valuados a precios privados, se concluye que la producción de leche pasteurizada, yogurt de frutas y queso tipo Chapingo son rentables y competitivos, su valor agregado cubre los costos de los factores internos de la producción, más un remanente de ganancia extraordinaria, dadas las tecnologías actuales y los factores que están imperando en este momento en el mercado.

El análisis de los ingresos y de costos valuados a precios económicos o de eficiencia, muestra que el efecto total, de la política institucional por parte de la UACH es de protección y subsidio para la producción de queso tipo Chapingo; y de desprotección e impuesto para la producción de leche pasteurizada y yogurt de frutas.

En relación con los márgenes de ganancia a precios privados y económicos obtenidos la UPL tiene ventaja comparativa. Esto es, si la UACH compra los productos a un nuevo proveedor obtendrá menor ganancia, por lo que se recomienda seguir con la producción en las instalaciones de la UPL.

De acuerdo con el resultado obtenido del costo de los factores internos a la UACH le conviene seguir produciendo en la UPL pues por cada peso invertido en la producción de leche pasteurizada, yogurt de frutas y queso tipo Chapingo ahorrara 0.92, 0.89, 0.68 pesos respectivamente.

De ahí que los productos que se producen resultan ser competitivos al obtener buen margen de ganancia tanto privada como económica, en el entendido de que la competitividad refiere a la ganancia que resulta de los ingresos menos los costos que se obtienen.

La leche pasteurizada, el yogurt de frutas y el queso tipo Chapingo tienen ventaja comparativa y son competitivos fuera del mercado de la UACH y con la eliminación de subsidios; ya que genera recursos y le permite el ahorro de dinero a la UPL al obtener un RCR y $RCP < 1$.

Además, la leche pasteurizada y el yogurt fuera del mercado de la UACH y con la eliminación de subsidios son productos eficientes y no protegidos, ya que la política (de la UACH) explota la ventaja comparativa de los productos manteniendo sus precios bajos.

La optimización de la UPL con programación matemática mejoró las deficiencias en su producción, al aprovechar la modelación, con lo que se plantean estrategias de desarrollo y mejora.

Con la optimización de los recursos se puede mejorar los resultados mediante la óptima combinación de recursos.

Como estrategia se planteó que dejar de recibir LB, permitió aumentar la ganancia hasta \$58,800.00 por semana, a su vez también aumento el valor optimo, ya que, si no se reciben más litros de LB, estos se dejan de pasteurizar, lo que redujo los costos variables.

Al optimizar el ingreso de la UPL se obtuvo un beneficio de \$143,313.00 entre el escenario base y el tercer escenario que fue para obtener el valor máximo de Z por semana, con un incremento del 41.02%.

Por el lado de la producción se observó que el queso que se debe producir más es el tipo panela y el queso que se debe producir menos es el tipo Chapingo, es decir la tendencia de eliminar el queso tipo Chapingo para producir queso tipo panela o en su caso Oaxaca, es porque representan un mayor impacto en el valor optimo, debido a sus precios sombra.

Al decidir si se VLPC o se PY, resulto que es mejor el VLPC ya que aumenta nuestro optimo encontrado en \$1.35, además de que los costos variables de VLPC son 96.54% menores a los de PY.

Otro aspecto significativo es que vender LPC o PY de frutas, no es tan rentable como si se produjera cierto tipo de quesos; para este caso sería más rentable producir queso tipo panela al ser el queso que más demanda tiene y por qué incorpora un impacto superior en el valor óptimo, por su precio sombra al ser de \$72.85 por kilo.

Los valores óptimos encontrados en los tres escenarios del modelo de PM fueron bajo el entendido de que todo lo producido se debía colocar en el mercado, no obstante, se reconoce que la mayor parte de la producción es para venta al interior de la Universidad.

Finalmente, el modelo matemático presentado es un modelo franco de programación matemática, pero como se observa en los resultados se incrementa significativamente el ingreso, al decidir la combinación optima de subproductos lácteos a producir, al generar ahorros por la disminución de costos variables y al mejorar su capacidad para competir.

7. LITERATURA CITADA

- Alvarado, F. (2003). Centros de Producción con Valor Agregado. *Actualidad Sanmarquina*, 3(16). https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/actualidad/a%C3%B1o3_n16_2003/centros_produccion.htm
- Alvarado Martínez, T. E. A. (2001). Metodología Para Elaborar Un Plan Estratégico Y Rediseño Organizacional De Una Unidad De Producción Agropecuaria. *Revista Mexicana de Agronegocios*, V(9). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14100903>
- Alvarado Vélez, J. A., Almeida Blacio, J. H., Vélez Bravo, G. P., & Cornejo, D. (2020). Estado del proceso administrativo en las unidades de producción agropecuaria de Santo Domingo, Ecuador. *Revista ESPACIOS*, 41(05). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n05/20410508.html>
- Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin. (2011). *Métodos Cuantitativos para los Negocios Anderson 11th*. https://docs.google.com/document/d/1se5W_Baps_-O6v_kuhFfMACoIexOaRKU-HY-7k6WkWO/edit?usp=drive_web&ouid=108571400524229931074&usp=embed_facebook
- Anichkina, O. A., Terekhova, A. A., Avtsinova, A. A., Akulina, E. E., & Dotsenko, E. V. (2021). Evaluation of the effectiveness of an investment project for the processing of whey. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677(2), 022055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022055>
- Arauco, F. O., & Arauco, F. (2015). Maximización de la producción de derivados lácteos mediante la metodología de la optimización lineal en la empresa Planta Lechera El Mantaro S.A. *Prospectiva Universitaria*, 12(1), 42–46. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2015.12.453>
- Arechavala, R., & Sánchez, C. F. (2017). Las universidades públicas mexicanas: Los retos de las transformaciones institucionales hacia la investigación y la transferencia de conocimiento. *Revista de la educación superior*, 46(184), 21–37. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.09.001>
- Bajo-Rubio, O. (1996). Teorías del comercio internacional: Una panorámica. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, ISSN 0213-3865, N°. 36, 1996 (Ejemplar dedicado a: Comercio exterior: tendencias recientes), págs.. 12-27.
- Beath, J., Owen, R., Poyago-Theotoky, J., & Ulph, D. (2003). Optimal incentives for income-generation in universities: The rule of thumb for the Compton tax. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9), 1301–1322. https://econpapers.repec.org/article/eeeindorg/v_3a21_3ay_3a2003_3ai_3a9_3ap_3a1301-1322.htm
- Bohórquez, E., Marín, M., & Dugarte, S. (2016). *Estrategias Competitivas dirigidas al Sector Industrial Lácteo en la Parroquia Santa Bárbara de Zulia, Según la teoría de Michael Porter | Saberes a Cielo Abierto*. <https://investigacion.unesur.edu.ve/index.php/rsca/article/view/16>

- Boirivant, J. A. (2009). La Programación Lineal Aplicación De La Pequeñas Y Medianas Empresas. *Reflexiones*, 88(1), 89–105. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72912559007>
- Boirivant, J. A. (2011). El Análisis Post-Optimal en Programación Lineal Aplicada a la Agricultura. *Reflexiones*, 90(1), 161–173. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72918776010>
- Camacho, J. H., Cervantes, F., Palacios, M. I., Rosales, F., & Vargas, J. M. (2017). Factores determinantes del rendimiento en unidades de producción de lechería familiar. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(1), 23–29. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4313>
- CEPAL (Ed.). (2020). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020*. 134.
- Covarrubias, D. L., Flores, J. S. M., Sánchez, J. G., Damián, M. A. M., Delgado, G. G., & Silvestre, J. M. O. (2003). Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia*, 37(1), 85–94. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30237109>
- Debertin, D. (2012). *Agricultural Production Economics*. https://uknowledge.uky.edu/agecon_textbooks/1
- Dixon, J., Gulliver, A., & Gibbon, D. (2001). *Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza: cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante*. FAO. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/a204dc72-8d27-5e2d-ac64-afb32bc22660/>
- Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., & Sunkel, O. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL*. UN. <https://doi.org/10.18356/b89f0453-es>
- Duque, A. M. L., Benjumea, J. C. C., & Duque, V. E. L. (2006). Modelo administrativo para una unidad de emprendimiento en instituciones públicas de educación superior, caso Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia Et Technica*, XII(30), 239–249. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491042>
- FAO. (2004). *CRECIMIENTO AGRÍCOLA Y REDUCCIÓN DE LA POBREZA*. <https://www.fao.org/3/y5673s/y5673s06.htm>
- Galvis, J. R., & Galvis, M. R. (2017). Modelo econométrico de gestión exitosa para la empresa familiar colombiana. *Revista Finanzas y Política Económica*, 9(2), 319–344. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323553607006>
- Gómez Bermúdez, L. E., Santos Moreno, E. R., & Castrillón Rois, M. J. (2016). Estrategias de innovación desarrolladas por los centros de investigación de las universidades públicas del departamento de La Guajira, Colombia. *INGE CUC*. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.03>

- Hernández-Martínez, J., Rodríguez-Licea, G., Gómez-Tenorio, G., Guzmán-Soria, E., Rebollar-Rebollar, E., & Rebollar-Rebollar, S. (2020). Análisis de la competitividad de la porcicultura en Tejupilco y Luvianos, México (2006-2018)1. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 663–677. <https://www.redalyc.org/journal/437/43764233011/html/>
- Hurtado, J. (2003). LA TEORÍA DEL VALOR DE ADAM SMITH: LA CUESTIÓN DE LOS PRECIOS NATURALES Y SUS INTERPRETACIONES. *Cuadernos de Economía*, 22(38), 15–45. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-47722003000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Jablonsky, J., & Skocdopolova, V. (2017). Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una Empresa Procesadora de Leche. *Información tecnológica*, 28(4), 39–46. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400006>
- Jebelli, J., Paterson, B., & Abdelwahab, A. (2016). *Agriculture journal: A linear programming model to optimize cropping pattern in small-scale irrigation schemes: An application to Mekabo Scheme in Tigray, Ethiopia [PDF] | Documents Community Sharing*. <https://xdocs.pub/doc/agriculture-journal-a-linear-programming-model-to-optimize-cropping-pattern-in-small-scale-irrigation-schemes-an-application-to-mekabo-scheme-in-tigray-ethiopia-xn45zdd713oj>
- Jiménez, A. L., Cornelio, R. R., & Vera, Y. J. (2017). Gestión Del Conocimiento En Universidades Públicas Mexicanas. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(1), 54–54. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n1p54>
- Jiménez, A. R., & Jacinto, A. O. P. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 82, 175–195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Jiménez, Z. T. I., Gómez, P. O., & Villaseñor, A. J. L. (2020). Competitividad de los productos agrícolas estratégicos de México en América del Norte. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 14(14), Article 14. <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1932>
- Kotler, & Armstrong. (2008). *Kotler, P. & Armstrong, G. (2008). Fundamentos de marketing 8va edición. Pearson Educación México*. https://www.academia.edu/42228045/Kotler_P_and_Armstrong_G_2008_Fundamentos_de_marketing_8va_edici%C3%B3n_Pearson_Educaci%C3%B3n_M%C3%A9xico
- López, M. del S., Mejía, J. C., & Schmal, R. (2006). Un Acercamiento al Concepto de la Transferencia de Tecnología en las Universidades y sus Diferentes Manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, 24(32), 70–81. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39903208>
- Marques, M. da C. da C. (2012). Contribución del modelo ABC en la toma de decisiones: El caso universidades. *Cuadernos de Contabilidad*, 13(33), 527–543. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383670635005>

- Monke, E. A., & Pearson, S. R. (1989). *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development*. Cornell University Press. <https://books.google.com.mx/books?id=w0A5AQAAIAAJ>
- Naidorf, J. (2005). *La privatización del conocimiento público en universidades públicas*. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Nieto, V. M., Betancur, A., & Calderón, G. M. (2016). Una Nota sobre la Evolución de la Tasa de Protección Efectiva y la Tasa de Protección Nominal en Colombia (2002 – 2014). En *Archivos de Economía* (Núm. 014584; Archivos de Economía). Departamento Nacional de Planeación. <https://ideas.repec.org/p/col/000118/014584.html>
- Odermatt, P. (1997). *VENTAJAS COMPARATIVAS EN LA PRODUCCION DE LECHE EN MEXICO*. 10.
- Pastor, R. T. (2012). Aplicación de la programación matemática a la localización de proyectos. *PERSPECTIVAS*, 29, 69–92. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941258004>
- Pat, V. G., Caamal, I., & Ávila, J. A. (2009). *Análisis de los niveles y enfoques de la competitividad I—PDF Descargar libre*. <https://docplayer.es/27299975-Analisis-de-los-niveles-y-enfoques-de-la-competitividad-1.html>
- Porter, M. E. (1987). *Ventaja Competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Grupo Editorial Patria.
- Posadas, R. R., Arriaga, C. M., & Martínez, F. E. (2014). Contribution of family labor to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 46(1), 235–240. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0482-4>
- Posadas, R. R., Del Razo, O. E., Almaraz, I., Peláez, A., Espinosa, V., Rebollar, S., & Salinas, J. A. (2018). Evaluation of comparative advantages in the profitability and competitiveness of the small-scale dairy system of Tulancingo Valley, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1516-8>
- Rice, E. A. B. (2013). El papel de la Ventaja Competitiva en el desarrollo económico de los países. *Análisis Económico*, XXVIII(69), 55–78. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41331033004>
- SADER. (2020). *Unidad de producción agropecuaria, elemento indispensable de desarrollo*. gov.mx. <http://www.gob.mx/agricultura/articulos/unidad-de-produccion-agropecuaria-elemento-indispensable-de-desarrollo?idiom=es>
- Salinas, J. A., Posadas, R. R., Morales, L. D., Rebollar, S., & Rojo, R. (2020). Cost analysis and economic optimization of small-scale dairy production systems in Mexico. *Livestock Science*, 237, 104028. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104028>
- Sanchez, J. Z. M. (2008). PAUL KRUGMAN Y EL NUEVO COMERCIO INTERNACIONAL. *Criterio Libre*, 8, 14.

- Serna, M. D. A., Uribe, K. C. A., & García, J. A. C. (2012). Metodología De Valoración Para Proyectos De Transferencia Tecnológica Universitaria. Caso Aplicado—Universidad De Antioquia. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, XX(1), 91–106. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90924279007>
- Silvestre, J. M. O., Flores, J. S. M., Sánchez, J. G., Damián, M. A. M., Delgado, G. G., & Covarrubias, D. L. (2003). Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia*, 37(1), 85–94. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30237109>
- Suárez, M., Chaparro, L., García, T., & Durán, L. (2008). Plan estratégico gerencial para empresas rentables en universidades públicas. Caso: REUNELLEZ. *Revista Venezolana de Gerencia*, 13(41), 95–106. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29004106>

ANEXOS

Matrices auxiliares de coeficientes para la determinación de la MAP de la UPL.

Parámetros de elaboración de productos de leche en la UPL

Pasteurización De Leche	Leche Pasteurizada		
- Leche	1000 l		
- Calentar la leche durante 30 minutos	64° C		
- Enfriar la leche	4° C		
<i>Formulación de Leche al 2% de grasa y 11% de solidos</i>			
- Calentamiento de Leche y enfriamiento de leche con agua 5% y 5%	10%		
Ganancia total al Pasteurizar y formular Leche en la UTL	10%		
Elaboración De Yogurt Con Fruta		Yogurt	
<i>Inoculación de la formula</i>			
- Leche		200 l	
- Grasa en Leche		2%	
- Solidos en Leche		11%	
- Leche en polvo (Para Solidos)		11%	
- Elementos gelificantes		2%	
- Uso del calor 30 minutos		85 °C	
- Enfriado a la temperatura de inoculación		45 °C	
- Cultivo activado (mezcla Lactobacillus bulgaricos y L. estearotermophilus)		0.02%	
- Desarrollo de microorganismo y seguimiento a la producción de acidez en la mezcla		5 h	
<i>Elaboración</i>			
- Adición de color (no más de)		0.001 %	
- Adición de sabor (máximo)		0.5%	
- Adición de fruta		20%	
- Adición de azúcar para alcanzar un dulzor de al menos 14 -16°Brix		14%	
Ganancia de masa (por Cultivo, Solidos, Gelificantes y Fruta)		31%	
Elaboración De Queso Tipo Chapingo			Queso
<i>Formulación Del Cuajo</i>			
- Leche			200 l
- Grasa en Leche			2.5%
- Calentamiento de Leche para formula			38 °C
- Cultivo activado (mezcla Lactobacillus bulgaricos y L. estearotermophilus)			0.02%
- Cloruro de Calcio 10grs/100lt			0.01%
- Nitrato de potasio 10grs/100lt			0.01%
- Cuajo microbiano líquido (esperar por 30 minutos)			0.005%
- Corte y desuero de cuajo durante 20 minutos			42 °C
- Sal fina			2%
<i>Elaboración</i>			
- Vaciado en moldes y prensado durante 16 horas.			40 kg fuerza
- Desmoldar queso y guardar en cámara frigorífica para semi maduración.			3 meses
Reducción de masa por desuero y cuajo (relación 1kg por cada 10 l de leche)			1 kg / 10 l

Cantidad de insumos usados por día en cada producto.

<i>Pasteurización De Leche</i>	Leche Pasteurizada		
- Leche (l)	1,000		
- Agua (l)	100		
<i>Elaboración De Yogurt Con Fruta</i>		Yogurt	
- Leche (l)		200	
- Leche en Polvo (kg)		22	
- Goma guar o almidón modificado de maíz -Maizena- (kg)		4	
- Mezcla de Lactobacillus bulgaricos y L. estearotermophilus (kg)		0.04	
- Fruta (kg)		40	
- Colorante Vegetal (kg)		0.002	
- Saborizante (kg)		1	
- Azúcar (kg)		28	
<i>Elaboración De Queso Tipo Chapingo</i>			Queso
- Leche (l)			200.00
- Mezcla de lactobacillus bulgaricos y L. estearotermophilus (kg)			0.04
- Cloruro de Calcio (kg)			0.02
- Nitrato de potasio (kg)			0.02
- Cuajo microbiano (l)			0.01
- Sal fina (kg)			4
Cantidad de producto diario procesada	1000	200	20.00
Cantidad de producto ganado por procesamiento y elaboración	100	62	4.09
Cantidad de producto finalizado	1100	262	24

Programación anual de la producción.

	<i>Leche Pasteurizada</i>	<i>Yogurt</i>	<i>Queso</i>
Litros de Leche recibidos por día en planta	1,000	200	200
Días por año	360	360	360
Litros de leche recibidos al año en planta	360,000	72,000	72,000
Ganancia en masa por día	36,000	22,320	151.20
Total, de productos elaborados en planta al año (l, l, kg)	396,000	94,320	72,151.2
Cantidad de producto incrementado por procesamiento al año	36,000	22,320	151.2

Estructura de costos de producción.

	Leche Pasteurizada	Yogurt	Queso
CAPACIDAD INSTALADA	5,000	1,000	1,000
CAPACIDAD USADA	1,000	200	200
A) INSUMOS COMERCIALES	16.6%	29.4%	30.3%
Pasteurización de leche	0.3%	0.0%	0.0%
Elaboración de yogurt con fruta	0.0%	0.6%	0.0%
Elaboración de queso tipo Chapingo	0.0%	0.0%	0.2%
Detergentes	1.0%	1.0%	1.1%
Combustibles	6.8%	5.6%	5.8%
Materiales diversos	8.5%	22.2%	23.2%
B) FACTORES INTERNOS	10.0%	23.3%	24.4%
Personal profesional	2.8%	7.3%	7.6%
Personal operario	5.9%	15.3%	16.0%
Créditos	0.0%	0.0%	0.0%
Uso de agua	0.0%	0.0%	0.0%
Electricidad	1.4%	0.7%	0.7%
C) INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES	37.2%	24.0%	26.4%
Vehículos	1.9%	4.9%	5.1%
Instalaciones	35.3%	19.1%	21.3%
D) GASTOS DIVERSOS	36.2%	23.3%	18.9%
COSTO TOTAL	100%	100%	100%

Análisis del ingreso.

	Leche Pasteurizada	Yogurt	Queso
CAPACIDAD INSTALADA	5,000	1,000	1,000
CAPACIDAD USADA	1,000	200	200
(1) INGRESO TOTAL	3,168,000	2,075,040	1,387,584
- (2) INSUMOS COMERCIALES	352,533	238,801	234,462
- (3) ELECTRICIDAD	28,675	5,735	5,735
- (4) INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES	787,830	195,139	204,647
- (5) GASTOS DIVERSOS	768,118	188,893	146,329
= (6) VALOR AGREGADO NETO	1,230,843	1,446,473	796,411
- (7) PERSONAL PROFESIONAL	59,200	59,200	59,200
- (8) PERSONAL OPERARIO	124,133	124,133	124,133
- (9) USO DE AGUA	10	10	10
= (10) REMUNEACION AL CAPITAL:			
(11) Absoluta	1,047,500	1,263,129	613,068
(12) Relativa	49.4%	155.6%	79.2%
- (13) CREDITOS	0	0	0
= (14) REMUNEACION AL CAPITAL DEL PRODUCTOR:			
(15) Absoluta	1,047,500	1,263,129	613,068
(16) Relativa	49.4%	155.6%	79.2%

Estructura del ingreso.

TAMAÑO DE LA UNIDAD DE TECNOLOGIA LECHERA	Leche Pasteurizada	Yogurt	Queso
CAPACIDAD INSTALADA	5,000	1,000	1,000
CAPACIDAD USADA	1,000	200	200
INGRESO TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%
CONSUMO INTERMEDIO	61.1%	30.3%	42.6%
VALOR AGREGADO NETO	38.9%	69.7%	57.4%
CONSUMO INTERMEDIO	100.0%	100.0%	100.0%
INSUMOS COMERCIALES	18.2%	38.0%	39.7%
ELECTRICIDAD	1.5%	0.9%	1.0%
INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES	40.7%	31.0%	34.6%
GASTOS DIVERSOS	39.7%	30.1%	24.8%
VALOR AGREGADO NETO	100.0%	100.0%	100.0%
REMUNERACION A LA MANO DE OBRA	14.9%	12.7%	23.0%
REMUNERACION AL AGUA	0.0%	0.0%	0.0%
REMUNERACION AL CAPITAL	85.1%	87.3%	77.0%

Costos fijos y variables.

	Leche Pasteurizada	Yogurt	Queso
CAPACIDAD INSTALADA	5,000	1,000	1,000
CAPACIDAD USADA	1,000	200	200
COSTO TOTAL	2,120,500	811,911	774,516
COSTOS VARIABLES TOTALES	1,273,460	557,562	510,659
Pasteurización de leche	7,005	0	0
Elaboración de yogurt con fruta	0	5,175	0
Elaboración de queso tipo Chapingo	0	0	1,542
Detergentes	21,528	8,280	8,280
Combustibles	144,000	45,346	44,640
Materiales diversos	180,000	180,000	180,000
PERSONAL OPERARIO	124,133	124,133	124,133
CREDITOS	0	0	0
ELECTRICIDAD	28,675	5,735	5,735
GASTOS DIVERSOS	768,118	188,893	146,329
COSTOS FIJOS TOTALES	847,040	254,349	263,857
PERSONAL PROFESIONAL	59,200	59,200	59,200
USO DE AGUA	10	10	10
VEHICULOS	39,835	39,835	39,835
INSTALACIONES	747,995	155,304	164,812
INGRESO TOTAL	3,168,000	2,075,040	1,387,584
PRODUCCION TOTAL	396,000	94,320	8,672
COSTO TOTAL MEDIO	5.35	8.61	89.31
COSTOS VARIABLES MEDIOS	3.22	5.91	58.88
COSTOS FIJOS MEDIOS	2.14	2.70	30.42
INGRESO TOTAL MEDIO	8.00	22.00	160.00
GANANCIA NETA MEDIA	2.65	13.39	70.69

Modelos de escenarios e informes de sensibilidad para la UPL en 2020.

Escenario uno.

	LB	LP	VLPC	PY	VY	PQP	VQP	PQO	VQO	PQCH	VQCH			
Producción Optimizada	22400	14000	14000	3000	3000	300	300	200	200	160	160			
FO	-7.00	-0.60	16.00	-17.35	32.00	-47.15	120.00	-84.73	140.00	-112.16	160.00			
LB	1												≤	22400
LP		1											≤	22400
LPC			1										≤	14000
PY				1									≤	3000
PQP						1							≤	300
PQO								1					≤	200
PQCH										1			≤	160
Transferencia LB a LP	-1	1											≤	0
Transferencia LP a Subproductos		-1		0.90		6.67		10.00		12.50			≤	0
Transferencia LP a LPC		-1	1										≤	0
VY				-1.00	1.00								≤	0
VQP						-1.00	1.00						≤	0
VQO								-1	1				≤	0
VQCH										-1	1		≤	0
Mano de Obra	0.00002	0.00018		0.0026		0.019		0.037		0.055			≤	42
Agua	0.00022	0.00022		0.0003		0.0033		0.005		0.006			≤	15
Restricción cultivo láctico				0.01						0.18			≤	60
Restricción cloruro de calcio						0.2		0.3		0.25			≤	160
Restricción sal						0.5		0.5		0.6			≤	350
Restricción cuajo						0.1		0.15		0.2			≤	100
Maximizar Z	-156800	-8400	224000	-52050	96000	-14145	36000	-16946	28000	-17946	25600	\$143,313.40		
LB	22400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22400	= 22400
LP	0	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14000	≤ 22400
LPC	0	0	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14000	≤ 14000
PY	0	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	≤ 3000
PQP	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	300	= 300
PQO	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	200	= 200
PQCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	160	= 160
Transferencia LB a LP	-22400	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-8400	≤ 0
Transferencia LP a Subproductos	0	-14000	0	2700	0	2001	0	2000	0	2000	0	0	-5299	≤ 0
Transferencia LP a LPC	0	-14000	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 0
VY	0	0	0	-3000	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 0
VQP	0	0	0	0	0	-300	300	0	0	0	0	0	0	≤ 0
VQO	0	0	0	0	0	0	0	-200	200	0	0	0	0	≤ 0
VQCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-160	160	0	0	≤ 0
Restricción mano de obra	1	3	0	8	0	6	0	7	0	9	0	0	32	≤ 42
Restricción agua	5	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	12	≤ 15
Restricción cultivo láctico	0	0	0	30	0	0	0	0	0	29	0	0	59	≤ 60
Restricción cloruro de calcio	0	0	0	0	0	60	0	60	0	40	0	0	160	≤ 160
Restricción sal	0	0	0	0	0	150	0	100	0	96	0	0	346	≤ 350
Restricción cuajo	0	0	0	0	0	30	0	30	0	32	0	0	92	≤ 100

Informe de sensibilidad del escenario uno.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$D\$5	Produccion Optimizada LB	22400	0	-7	1E+30	1E+30
\$E\$5	Produccion Optimizada LP	14000	0	-0.6	0.6	15.4
\$F\$5	Produccion Optimizada LPC	14000	0	16	1E+30	15.4
\$G\$5	Produccion Optimizada PY	3000	0	-17.35	1E+30	14.65
\$H\$5	Produccion Optimizada VY	3000	0	32	1E+30	14.65
\$I\$5	Produccion Optimizada PQP	300	0	-47.15	1E+30	1E+30
\$J\$5	Produccion Optimizada VQP	300	0	120	1E+30	120
\$K\$5	Produccion Optimizada PQO	200	0	-84.73	1E+30	1E+30
\$L\$5	Produccion Optimizada VQO	200	0	140	1E+30	140
\$M\$5	Produccion Optimizada PQCH	160	0	-112.16	1E+30	1E+30
\$N\$5	Produccion Optimizada VQCH	160	0	160	1E+30	160

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$O\$30	LB ≤	22400	-7	22400	12880	8400
\$O\$31	LP ≤	14000	0	22400	1E+30	8400
\$O\$32	LPC ≤	14000	15.4	14000	8400	5299
\$O\$33	PY ≤	3000	14.65	3000	120	3000
\$O\$34	PQP ≤	300	72.85	300	0	300
\$O\$35	PQO ≤	200	55.27	200	0	200
\$O\$36	PQCH ≤	160	47.84	160	0	160
\$O\$37	Transferencia LB a LP ≤	-8400	0	0	1E+30	8400
\$O\$38	Transferencia LP a Subproductos ≤	-5299	0	0	1E+30	5299
\$O\$39	Transferencia LP a LPC ≤	0	0.6	0	5299	8400
\$O\$40	VY ≤	0	32	0	1E+30	3000
\$O\$41	VQP ≤	0	120	0	1E+30	300
\$O\$42	VQO ≤	0	140	0	1E+30	200
\$O\$43	VQCH ≤	0	160	0	1E+30	160
\$O\$44	Restricción mano de obra ≤	32.42093829	0	42	1E+30	9.57906171
\$O\$45	Restricción agua ≤	12.125	0	15	1E+30	2.875
\$O\$46	Restricción cultivo lactico (g/l) ≤	58.8	0	60	1E+30	1.2
\$O\$47	Restricción cloruro de calcio ≤	160	0	160	1E+30	0
\$O\$48	Restricción sal ≤	346	0	350	1E+30	4
\$O\$49	Restricción cuajo ≤	92	0	100	1E+30	8

Escenario dos.

	LB	LP	LPC	PY	VY	PQP	VQP	PQO	VQO	PQCH	VQCH		
Producción Optimizada	22400	22400	14000	3000	3000	300	300	200	200	160	160		
FO	-7.00	-0.60	16.00	-17.35	32.00	-47.15	120.00	-84.73	140.00	-112.16	160.00		
LB	1											=	22400
LP		1										=	22400
LPC			1									=	14000
PY				1								=	3000
PQP						1						=	300
PQO								1				=	200
PQCH										1		=	160
Transferencia LB a LP	-1	1										≤	0
Transferencia LP a Subproductos		-1		0.90		6.67		10.00		12.50		≤	0
Transferencia LP a LPC		-1	1									≤	0
VY				-1.00	1.00							≤	0
VQP						-1.00	1.00					≤	0
VQP								-1	1			≤	0
VQCH										-1	1	≤	0
Mano de Obra	0.00002	0.00018		0.0026		0.019		0.037		0.055		≤	42
Agua	0.00022	0.00022		0.0003		0.0033		0.005		0.006		≤	15
Restricción cultivo láctico				0.01						0.18		≤	60
Restricción cloruro de calcio						0.2		0.3		0.25		≤	160
Restricción sal						0.5		0.5		0.6		≤	350
Restricción cuajo						0.1		0.15		0.2		≤	100
Maximizar Z	-156800	-13440	224000	-52050	96000	-14145	36000	-16946	28000	-17946	25600	\$ 138,273.40	
LB	22400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22400	= 22400
LP	0	22400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22400	= 22400
LPC	0	0	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	14000	= 14000
PY	0	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	0	3000	= 3000
PQP	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	300	= 300
PQO	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	200	= 200
PQCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	160	= 160
Transferencia LB a LP	-22400	22400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤ 0
Transferencia LP a Subproductos	0	-22400	0	2700	0	2001	0	2000	0	2000	0	-13699	≤ 0
Transferencia LP a LPC	0	-22400	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	-8400	≤ 0
VY	0	0	0	-3000	3000	0	0	0	0	0	0	0	≤ 0
VQP	0	0	0	0	0	-300	300	0	0	0	0	0	≤ 0
VQP	0	0	0	0	0	0	0	-200	200	0	0	0	≤ 0
VQCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-160	160	0	≤ 0
Restricción mano de obra	1	4	0	8	0	6	0	7	0	9	0	34	≤ 42
Restricción agua	5	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	14	≤ 15
Restricción cultivo láctico	0	0	0	30	0	0	0	0	0	29	0	59	≤ 60
Restricción cloruro de calcio	0	0	0	0	0	60	0	60	0	40	0	160	≤ 160
Restricción sal	0	0	0	0	0	150	0	100	0	96	0	346	≤ 350
Restricción cuajo	0	0	0	0	0	30	0	30	0	32	0	92	≤ 100

Informe de sensibilidad dos.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$D\$5	Produccion Optimizada LB	22400	0	-7	1E+30	1E+30
\$E\$5	Produccion Optimizada LP	22400	0	-0.6	1E+30	1E+30
\$F\$5	Produccion Optimizada LPC	14000	0	16	1E+30	1E+30
\$G\$5	Produccion Optimizada PY	3000	0	-17.35	1E+30	1E+30
\$H\$5	Produccion Optimizada VY	3000	0	32	1E+30	32
\$I\$5	Produccion Optimizada PQP	300	0	-47.15	1E+30	1E+30
\$J\$5	Produccion Optimizada VQP	300	0	120	1E+30	120
\$K\$5	Produccion Optimizada PQO	200	0	-84.73	1E+30	1E+30
\$L\$5	Produccion Optimizada VQO	200	0	140	1E+30	140
\$M\$5	Produccion Optimizada PQCH	160	0	-112.16	1E+30	1E+30
\$N\$5	Produccion Optimizada VQCH	160	0	160	1E+30	160

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$O\$30	LB ≤	22400	-7	22400	4480	0
\$O\$31	LP ≤	22400	-0.6	22400	0	8400
\$O\$32	LPC ≤	14000	16	14000	8400	14000
\$O\$33	PY ≤	3000	14.65	3000	120	3000
\$O\$34	PQP ≤	300	72.85	300	0	300
\$O\$35	PQO ≤	200	55.27	200	0	200
\$O\$36	PQCH ≤	160	47.84	160	0	160
\$O\$37	Transferencia LB a LP ≤	0	0	0	1E+30	0
\$O\$38	Transferencia LP a Subproductos ≤	-13699	0	0	1E+30	13699
\$O\$39	Transferencia LP a LPC ≤	-8400	0	0	1E+30	8400
\$O\$40	VY ≤	0	32	0	1E+30	3000
\$O\$41	VQP ≤	0	120	0	1E+30	300
\$O\$42	VQO ≤	0	140	0	1E+30	200
\$O\$43	VQCH ≤	0	160	0	1E+30	160
\$O\$44	Restricción mano de obra ≤	33.93259217	0	42	1E+30	8.067407826
\$O\$45	Restricción agua ≤	14	0	15	1E+30	1
\$O\$46	Restricción cultivo lactico (g/l) ≤	58.8	0	60	1E+30	1.2
\$O\$47	Restricción cloruro de calcio ≤	160	0	160	1E+30	0
\$O\$48	Restricción sal ≤	346	0	350	1E+30	4
\$O\$49	Restricción cuajo ≤	92	0	100	1E+30	8

Escenario tres.

	LB	LP	LPC	PY	VY	PQP	VQP	PQO	VQO	PQCH	VQCH			
Producción Optimizada	14000	14000	14000	3000	3000	300	300	200	200	160	160			
FO	-7.00	-0.60	16.00	-17.35	32.00	-47.15	120.00	-84.73	140.00	-112.16	160.00			
LB	1											≤	22400	
LP		1										≤	22400	
LPC			1									≤	14000	
PY				1								≤	3000	
PQP						1						≤	300	
PQO								1				≤	200	
PQCH										1		≤	160	
Transferencia LB a LP	-1	1										≤	0	
Transferencia LP a Subproductos		-1		0.90		6.67		10.00		12.50		≤	0	
Transferencia LP a LPC		-1	1									≤	0	
VY				-1.00	1.00							≤	0	
VQP						-1.00	1.00					≤	0	
VQP								-1	1			≤	0	
VQCH										-1	1	≤	0	
Mano de Obra	0.00002	0.00018		0.0026		0.019		0.037		0.055		≤	42	
Agua	0.00022	0.00022		0.0003		0.0033		0.005		0.006		≤	15	
Restricción cultivo láctico				0.01						0.18		≤	60	
Restricción cloruro de calcio						0.2		0.3		0.25		≤	160	
Restricción sal						0.5		0.5		0.6		≤	350	
Restricción cuajo						0.1		0.15		0.2		≤	100	
Maximizar Z	-98000	-8400	224000	-52050	96000	-14145	36000	-16946	28000	-17946	25600	\$202,113.40		
LB	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14000	=	22400
LP	0	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14000	=	22400
LPC	0	0	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	14000	≤	14000
PY	0	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	0	3000	≤	3000
PQP	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	300	=	300
PQO	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	200.00000	=	200.000000
PQCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	160	=	160
Transferencia LB a LP	-14000	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	0
Transferencia LP a Subproductos	0	-14000	0	2700	0	2001	0	2000	0	2000	0	-5299	≤	0
Transferencia LP a LPC	0	-14000	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	≤	0
VY	0	0	0	-3000	3000	0	0	0	0	0	0	0	≤	0
VQP	0	0	0	0	0	-300	300	0	0	0	0	0	≤	0
VQP	0	0	0	0	0	0	0	-200	200	0	0	0	≤	0
VQCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-160	160	0	≤	0
Restricción mano de obra	0	3	0	8	0	6	0	7	0	9	0	32	≤	42
Restricción agua	3	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	10	≤	15
Restricción cultivo láctico	0	0	0	30	0	0	0	0	0	29	0	59	≤	60
Restricción cloruro de calcio	0	0	0	0	0	60	0	60	0	40	0	160	≤	160
Restricción sal	0	0	0	0	0	150	0	100	0	96	0	346	≤	350
Restricción cuajo	0	0	0	0	0	30	0	30	0	32	0	92	≤	100

Informe de sensibilidad tres.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$D\$5	Produccion Optimizada LB	14000	0	-7	7	8.4
\$E\$5	Produccion Optimizada LP	14000	0	-0.6	7.6	8.4
\$F\$5	Produccion Optimizada LPC	14000	0	16	1E+30	8.4
\$G\$5	Produccion Optimizada PY	3000	0	-17.35	1E+30	14.65
\$H\$5	Produccion Optimizada VY	3000	0	32	1E+30	14.65
\$I\$5	Produccion Optimizada PQP	300	0	-47.15	1E+30	36.00333333
\$J\$5	Produccion Optimizada VQP	300	0	120	1E+30	36.00333333
\$K\$5	Produccion Optimizada PQO	200	0	-84.73	2.138	55.27
\$L\$5	Produccion Optimizada VQO	200	0	140	2.138	55.27
\$M\$5	Produccion Optimizada PQCH	160	0	-112.16	1E+30	1.781666667
\$N\$5	Produccion Optimizada VQCH	160	0	160	1E+30	1.781666667

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$O\$30	LB ≤	14000	0	22400	1E+30	8400
\$O\$31	LP ≤	14000	0	22400	1E+30	8400
\$O\$32	LPC ≤	14000	8.4	14000	8400	5299
\$O\$33	PY ≤	3000	14.65	3000	120	3000
\$O\$34	PQP ≤	300	36.00333333	300	24	0
\$O\$35	PQO ≤	200	0	200	1E+30	0
\$O\$36	PQCH ≤	160	1.781666667	160	6.666666667	0
\$O\$37	Transferencia LB a LP ≤	0	7	0	14000	8400
\$O\$38	Transferencia LP a Subproductos ≤	-5299	0	0	1E+30	5299
\$O\$39	Transferencia LP a LPC ≤	0	7.6	0	5299	8400
\$O\$40	VY ≤	0	32	0	1E+30	3000
\$O\$41	VQP ≤	0	120	0	1E+30	300
\$O\$42	VQP ≤	0	140	0	1E+30	200
\$O\$43	VQCH ≤	0	160	0	1E+30	160
\$O\$44	Restricción mano de obra ≤	32.23343829	0	42	1E+30	9.76656171
\$O\$45	Restricción agua ≤	10.25	0	15	1E+30	4.75
\$O\$46	Restricción cultivo lactico (g/l) ≤	58.8	0	60	1E+30	1.2
\$O\$47	Restricción cloruro de calcio ≤	160	184.2333333	160	0	60
\$O\$48	Restricción sal ≤	346	0	350	1E+30	4
\$O\$49	Restricción cuajo ≤	92	0	100	1E+30	8

Informe de sensibilidad cuatro.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$D\$5	Produccion Optimizada LB	14000	0	-7	7	8.4
\$E\$5	Produccion Optimizada LP	14000	0	-0.6	7.6	8.4
\$F\$5	Produccion Optimizada LPC	14000	0	16	1E+30	8.4
\$G\$5	Produccion Optimizada PY	3000	0	-17.35	1E+30	14.65
\$H\$5	Produccion Optimizada VY	3000	0	32	1E+30	14.65
\$I\$5	Produccion Optimizada PQP	300	0	-47.15	1E+30	36.00333333
\$J\$5	Produccion Optimizada VQP	300	0	120	1E+30	36.00333333
\$K\$5	Produccion Optimizada PQO	200	0	-84.73	2.138	55.27
\$L\$5	Produccion Optimizada VQO	200	0	140	2.138	55.27
\$M\$5	Produccion Optimizada PQCH	160	0	-112.16	1E+30	1.781666667
\$N\$5	Produccion Optimizada VQCH	160	0	160	1E+30	1.781666667
\$O\$5	Produccion Optimizada s1	8400	0	0	8.4	7
\$P\$5	Produccion Optimizada s2	8400	0	0	8.4	7.6
\$Q\$5	Produccion Optimizada s3	0	-8.4	0	8.4	1E+30
\$R\$5	Produccion Optimizada s4	0	-14.65	0	14.65	1E+30
\$S\$5	Produccion Optimizada s5	0	-36.00333333	0	36.00333333	1E+30
\$T\$5	Produccion Optimizada s6	0	0	0	55.27	2.138
\$U\$5	Produccion Optimizada s7	0	-1.781666667	0	1.781666667	1E+30
\$V\$5	Produccion Optimizada s8	0	-7	0	7	1E+30
\$W\$5	Produccion Optimizada s9	5299	0	0	0.4276	8.4
\$X\$5	Produccion Optimizada s10	0	-7.6	0	7.6	1E+30
\$Y\$5	Produccion Optimizada s11	0	-32	0	32	1E+30
\$Z\$5	Produccion Optimizada s12	0	-120	0	120	1E+30
\$AA\$5	Produccion Optimizada s13	0	-140	0	140	1E+30
\$AB\$5	Produccion Optimizada s14	0	-160	0	160	1E+30
\$AC\$5	Produccion Optimizada s15	9.76656171	0	0	74.9080292	5891.454545
\$AD\$5	Produccion Optimizada s16	4.75	0	0	855.2	17024
\$AE\$5	Produccion Optimizada s17	1.2	0	0	9.898148148	1E+30
\$AF\$5	Produccion Optimizada s18	0	-184.2333333	0	184.2333333	1E+30
\$AG\$5	Produccion Optimizada s19	4	0	0	9.718181818	1E+30
\$AH\$5	Produccion Optimizada s20	8	0	0	23.75555556	1E+30

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$AI\$30	LB =	22400	0	22400	1E+30	8400
\$AI\$31	LP =	22400	0	22400	1E+30	8400
\$AI\$32	LPC =	14000	8.4	14000	8400	5299
\$AI\$33	PY =	3000	14.65	3000	120	3000
\$AI\$34	PQP =	300	36.00333333	300	24	0
\$AI\$35	PQO =	200	0	200	1E+30	0
\$AI\$36	PQCH =	160	1.781666667	160	6.666666667	0
\$AI\$37	Transferencia LB a LP =	0	7	0	14000	8400
\$AI\$38	Transferencia LP a Subproductos =	0	0	0	1E+30	5299
\$AI\$39	Transferencia LP a LPC =	0	7.6	0	5299	8400
\$AI\$40	VY =	0	32	0	1E+30	3000
\$AI\$41	VQP =	0	120	0	1E+30	300
\$AI\$42	VQP =	0	140	0	1E+30	200
\$AI\$43	VQCH =	0	160	0	1E+30	160
\$AI\$44	Restricción mano de obra =	42	0	42	1E+30	9.76656171
\$AI\$45	Restricción agua =	15	0	15	1E+30	4.75
\$AI\$46	Restricción cultivo lactico (g/l) =	60	0	60	1E+30	1.2
\$AI\$47	Restricción cloruro de calcio =	160	184.2333333	160	0	60
\$AI\$48	Restricción sal =	350	0	350	1E+30	4
\$AI\$49	Restricción cuajo =	100	0	100	1E+30	8